



- I. **Unidad Administrativa que clasifica:** Delegación Federal en Sonora.
- II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular Modalidad A, no incluye actividad altamente riesgosa (SEMARNAT-04-002-A) así como su respectivo resolutivo.
- III. **Partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente al Contienen DATOS PERSONALES concernientes a una persona identificada o identificable tales como: 1) Domicilio particular como dato de contacto o para recibir notificaciones. 2) Teléfono y correo electrónico de particulares. 3) OCR de la Credencial de Elector (domicilio y fotografía). 4) RFC personas físicas. 5) CURPs; los cuales se encuentran en el capítulo I de la MIA y primera página en el caso de los resolutivos. Consta de 66 versiones públicas.
- IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 116 primer párrafo de la LGTAIP; 69 fracción VII y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. **Firma la Jefa de la Unidad Jurídica:**

LIC. DULCE MARÍA VILLARREAL LACARRA.

"Con fundamento en artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia Por ausencia del Titular de la Delegación Federal en el Estado de Sonora, Previa designación firma el presente la Jefa de Unidad Jurídica"

Fecha de Clasificación y número de acta de sesión: Resolución 034/2019/SIPOT, en la sesión celebrada el 02 de abril de 2019.

¹ En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.



IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

***MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL,
MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO:
CENTRAL FOTOVOLTAICA HERMOSILLO.***

Hermosillo, Sonora, México

Agosto 2016



1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	1
1.1 PROYECTO.....	2
1.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.....	3
1.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO	3
1.1.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO	6
1.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL	6
1.2 PROMOVENTE	6
1.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.....	6
1.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE.....	6
1.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.....	6
1.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR NOTIFICACIONES.....	6
1.2.4.1 CALLE Y NÚMERO	6
1.2.4.2 COLONIA	6
1.2.4.3 CÓDIGO POSTAL	6
1.2.4.4 MUNICIPIO, ESTADO	6
1.2.4.5 TELÉFONO.....	6
1.3 RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	6
1.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.....	6
1.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP	7
1.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.....	7
1.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO	7
1.3.4.1 COLONIA, BARRIO	7
1.3.4.2 CÓDIGO POSTAL	7
1.3.4.3 ENTIDAD FEDERATIVA	7
1.3.4.4 MUNICIPIO O DELEGACIÓN.....	7
1.3.4.5 TELÉFONO(S)	7
1.3.4.6 CORREO ELECTRÓNICO	7



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

La sociedad moderna no podría funcionar sin un suministro confiable de energía eléctrica. La energía en forma de combustibles, productos y servicios afecta directamente el operar de las sociedades modernas y posmodernas. Los sistemas y diseños ineficientes son los que más rápido tienden a la entropía y generan las mayores asimetrías, tanto económicas como ambientales. La eficiente transformación y uso de energía favorece la conservación del ambiente. Los principios de sustentabilidad buscan establecer sistemas más eficientes como un mecanismo de preservación de los recursos naturales.

Las revoluciones sociales y científicas han estado relacionadas con cambios en la eficiencia de los sistemas. La tecnología cuestiona constantemente los paradigmas sociales, políticos y económicos. Algunos grupos argumentan que la problemática demográfica y el fenómeno de calentamiento global podrían ser combatidos con una “revolución científica”. La propuesta es alentadora, el tiempo para implementarla muy corto, lo que obliga a buscar sistemas más eficientes de transformación de energía, para no comprometer la disponibilidad de recursos para las generaciones futuras. Los cambios recientes en la política y regulaciones del sector energía en México, en particular del sector eléctrico, intentar aportar soluciones a los problemas estructurales del sector. La apertura de un mercado de energía con la participación de grupos privados deberá propiciar mayor eficiencia.

El presente trabajo describe los esfuerzos de la empresa Iberdrola Renovables Noroeste S.A de C.V., en desarrollar un proyecto fotovoltaico denominado **Central Fotovoltaica Hermosillo**, en el municipio de Hermosillo, en el estado de Sonora.

El objetivo de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) que a continuación se detalla, es presentar la información y argumentos que permitirán evaluar ambientalmente la factibilidad del proyecto de generación de energía eléctrica. En congruencia a lo antes expresado, la estructura y contenido de este documento en modalidad Particular¹, responde a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y demás disposiciones legales aplicables. Adicionalmente, la Manifestación aporta elementos complementarios a lo estrictamente solicitado. En este sentido, la MIA del proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo parte de la siguiente premisa:

- Las leyes mexicanas establecen tanto la responsabilidad de la sociedad y en particular del gobierno de abastecer de energía eléctrica a la población, así

¹ Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Artículos 9, 10 y 11.



IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

como de cuidar que en este proceso el ambiente no sea afectado significativamente.

- México requiere para su crecimiento y estabilidad social satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica, servicios y productos asociados al sector energía y a la industria en general.
- La solución al problema de abastecimiento de energía eléctrica sin causar alteraciones significativas al ambiente exige incorporar procesos de generación altamente eficientes.

Con base a las premisas anteriores, **Iberdrola Renovables Noroeste S.A de C.V.**, propone la construcción de la Central Fotovoltaica, que contará con una potencia instalada de 120 MWp en Corriente Directa con una capacidad máxima de generación de 100 MW en Corriente Alterna.

En este sentido, dicho documento pretende documentar y aportar elementos cognoscitivos que permitan establecer y sustentar lo antes manifestado.

Con este planteamiento inicial nos permitimos presentar a su amable consideración la MIA a nivel Particular, en cumplimiento a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y demás disposiciones legales aplicables. En particular, dicha manifestación utiliza la guía modalidad particular para proyectos del sector eléctrico, elaborada por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Como elementos adicionales, se aporta una reflexión que presenta la justificación al proyecto, un análisis de las disposiciones legales aplicables y su correlación con los impactos ambientales identificados, con el objetivo de buscar y proponer las medidas de prevención, mitigación, compensación y buenas practicas más adecuadas al proyecto. Así mismo, se realiza un análisis de la relación del proyecto con lo establecido en el artículo 44 del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental de la LGEEPA.

1.1 Proyecto

Se propone construir una Central Fotovoltaica y su línea de transmisión, la cual contará con una potencia instalada de 120 MWp en Corriente Directa con una capacidad máxima de generación de 100 MW en Corriente Alterna.

La Central Fotovoltaica estará conformada por 100 bloques de generación de 1.2 MWp cada uno considerando módulo policristalino de 300 Wp montado sobre estructura fija con una producción anual estimada de 168,192 MWh. Cada bloque de generación contará con un centro de acondicionamiento de potencia conformado por un inversor de 1 MWac y transformador tipo pedestal de 270/34.5kV. La energía de cada bloque de generación será transmitida por una red interna en Media Tensión (34.5kV) de circuitos colectores hasta la Subestación Elevadora donde se adecuará la tensión de 34.5kV a 115kV para su interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional.



La ubicación de la central se ha llevado a cabo de tal forma que se maximiza la producción de energía eléctrica localizándose en el municipio de Hermosillo, en el estado de Sonora.

Los cálculos se han realizado con base a los modelos meteorológicos, y a la modelización realizada con un software específico para cálculos, modelización y análisis de recurso solar fotovoltaico.

1.1.1 Nombre del proyecto

Central Fotovoltaica Hermosillo.

1.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se pretende instalar aproximadamente a 7.38 kilómetros al sureste de la localidad de Mesa del Seri; en el municipio de Hermosillo, Sonora (**ver anexo 4.1.1 Localización**).

Para llegar, se toma la carretera estatal número 20 Hermosillo-Sahuaripa con dirección a Mazatán; en el km 16+200 se desvía hacia la izquierda a la altura de la localidad denominada “La Cruz”, para tomar un camino de terracería en dirección norte por alrededor de 0.77 km, hasta un camino de pavimento. Se continua por este cerca de 1.35 km y nuevamente se dobla a la izquierda para tomar otro camino de terracería durante 1.64 kilómetros, hasta llegar al sitio donde se llevará a cabo la Subestación eléctrica del proyecto.

Las coordenadas del proyecto son:

Tabla 1: Coordenadas de ubicación

CUADRO DE VERTICES PARQUE FOTOVOLTAICO		
Coordenadas UTM WGS 84 (12 R)		
Punto	Este	Norte
PI-1	523,709.92	3,214,349.65
PI-2	523,261.25	3,215,604.84
PI-3	523,444.69	3,215,994.83
PI-4	522,174.77	3,215,994.83
PI-5	521,322.52	3,214,600.87
PI-6	521,322.52	3,213,989.11
PI-7	522,989.14	3,213,989.11
PI-8	523,125.63	3,214,242.27
Coordenadas extremas de la Línea de Transmisión (LT)		
LT1	523615	3214372
LT2	524256	3214079



IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

Figura 1: Croquis de Ubicación de la zona del proyecto

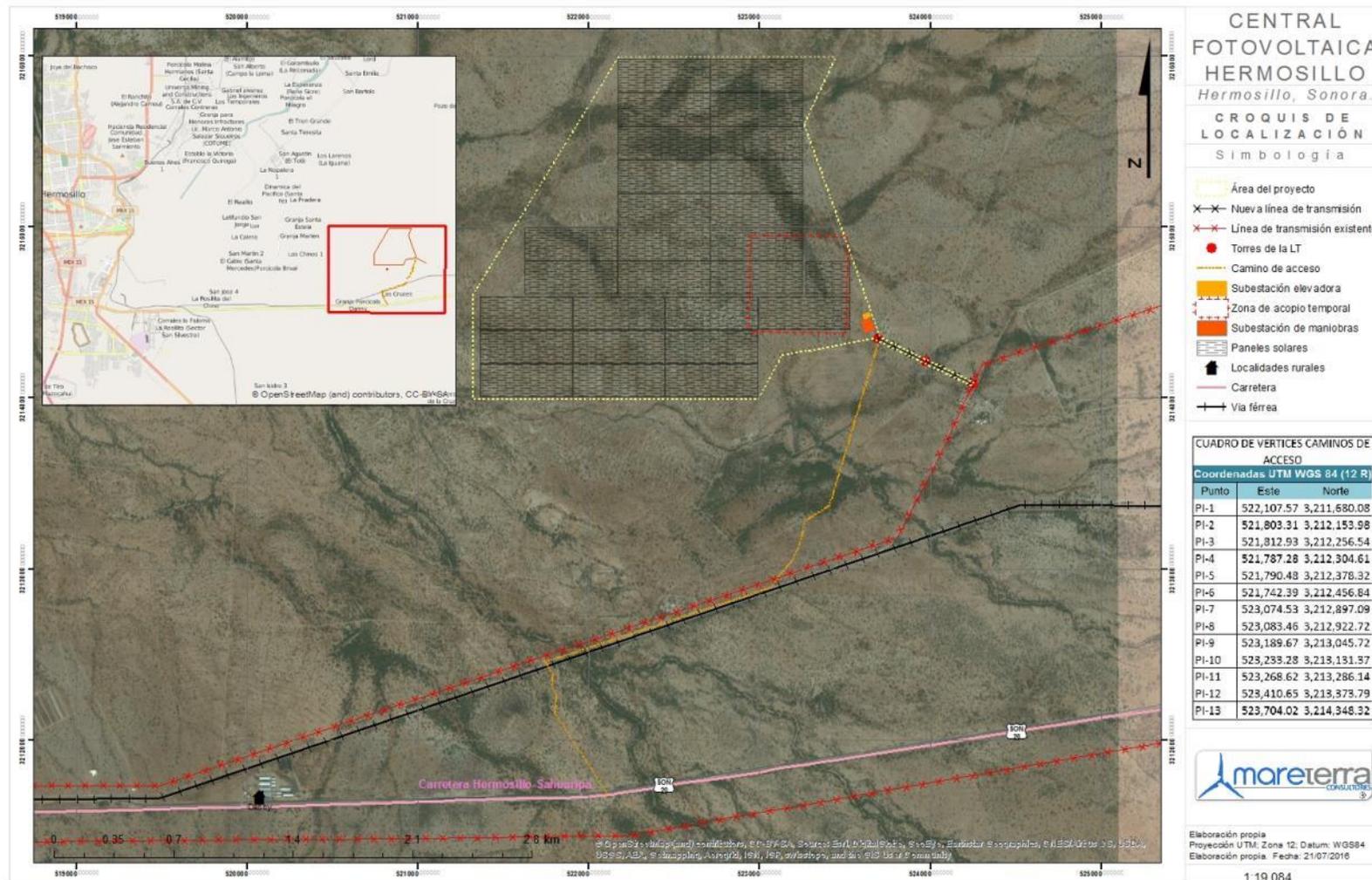
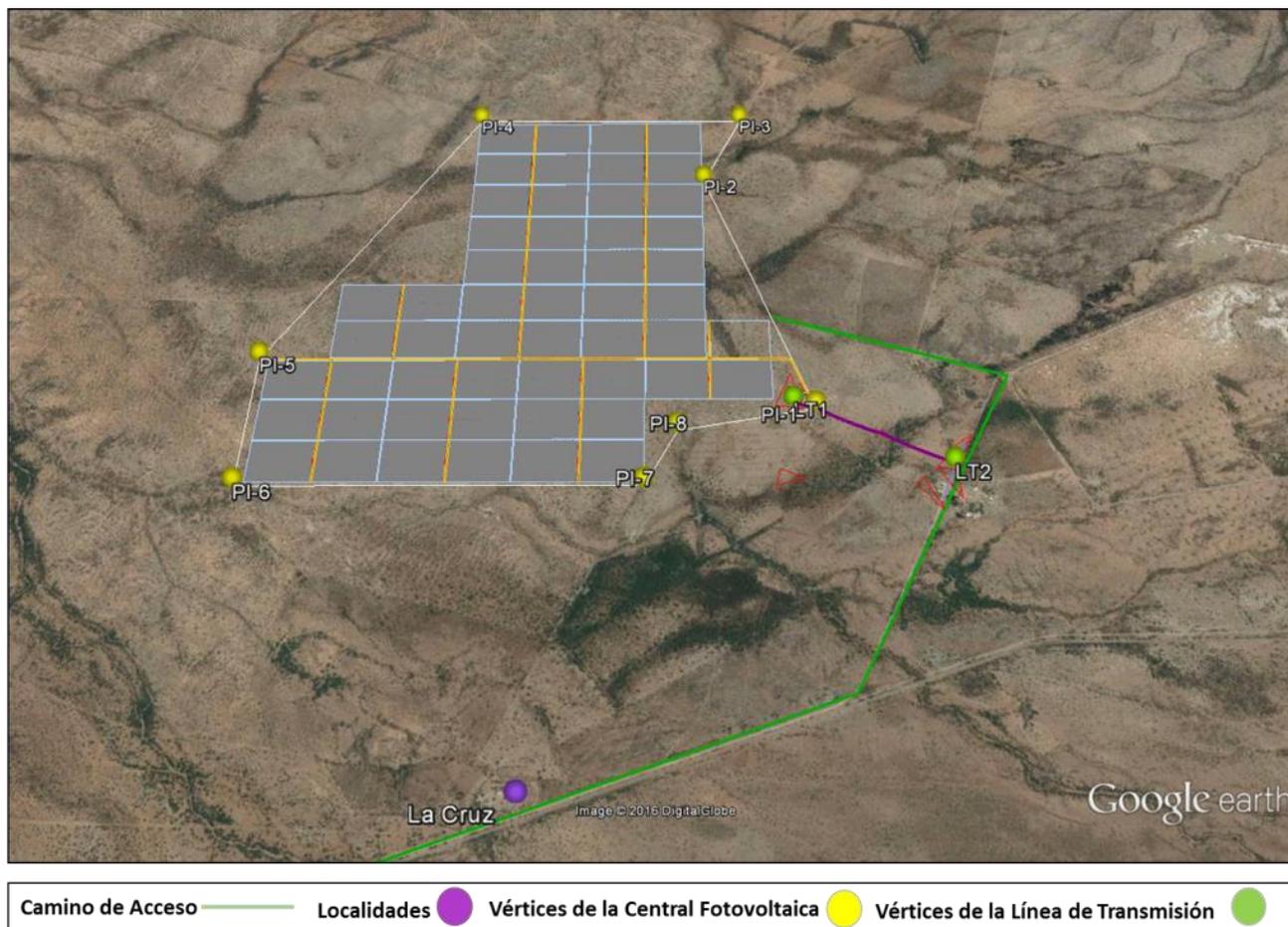




Figura 2: Puntos de Coordenadas





1.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Se prevé una vida útil de aproximadamente 25 años, se llevará a cabo la sustitución y actualización de infraestructura, sucesivamente; por lo anterior, se considera como un proyecto de utilidad permanente.

1.1.4 Presentación de la documentación legal

Se encuentran en el anexo 1: Documentación legal

1.2 Promovente

1.2.1 Nombre o razón social

Iberdrola Renovables Noroeste S.A de C.V.

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

IRN140701CC4

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Joaquín Aranda Beltrán, Director de Iberdrola Renovables México.

1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir notificaciones

1.2.4.1 Calle y número

Boulevard Manuel Ávila Camacho número 24, piso 19.

1.2.4.2 Colonia

Lomas de Chapultepec.

Delegación Miguel Hidalgo.

1.2.4.3 Código postal

11000.

1.2.4.4 Municipio, Estado

México, Distrito Federal.

1.2.4.5 Teléfono

(55) 85034603 y número de facsímil (55) 8503 4605

1.3 Responsable del estudio de impacto ambiental

1.3.1 Nombre o Razón Social

Mareterra Consultores



IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

1.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Rafael Romero Luna

1.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

1.3.5 Participantes

Coordinación General

Rafael Romero Luna

Impacto Ambiental

Gabriela del Carmen Reyes Olvera

Ana Luz de la Torre Mora

Urania Contreras Rivera

Medio Físico y Biótico

José Alonso Montes Ortega

Astrid Maud Sybil Rodríguez Sánchez

Gloria Angélica Villaseñor Zavala

Manuel Alejandro Castellanos Hernández

Guillermo Alatorre de Alba

Jennifer Anahí Zambrano Jiménez

Jorge Cosme Martínez Guerrero

Omar Humberto Hernández Villanueva



IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

Marycarmen García Escalona
Héctor David Juárez Gutiérrez

Sistemas de información

Alejandra Albert Tejera

Legislación Ambiental

Mario Arnaldo Méndez Brilanti



2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	9
2.1	NATURALEZA DEL PROYECTO	15
2.1.1	SELECCIÓN DEL SITIO	18
2.1.2	UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN	18
2.1.3	INVERSIÓN REQUERIDA	21
2.1.3.1	Costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación.....	21
2.1.4	DIMENSIONES DEL PROYECTO.....	21
2.1.4.1	Superficie a afectar en m ² con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto	22
2.1.5	USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS.....	22
2.1.5.1	Análisis de la Vegetación y del Uso del Suelo.....	22
2.1.5.1.1	Metodología.....	22
2.1.5.1.2	Uso actual del suelo	23
2.1.5.2	Cuerpos de Agua.....	24
2.1.5.3	Cambio de Uso de Suelo Forestal.....	24
2.1.6	URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS	25
2.1.6.1	Servicios	25
2.2	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	26
2.2.1	DESCRIPCIÓN GENERAL	26
2.2.2	MÓDULO FOTOVOLTAICO	26
2.2.3	CRITERIOS DE DISEÑO ELÉCTRICOS.....	27
2.2.3.1	Cuadros de agrupación	27
2.2.3.2	Inversores	28
2.2.3.3	Puesta a tierra	29
2.2.3.4	Protecciones.....	29
2.2.3.5	Sistema de evacuación en el punto de interconexión del proyecto (Línea de Transmisión).....	29
2.2.3.5.1	Descripción general	29
2.2.3.6	Descripción del sistema eléctrico	30
2.2.3.6.1	Subestaciones eléctricas transformadoras.....	30
2.2.3.6.1.1	Descripción de las instalaciones.....	30
2.2.3.6.2	Sistema de transformación	30
2.2.4	LÍNEA DE EVACUACIÓN EN ALTA TENSIÓN.....	30
2.2.4.1	Descripción de las instalaciones.....	30
2.2.4.2	Características generales	30
2.2.5	PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO	32
2.2.6	ACTIVIDADES PREVIAS A LA CONSTRUCCIÓN	34



2.2.6.1	Trabajos de construcción, pruebas y puesta en servicio	34
2.2.6.2	Gestión de almacenes	35
2.2.7	PREPARACIÓN DEL SITIO	35
2.2.7.1	Señalamiento y cercado	35
2.2.7.2	Desbroce y limpieza del terreno	35
2.2.7.3	Excavaciones.....	36
2.2.7.4	Excavaciones y rellenos en explanada.....	36
2.2.7.5	Obras de refino	37
2.2.7.6	Excavaciones en zanjas y fundaciones	37
2.2.7.7	Exceso de excavación	37
2.2.7.8	Material sobrante de excavación	37
2.2.7.9	Agotamiento y estanqueidad	38
2.2.7.10	Entibación	38
2.2.7.11	Terraplenes.....	38
2.2.7.12	Relleno de material granular.....	38
2.2.7.13	Rellenos con material filtrante	38
2.2.8	MEDICIONES.....	39
2.2.9	DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO	39
2.2.10	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	39
2.2.10.1	Actividades necesarias para el inicio de la construcción	39
2.2.10.2	Actividades a realizar durante la ejecución de los trabajos	40
2.2.10.3	Conceptos básicos a desarrollar en la fase de construcción.....	41
2.2.10.4	Colocación de torres y tendido eléctrico	50
2.2.10.4.1	Especificaciones Generales	51
2.2.10.4.1.1	Especificación de la cimentación para las torres.....	51
2.2.10.4.1.2	Derecho de vía (en metros totales)	51
2.2.11	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	53
2.2.11.1	Operación	53
2.2.11.2	Mantenimiento	54
2.2.11.2.1	Mantenimiento preventivo.....	54
2.2.11.2.1.1	Periodicidad del mantenimiento preventivo	55
2.2.11.2.1.2	Actividades semestrales	55
2.2.11.2.1.3	Actividades Anuales	56
2.2.11.2.2	Mantenimiento predictivo	57
2.2.11.2.3	Mantenimiento correctivo.....	58
2.2.11.2.4	Actividades de mantenimiento extraordinario.....	58
2.2.12	DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO	59
2.2.13	ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO	59
2.2.14	UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS	59
2.2.15	GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA	59



2.2.15.1	Residuos sólidos no peligrosos	59
2.2.15.2	Residuos peligrosos	60
2.2.15.3	Cantidades de generación	64
2.2.16	INFRAESTRUCTURA ADECUADA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE RESIDUOS	65
2.2.16.1	Residuos sólidos no peligrosos	65
2.2.16.2	Residuos sólidos urbanos.....	66
2.2.16.3	Residuos susceptibles a reutilización y reciclaje	66
2.2.16.4	Residuos de manejo especial	66
2.2.16.5	Almacenamiento temporal de residuos no peligrosos	67
2.2.16.6	Residuos peligrosos	68
2.2.16.7	Recolección y transporte	70
2.2.16.7.1	Residuos peligrosos	70
2.2.16.8	Disposición final.....	71
2.2.16.8.1	Residuos sólidos no peligrosos	71
2.2.16.8.2	Residuos peligrosos	71
2.2.16.9	Aviso de cierre como generadores	71
2.2.16.10	Cédula de operación anual.....	72



2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Introducción

Iberdrola Renovables Noroeste S. A. de C.V. es una empresa privada que opera en México y se dedica a la generación de electricidad por medio de sistemas renovables como la Central Fotovoltaica que se promueve en este documento.

El Programa Especial de Cambio Climático plantea entre sus objetivos el fomento a la participación del sector privado en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables de energía y con la cogeneración eficiente, como herramientas para la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, para lo cual, es necesario avanzar en la consolidación de marcos regulatorios adecuados.

La generación de energía a través de sistemas fotovoltaicos produce beneficios tales como el aprovechamiento eficiente de los recursos energéticos; el cuidado del medio ambiente y la salud; el desarrollo de la capacidad industrial; la creación de empleos; el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia ambiental y de cambio climático; la diversificación del parque de generación eléctrica con el consecuente aumento en la confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional (SEN); la disminución de la variabilidad de los costos de generación de electricidad; la participación social y privada en la inversión requerida por el sector eléctrico para satisfacer la demanda nacional, y la disminución de la dependencia nacional de los hidrocarburos.

El desarrollo de generación eléctrica renovable es clave en la Estrategia Nacional de Energía. El Plan de Desarrollo engloba tanto las acciones necesarias para fomentar el desarrollo nacional de las energías renovables como los potenciales beneficios asociados.

El objetivo del proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo, es aprovechar la energía solar para transformarla en energía eléctrica y suministrarla al SEN. La central contribuirá al abastecimiento de la demanda de energía con menores impactos al ambiente y disminuirá la dependencia que se tiene hacia las energías fósiles.

Para tal fin, se montarán módulos fotovoltaicos sobre estructuras fijas. La estructura soporte estará formada por 2 módulos posicionados en vertical, de forma que cada estructura estará formada por 40 módulos, la instalación será interconectada al SEN.

Para el aprovechamiento de la energía solar se utilizarán paneles solares o celdas fotovoltaicas. Estos son dispositivos diseñados para captar parte de la radiación emitida por el sol, y convertirla en energía eléctrica. La luz que llega a las celdas libera la energía de los electrones contenidos, que a su vez se canalizan en una carga, generando una corriente eléctrica. Cada celda solar es conectada eléctricamente y encapsulada en un módulo fotovoltaico. Las celdas fotovoltaicas se pueden utilizar en conexión con la red eléctrica, o bien en sitios aislados, por medio de sistemas que incluyen baterías. El material más utilizado para las células es el silicio que emplea la industria electrónica.



Justificación

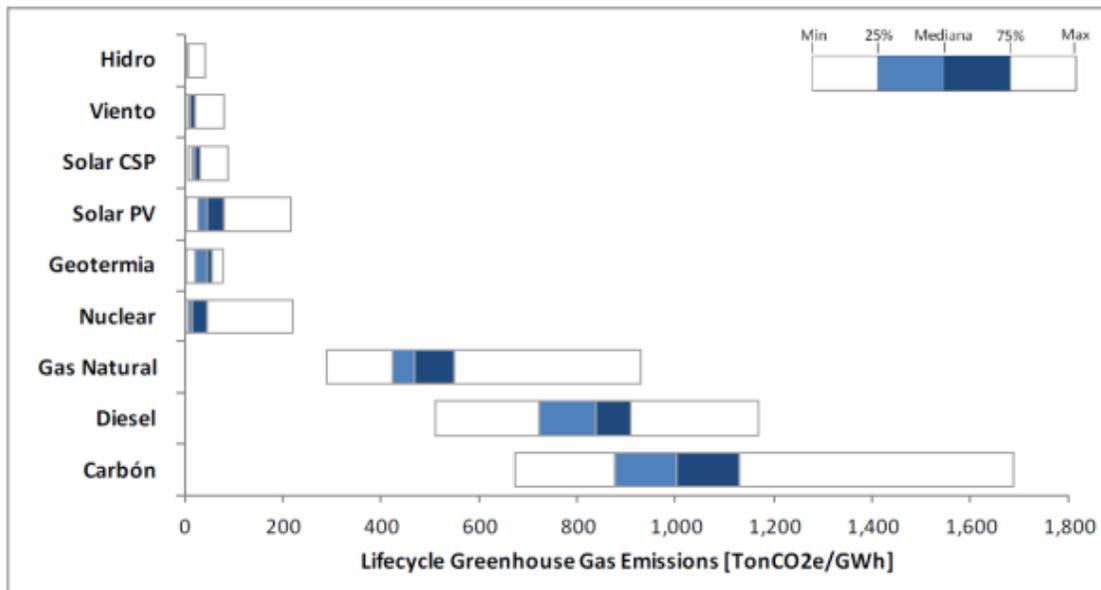
No existe actualmente ninguna forma de producir o transformar energía sin generar algún tipo de impacto en el ambiente, sin embargo la generación de energía eléctrica fotovoltaica se considera una fuente de energía limpia como lo establece el protocolo de Kioto, el cual reconoce la generación de energía eléctrica a través de las centrales fotovoltaicas como una de las formas de generación de bajo impacto y es considerada energía renovable.

La producción de energía con combustibles fósiles tiene consecuencias negativas hacia la calidad del aire, las cuales son evitadas al generar electricidad a partir de fuentes renovables como la geotermia.

La generación de energía fotovoltaica permite una reducción de las emisiones al entorno de CO₂ en torno a un 100%.

El principal contaminante descargado por las centrales eléctricas de combustibles fósiles es el bióxido de carbono (CO₂), que en una planta geotérmica está en un rango 13–380 g/kWh, mientras que una planta de carbón emite 1,042 g/kWh, 906 g/kWh una de hidrocarburo y 453 g/kWh una de gas natural.

Figura 1: Comparación de emisiones a la atmósfera generadas por diferentes fuentes de generación de energía eléctrica.



Fuente: Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC). 2011



Por lo tanto, el uso de centrales fotovoltaicas para generar electricidad reduce el impacto ambiental que esta actividad provoca comparado con cualquier otra tecnología de fuentes fósiles.

Pero además las centrales fotovoltaicas son un recurso natural renovable para todo efecto práctico, mientras que las plantas de generación termoeléctrica convencional utilizan carbón, petróleo o sus derivados y gas natural, que son recursos fósiles no renovables.

Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto, tratado sobre el cambio climático, es un protocolo de la CMNUCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. Fue inicialmente adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón, entrando en vigor en México el 16 de febrero del 2005.

- En virtud del párrafo 4 del artículo 7 del Protocolo de Kioto en relación con las exportaciones de energía menos contaminante donde se menciona que: "La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kioto..." en el informe sobre la segunda parte del sexto período de sesiones de la Conferencia de las Partes, en su segunda parte, sección II, subsección A la Conferencia de las Partes "reconoció que las formas de energía más limpias o que emiten menos gases de efecto invernadero, en particular la energía renovable, hidroeléctrica, geotérmica y el gas natural, podían aumentar los beneficios ambientales a nivel mundial con vistas a cumplir los objetivos de la Convención y del Protocolo de Kioto y a optimizar la utilización de esas formas de energía".-

El protocolo de Kioto, reconoce la generación de energía eléctrica a través de las centrales fotovoltaicas como una de las formas de generación de bajo impacto y considerada como energías renovables.

La civilización y el progreso están ligados al creciente consumo de energía eléctrica. La electricidad acciona en la vida cotidiana, desde artículos del hogar, comunicaciones y transporte, hasta maquinaria industrial. Así mismo, el suministro de energéticos está ligado a la realización de las actividades productivas, y al crecimiento económico de las empresas y los sectores productivos del país. Según la UNESCO (Kimmins, 2001) la energía debe ser accesible al menos a un nivel mínimo que permita a los individuos alcanzar su seguridad personal, aspiraciones y responsabilidades sociales. La disponibilidad de las distintas formas energéticas y su tasa de consumo explica los diversos tipos de desarrollo social, en términos económicos, culturales y políticos.

Desde la revolución industrial, el consumo de energía ha crecido de forma exponencial y se prevé que siga en aumento considerablemente a causa de crecimiento demográfico y el desarrollo económico (EIA, 2007). El sector energético es el mayor contribuyente a las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Tan sólo en 2010, el 35% de las



emisiones directas de estos gases provinieron de la producción de energía eléctrica (Nuthall, 2014).

Actualmente, la principal fuente de energía es el uso de combustibles fósiles, que supone un 80% del consumo energético a nivel mundial (EIA, 2007). La demanda de combustibles fósiles tensiona la disponibilidad de los mismos, y consecuentemente el volumen creciente de emisiones de CO₂ y sus inevitables repercusiones sobre el clima, ambiente y sociedad. Del 5 al 10% del total de las emisiones totales de gases de efecto invernadero están relacionadas a la extracción y uso de combustibles fósiles.

La transición del uso de energía por combustibles fósiles a un sistema basado en energías renovables es inminente, debido a la indudable crisis global ambiental y social. Smil (2003), afirma que el cambio es gradual y no se completará antes de la mitad del siglo XXI. En 2005, el 7% de la energía producida a nivel mundial provino de fuentes renovables. Actualmente el 13% de la energía mundial, proviene de fuentes renovables, aunque sólo el 3% son energías hídrica, geotérmica, solar, eólica y mareomotriz (FAO, 2010).

Para lograr la evolución de la producción energética el cambio debe ser paulatino, comenzando con la generación de energía eléctrica bajo un esquema que reduzca el consumo de recursos, así como la perturbación a los ecosistemas, requiriendo el desarrollo de tecnologías de sustitución para lograr mantener los estilos de vida actuales para futuras generaciones. La conversión de los sistemas de producción de energía empieza por el uso de energías limpias, es decir aquellas que fomenten la reducción de las emisiones producidas por la extracción y conversión de combustibles fósiles, y su sustitución por combustibles bajos en carbono, por ejemplo el uso de gas natural o metano, en lugar de carbón u otro combustible fósil.

A partir del Acuerdo de París del 12 de diciembre de 2015, México se comprometió de manera no condicionada, a través de la COP21 (Naciones Unidas, 2015) a disminuir sus gases de efecto invernadero derivados de la energía eléctrica en un 30% para el 2030. Una de las medidas para llevar a cabo este compromiso consiste en llegar a generar el 35% de energía limpia en 2024 y 43% para 2030. La energía limpia incluye renovables, cogeneración con gas natural y termoeléctricas con captura de CO₂.

Hasta 2014, México contaba con una capacidad efectiva instalada para la generación de energía eléctrica de 65,452 MW, de los cuáles 16,047 MW provinieron de fuentes renovables de energía (eólica, solar, hidráulica, geotérmica y de biomasa), lo que representa el 24.5% del total de la capacidad instalada.

Se estima que para 2028 la capacidad instalada para la generación de electricidad a partir de energías renovables se incremente en 19,761 MW, de los cuales, se prevé que las fuente de energía eólica tendrá la mayor participación con 59% (SENER, Prospectiva del Sector Eléctrico 2014-2028).



El uso de energías renovables, no sólo implica ventajas en el ámbito ambiental. En el ámbito social es una herramienta para el suministro de energía eléctrica a comunidades rurales y marginadas. Mientras que en el ámbito económico, el uso de energías renovables garantiza la seguridad energética de los países ante la volatilidad de los precios del petróleo.

México es una economía emergente, con el desafío de cumplir metas económicas, sociales y medioambientales, desde una visión del desarrollo sustentable. Para esto el país ha favorecido políticas acordes y aumentado la inversión pública en infraestructura relacionada con el medio ambiente (Ruiz Rincón, 2015). Con la Reforma Energética (RE) de 2013, en la Ley de Cambio Climático (2012) se estipuló el compromiso de sustituir gradualmente el uso y consumo de combustibles fósiles, y la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía (para 2024 por lo menos el 35% de la generación eléctrica).

La apertura en la RE permite la inversión de capital privado, y así aumentar la productividad y disminuir los costos de producción. El principal reto es incrementar la oferta energética, y simultáneamente cumplir con los compromisos de mitigación de gases de efecto invernadero. Por lo que, un objetivo de la Reforma Energética es el retiro de plantas obsoletas, promoviendo el uso de energías limpias, a través de los CELs (Certificados de Energías Limpias).

En la Reforma Energética se estipuló que las actividades del sector energético son prioritarias para el país, ya que son de utilidad pública. La razón de esta decisión es porque la generación de electricidad está considerada como una necesidad para acrecentar el potencial de desarrollo del país, sus regiones, sus pueblos y sus individuos. Independientemente del tamaño de la localidad en la que vive cada quien, se necesita tener fuentes alternativas de energía estratégicamente distribuidas en el territorio nacional.

México enfrenta el reto de incrementar significativamente la tasa de crecimiento económico por encima de la demográfica para disponer de recursos que proporcionen a su población el acceso a mejores niveles de vida. Dentro de esta necesidad de crecimiento de la economía y mejoramiento de la calidad de vida, la disponibilidad de energía eléctrica se convierte en un requisito esencial para la expansión de las actividades productivas, por lo que ésta juega un papel crucial para asegurar la competitividad de nuestra economía en el largo plazo.

En México, por mandato constitucional, la nación tiene el compromiso de administrar y regular el aprovechamiento de los recursos naturales y el ambiente para contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de sus habitantes en busca del desarrollo sustentable. Así, las expectativas de un desarrollo económico para los próximos años en el país y el alto crecimiento en el consumo de energía eléctrica, imponen la necesidad de evaluar alternativas que permitan el adecuado abastecimiento energético.



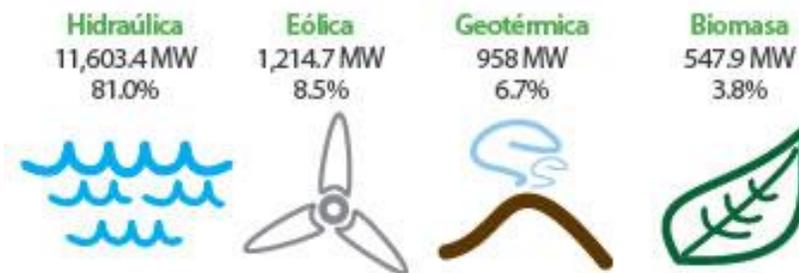
En este contexto, uno de los desafíos es el desarrollar formas eficientes de producción de energía eléctrica que armonicen con el desarrollo económico, social y ambiental, a fin de preservar los recursos naturales para las generaciones futuras.

Actualmente, el 77.7% de la electricidad que se produce en el país, corresponde a energías no renovables (combustibles fósiles), mientras que el 22.3% restante se genera mediante el aprovechamiento de fuentes renovables.

A febrero de 2012, México contó con 14,324 MW de capacidad instalada de generación eléctrica basada en energías renovables, incluyendo grandes hidroeléctricas.

Figura 2: Capacidad instalada de fuentes de energías renovables

Capacidad instalada para la generación de energía eléctrica con fuentes renovables en México, 2012



Fuente: CFE y CRE, datos a febrero de 2012.

De acuerdo a la iniciativa para el desarrollo de las energías renovables en México de la SENER (Secretaría de Energía) de noviembre 2012, el desarrollo de generación eléctrica renovable es clave en la Estrategia Nacional de Energía.

El desarrollo de proyectos de energías renovables representa¹:

- un impacto en PIB de 95,400 MDP en el periodo 2012-20, generando 36,700 empleos
- una inversión de 117,300 MDP, concentrada en un 65% en industria nacional
- 36,700 empleos a nivel nacional
- Ingresos tributarios en 8,000 MDP anuales
- la captura del 14% del potencial de abatimiento en el sector energético de emisiones de CO₂ en 2020, reduciendo 8.4 MtCO₂ en dicho año
- reducir hasta en 13% la necesidad de importación de gas natural

¹ Secretaría de Energía. Gobierno de la Republica



- firmeza a la red, facilitando el desarrollo de energías renovables
- el desarrollo de una industria nacional con capacidad de exportación, de alto nivel agregado

2.1 Naturaleza del proyecto

La Central Fotovoltaica estará conformada por 100 bloques de generación de 1.2 MWp cada uno considerando módulo policristalino de 300 Wp montado sobre estructura fija. Cada bloque de generación contará con un centro de acondicionamiento de potencia conformado por un inversor de 1 MWac y transformador tipo pedestal de 270/34.5 kV. La energía de cada bloque de generación será transmitida por una red interna en Media Tensión (34.5 kV) de circuitos colectores hasta la Subestación Elevadora que hará conexión con la subestación de maniobras donde se transformará de 34.5kV a 115KV, para realizar la transmisión de energía por medio de una LT (Línea de transmisión) que se considera como obra asociada a la central fotovoltaica misma que contempla un trazo de 615.76 metros, que se instalará por medio del hincado y armado de 3 estructuras de soporte (torres de acero), que se colocarán a cada 300 m en todo en trazo de la LT, para su interconexión con el SEN

Iberdrola propone construir una central fotovoltaica, con una potencia instalada de 120 MWp en Corriente Directa con una capacidad máxima de generación de 100 MW en Corriente Alterna. El resultado de la producción estimada es de 168,192 MWh anuales.

En una primera etapa, se convierte la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, a través de una serie de módulos fotovoltaicos instalados sobre estructuras fijas. La estructura soporte estará formada por dos módulos posicionados en vertical, de tal forma que cada estructura estará formada por 40 módulos. La estructura metálica propuesta estará galvanizada en caliente con un espesor mínimo de 60 micras. Todos los materiales serán de acero galvanizado en caliente, a excepción de los elementos de fijación de los paneles que serán de aluminio.

Posteriormente, la corriente continua producida en el generador fotovoltaico, se transforma en corriente alterna a través de 61 inversores trifásicos de 1163,9 kVAS de potencia nominal de salida. El cableado entre los módulos fotovoltaicos y los inversores discurrirán a través de tubos anclados a la propia estructura como directamente enterrados por zanjas que se realizaran por toda la planta fotovoltaica. La energía es conducida hasta transformadores trifásicos, donde se elevará la tensión de generación a un nivel de tensión de 34,5 kV mediante buses colectores subterráneos se conducirá la energía eléctrica producida hasta la subestación que se ejecutará dentro de la propia parcela de la planta.

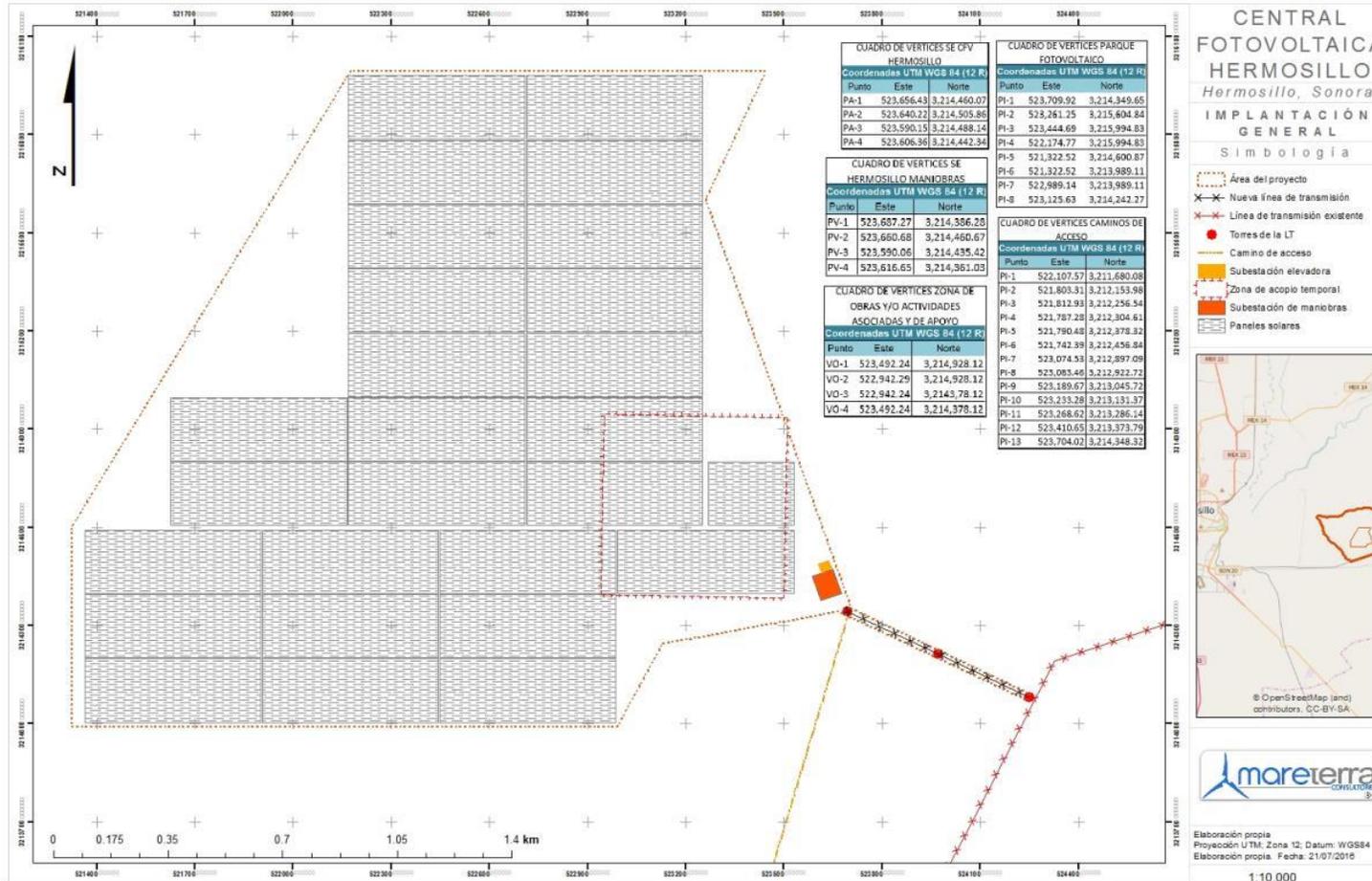


IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

La instalación posee elementos de protección, como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general, que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de distribución.



Figura 3: Implantación general del proyecto





2.1.1 Selección del sitio

En la selección del sitio para instalar la central fotovoltaica se eligió este predio como resultado de un análisis minucioso y con la finalidad de maximizar la producción de energía eléctrica por los siguientes factores:

- La zona cumple con el requerimiento de radiación solar necesaria.
- El predio cuenta con las dimensiones necesarias para el desarrollo del proyecto.
- Se tiene la certeza de la tenencia de la tierra.
- El uso del suelo corresponde a áreas con actividad pecuaria (pastoreo extensivo).
- No Incide en áreas ambientalmente sensibles o ecosistemas únicos.
- No está dentro de un área natural protegida.
- La vegetación presente en la superficie del proyecto es secundaria.
- Existen vías de comunicación en las inmediaciones del predio.
- La zona cuenta con la infraestructura necesaria para el desarrollo y operación del proyecto.

No se cuenta con ningún sitio alternativo ya que el predio seleccionado cubre las características ambientales y técnicas necesarias para su desarrollo.

2.1.2 Ubicación física del proyecto y planos de localización

Se pretende llevar a cabo la construcción, implementación y operación de una central fotovoltaica y su línea de transmisión en el municipio de Hermosillo, Sonora. Aproximadamente a 7.38 km al sureste de la localidad de Mesa de Seri (**ver anexo 4.1.1 Localización**). Para llegar se toma la carretera estatal número 20 Hermosillo-Sahuaripa con dirección a Mazatán y en el km 16+200 se desvía hacia la izquierda a la altura de la localidad denominada “La Cruz”, para tomar un camino de terracería en dirección norte alrededor de 0.77 km, hasta un camino de pavimento, se continua por este cerca de 1.35 km y nuevamente se dobla a la izquierda a tomar otro camino de terracería 1.64 kilómetros más hasta llegar a la subestación eléctrica que se construirá para este proyecto en las coordenadas UTM:

Tabla 1: Coordenadas de ubicación

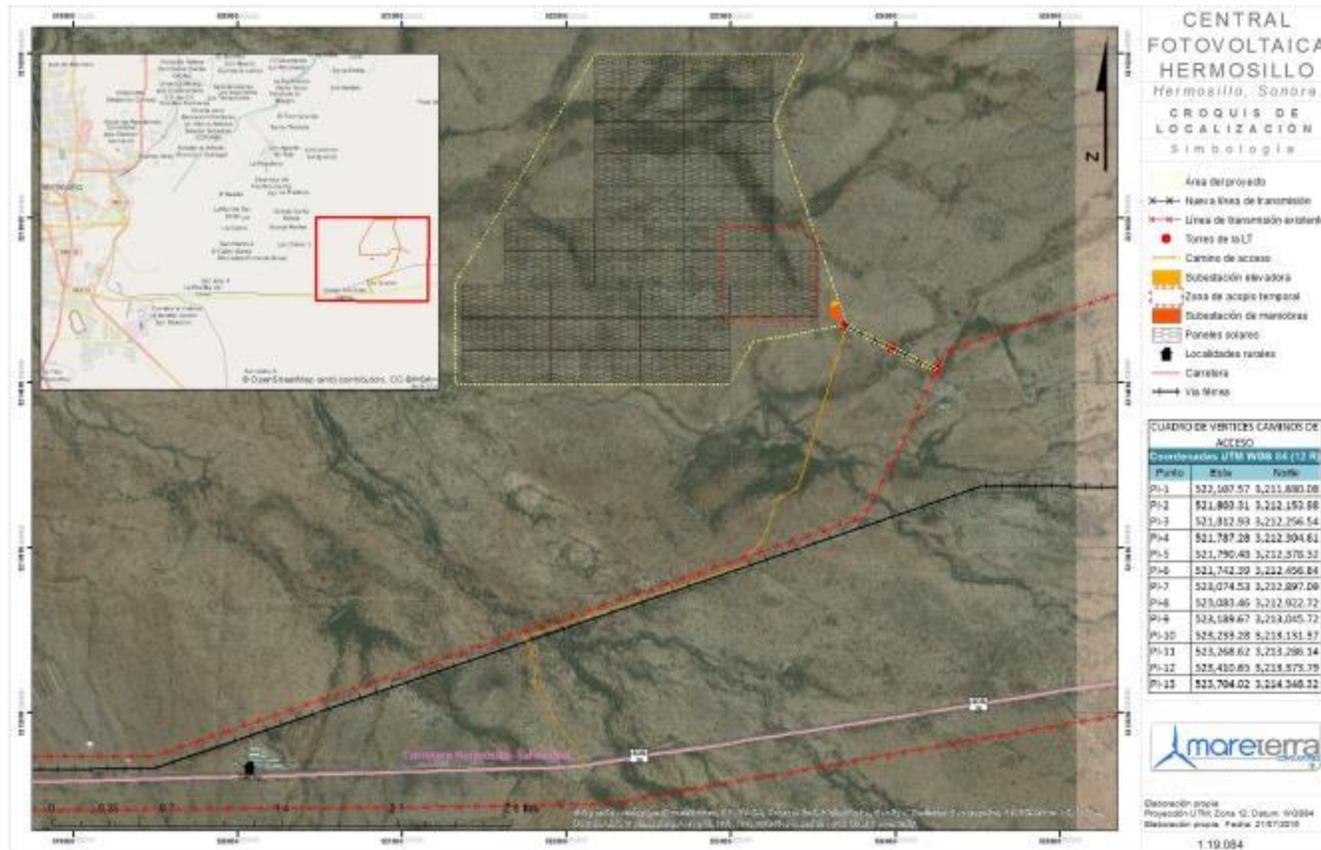
CUADRO DE VERTICES PARQUE FOTOVOLTAICO		
Coordenadas UTM WGS 84 (12 R)		
Punto	Este	Norte
PI-1	523,709.92	3,214,349.65
PI-2	523,261.25	3,215,604.84
PI-3	523,444.69	3,215,994.83



CUADRO DE VERTICES PARQUE FOTOVOLTAICO		
PI-4	522,174.77	3,215,994.83
PI-5	521,322.52	3,214,600.87
PI-6	521,322.52	3,213,989.11
PI-7	522,989.14	3,213,989.11
PI-8	523,125.63	3,214,242.27
COORDENADAS EXTREMAS DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN (LT)		
LT1	523615	3214372
LT2	524256	3214079



Figura 4: Ubicación y vialidades





2.1.3 Inversión requerida

La inversión requerida para la instalación de la Central Fotovoltaica Hermosillo, la subestaciones eléctricas, los trabajos necesarios para acondicionar el predio, las obras de construcción para acondicionamiento de caminos, preparar las estructuras de colocación soporte de los paneles, tendido eléctrico y torres, es de aproximadamente \$260 mdd (incluye ingeniería, suministros y construcción).

2.1.3.1 Costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación

El costo aproximado para la aplicación de las medidas de mitigación es de \$50'000,000.00 (cincuenta millones de pesos).

2.1.4 Dimensiones del proyecto

La superficie total del área de proyecto es de 358.98 ha

Superficie para Obras Permanentes	Dimensiones (m ²)	Dimensiones (ha)	Porcentaje del área del proyecto (%)	ACLARACIONES
Paneles solares	2,765,500	276.55	77.03771798	---
Caminos interiores	64,500	6.45	1.79675748	La longitud de los caminos será de 6,445 metros, y tendrán una anchura de 10 metros.
Línea de transmisión y derecho de vía	11,400	1.14	0.317566438	La longitud de la línea de transmisión es de 615 metros, la cual contará con tres torres de 81 m ² cada una. El derecho de vía es de 18.50 metros.
Subestación de maniobras	5,400	0.54	0.150426208	Dentro del polígono de la subestación de maniobras, se incluyen las oficinas, aseos y servicios para trabajadores, y la sala de control.
Subestación elevadora	900	0.09	0.025071035	---



Superficie para Obras Permanentes	Dimensiones (m ²)	Dimensiones (ha)	Porcentaje del área del proyecto (%)	ACLARACIONES
Áreas de reserva	742,100	74.21	20.67246086	El área de reserva es aquella porción del área del proyecto en la que no se tiene contemplada la realización de NINGUNA OBRA pero se reservan para un posible uso posterior
TOTAL	3,589,800	358.98	100	---

Superficie para Obras Temporales	Dimensiones (m ²)	Dimensiones (ha)	Porcentaje del área del proyecto (%)	ACLARACIONES
Patio de maniobras, áreas de acopio y oficinas	298,200	29.82	8.3	Estas Obras serán carácter temporal, y se localizarán dentro del área de proyecto

2.1.4.1 Superficie a afectar en m² con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto

La superficie que se verá afectada por la construcción del proyecto es de 2,847.700 m², mismas que están cubiertas por Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Arbofruticosa en planicies con palo verde, palo fierro; con *Pennisetum ciliare* (Zacate buffel), *Encelia farinosa* var. *Farinosa* (hierba del vaso) y *Stenocereus alamosensis* pitayo sina).

2.1.5 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

2.1.5.1 Análisis de la Vegetación y del Uso del Suelo

2.1.5.1.1 Metodología

Para determinar el uso de suelo del área del proyecto se llevaron a cabo recorridos en toda el área del proyecto, con el fin de determinar el uso del suelo en el sitio, se procedió a determinar las especies presentes para conformar el listado florístico.



El inventario está conformado por las especies encontradas en el sitio del proyecto.

Tomando la superficie total del proyecto, analizando las especies de flora encontradas se determinó la estadística necesaria para los muestreos de las especies arbóreas y arbustivas ubicadas en el área del proyecto.

Para poder obtener una panorámica del estado de conservación o deterioro se realizaron tomas de fotografías de las especies en general. Todos los puntos de muestreo fueron ubicados geográficamente por medio de un GPS con Datum WGS84 (14R).

Para la recopilación de la información, se analizaron cartas vectoriales existentes de vegetación y uso de suelo, además de integrar los datos vectoriales de las Cartas de Uso de Suelo y Vegetación de la serie V del INEGI (2010-2013).

La información vectorial, se integró al Sistema de Información Geográfica (SIG), con el cual se realizó el análisis del uso de suelo para determinar zonas forestales y no forestales; para después realizar los cálculos y editar los mapas correspondientes para el estudio.

La información de especies observadas y anotadas en campo para el presente documento tienen como fuentes principales de análisis la literatura contenida en los trabajos de la Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero, COTECOCA (1974), Rzedowski (2006) y Miranda y Hernández (2014), considerando la nomenclatura de COTECOCA.

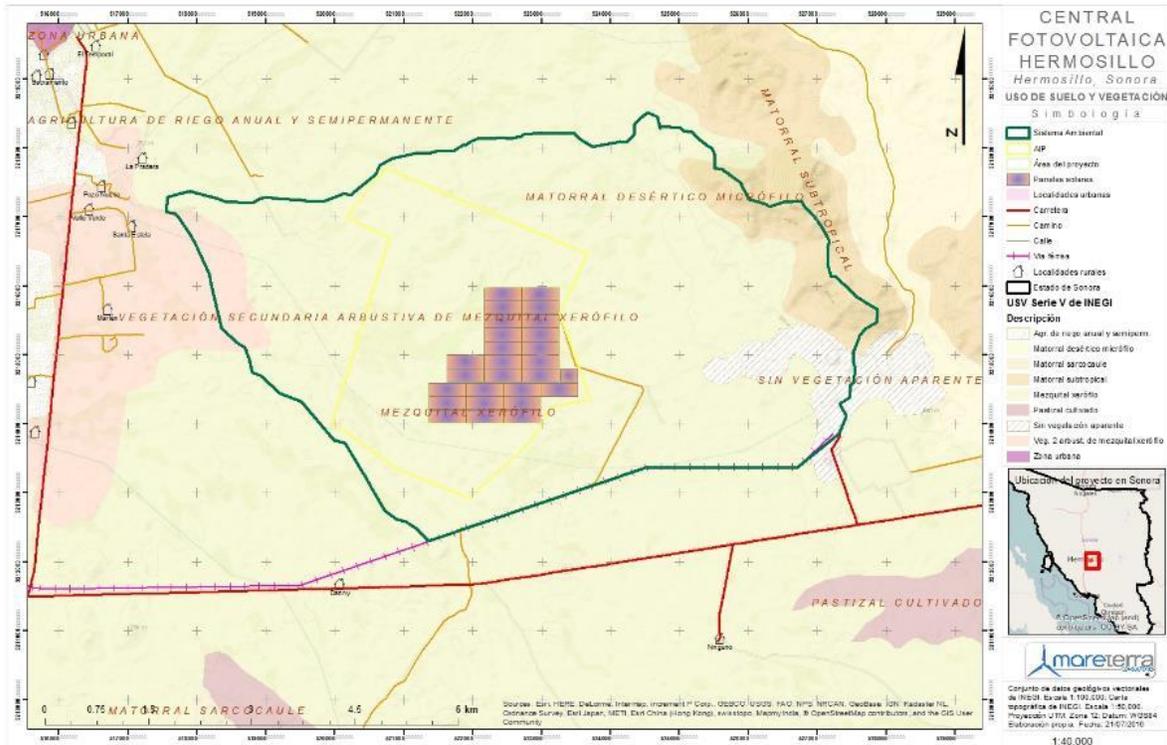
Ésta se realizó por medio de claves de diferentes familias localizadas en la literatura especializada. Otra parte importante fue la obtención de información relevante por medio de la revisión de literatura, utilizando como fuente principal las monografías y listados publicados para el área del proyecto.

2.1.5.1.2 Uso actual del suelo

Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Arbosufrutescente en planicies con palo verde, palo fierro

La vegetación secundaria de matorral arbosufrutescente es el estado sucesivo del matorral arbosufrutescente. Esto significa que hay indicios de que la composición del matorral ha sido eliminada o perturbada. Una característica particular es la presencia de *Pennisetum ciliare* (*Zacate buffel*), que es un pasto introducido como planta forrajera, oriundo de Eurasia tropical, y en constatación de expansión como especie invasiva. Se puede observar la ausencia de *Acacia farnesiana* (huizache), *Cylindropuntia fulgida* y *Parkinsonia aculeata*, y la escasa presencia de individuos de *Encelia farinosa* var. *farinosa* (hierba del vaso) y *Stenocereus alamosensis* (pitayo sina); componentes florísticos principales de la vegetación de Matorral Arbosufrutescente (Matorral Xerófilo).

Figura 5: Uso de suelo y vegetación



2.1.5.2 Cuerpos de Agua

En el Sistema Ambiental y área del proyecto se encuentran una serie de corrientes de agua de tipo intermitente, los cuales solo presentan agua en época de lluvias.

Así mismo se localiza en el distrito de riego número 051, el cual abarca un área de 66,296 ha, del estado de Sonora. Considerando el estado del acuífero y el distrito de riego esta zona fue decretada en veda para la perforación de nuevos aprovechamientos de aguas subterráneas desde el 2 de junio de 1967 (CONAGUA, 2015).

Sin embargo, no se realizarán actividades que impliquen el desvío de cauces o el aprovechamiento de aguas superficiales o subterráneas.

2.1.5.3 Cambio de Uso de Suelo Forestal

No es necesario realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales ya que el terreno presenta una cobertura vegetal de especies características de terrenos impactados abandonados por lo que no se considera área forestal o preferentemente forestal.



2.1.6 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

2.1.6.1 Servicios

Los servicios que actualmente son requeridos para la operación de la Central se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 2: Servicios actuales para la operación de la central

Servicio	Proveedor
Energía Eléctrica	Autosuficiente
Telefonía	Se usan únicamente líneas celulares de diferentes compañías.
Agua	Agua potable: Se adquirirá en las localidades cercanas por medio de garrafones.
	Agua cruda: Autosuficiente
Accesos	El principal acceso es por medio de caminos secundarios a partir de la carretera estatal número 20 Hermosillo-Mazatán.
Residuos	Peligrosos y de Manejo Ambiental: Se almacenarán temporalmente en contenedores tapados debidamente marcados de acuerdo al catálogo de CRETIB. Se contratará una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT, para la recolección, transporte, manejo y confinación final de este tipo de residuos.
	Domésticos: Serán depositados en contenedores metálicos con tapa y debidamente marcados, para su posterior traslado al depósito municipal.
Sanitarios	Se contratará una empresa autorizada para dar el servicio de sanitarios portátiles, durante la etapa de preparación y construcción.

Se construirán oficinas, un almacén destinado para los residuos peligrosos y los servicios sanitarios necesarios para los operadores y vigilantes de la planta durante la etapa de operación y mantenimiento.



2.2 Características particulares del proyecto

Con este proyecto se busca aprovechar la energía solar de la zona, transformarla en energía eléctrica y suministrarla a la red de la CFE. Un punto a favor para el desarrollo del proyecto es la creciente demanda de energía y la necesidad de aportar soluciones eficientes, sostenibles y ambientalmente amigables en este campo. Al utilizar como fuente de energía la solar, se puede considerar un potencial técnico de aprovechamiento renovable al cien por ciento.

Se realizará la interconexión de la Central con la red Nacional mediante la subestación eléctrica maniobras. La tensión de la electricidad generada por la Central Fotovoltaica Hermosillo se elevará mediante transformadores en la SE de la central generadora para incrementar el voltaje de salida de la Central Fotovoltaica hasta su interconexión a la red.

La Central Fotovoltaica contribuirá al abastecimiento de la demanda de energía de una forma ambientalmente responsable y disminuirá la dependencia que se tiene hacia las energías fósiles. Los sistemas fotovoltaicos que se utilizarán son de larga duración. Es un sistema bastante sencillo y que permite bajar los costos de mantenimiento de la instalación, gracias a su interfaz de datos amigable.

2.2.1 Descripción general

La Central Fotovoltaica estará conformada por 100 bloques de generación de 1.2 MWp cada uno considerando módulo policristalino de 300 Wp montado sobre estructura fija. Cada bloque de generación contará con un centro de acondicionamiento de potencia conformado por un inversor de 1 MWac y transformador tipo pedestal de 270/34.5kV. La energía de cada bloque de generación será transmitida por una red interna en Media Tensión (34.5kV) de circuitos colectores hasta la Subestación Elevadora donde se adecuará la tensión de 34.5kV a 115KV para su interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional.

2.2.2 Módulo fotovoltaico

Los módulos fotovoltaicos del proyecto se basa de tecnología policristalina, cumplirán la norma UNE-EN, NMX, IEC y/o UL correspondiente.

Todos los módulos que integrarán la instalación serán del mismo modelo.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.



2.2.3 Criterios de diseño eléctricos

La elección de la sección del cableado se basará en la aplicación del criterio térmico (la intensidad máxima admisible en cada serie corresponde a la máxima intensidad de cortocircuito del módulo en condiciones de alta radiación y elevada temperatura exterior) y del criterio de caída de tensión, asumiendo la sección mayor de las obtenidas mediante ambos criterios.

El diseño de las infraestructuras eléctricas de Baja Tensión BT asegurará un grado de aislamiento eléctrico mínimo clase II en lo que afecta a equipos (módulos fotovoltaicos e inversores) y al resto de materiales (conductores, cajas, cableado de continua, armarios de conexión...). No obstante, la instalación incorporará todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de las personas, la calidad de suministro y no provocar averías en la red de acuerdo con la normativa en vigor.

En la parte DC, se empleará cableado fotovoltaico especialmente diseñado para esta aplicación, adecuado para su uso a la intemperie y provistos de conectores rápidos tipo MC o compatibles. Se especificará la forma de conducir el cable de la red DC (interconexión en serie de módulos, finales de cada una de las series que integran las mesas, conexión con los cuadros de agrupación, etc.) de manera que el impacto visual resultante sea prácticamente nulo, de forma subterránea bajo zanja o en bandeja dependiendo de las ubicaciones de los distintos elementos. Los polos positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

En la parte AC, tanto las acometidas a los inversores en intemperie como a los centros de transformación se realizarán mediante canalización enterrada. Para la red de MT, se realizará una optimización técnico-económica de la red desde los centros de transformación hasta la subestación principal de planta, teniendo en cuenta la minimización de pérdidas, el cumplimiento de las caídas de tensión admisibles en función de las distancias y la capitalización de las pérdidas de energía. Asimismo se analizará el nivel de tensión óptimo de la red MT y la idoneidad de la inclusión de subestaciones elevadoras intermedias MT/AT que se conectarán con la subestación principal de planta, que elevará la tensión hasta la tensión de la red de distribución a la que se conecte la Central.

2.2.3.1 Cuadros de agrupación

Los cuadros de agrupación serán armarios de construcción modular, monobloque y que reagruparán los cables DC procedentes de las ramas o *strings* de módulos fotovoltaicos integrando los elementos de protección y maniobra (interruptores, seccionadores de corte en carga, fusibles. Los cuadros de agrupación deberán ser adecuados para trabajo en intemperie, completamente estancos, y protegidos del polvo y contra el agua (grado de



protección IP55). Los cuadros de agrupación serán metálicos o de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Los cuadros de agrupación contarán con monitorización de los valores de tensión e intensidad de cada *string*. Se especificarán las características constructivas de los cuadros de agrupación y los métodos previstos de montaje y de fijación.

Después de los cuadros de agrupación de *strings* de módulos fotovoltaicos se dispondrá otro conjunto de cuadro de agrupación mayor que conectarán varios cuadros de agrupación menores en paralelo, y desde ellos se acometerá la entrada a los inversores.

2.2.3.2 Inversores

La corriente continua producida en el generador fotovoltaico se transformará mediante inversores trifásicos en corriente alterna sincronizada con la red a la que se conecte la central.

Los inversores deberán cumplir con la normativa vigente, en particular las normas IEC 61683, IEC 62093 y/o UL 1741. Asimismo los inversores deberán estar certificados para cumplir las directivas en materia de seguridad eléctrica y de compatibilidad electromagnética. Los inversores funcionarán de manera totalmente automática, a partir de la tensión y frecuencia de red, y aportando la máxima potencia posible de los módulos fotovoltaicos (seguimiento del punto de máxima potencia).

Se especificarán los casos de operación en que los inversores dejarán de funcionar o se desconectarán como por ejemplo, escasa radiación solar, interrupción de suministro de la red de interconexión, tensión y/o frecuencia fuera de rango, exceso de temperatura, etc. los inversores no funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores seleccionados cumplirán con los requerimientos del Código de Red Reglas Generales de Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional para generadores o permisionarios con fuentes de energías renovables o cogeneración eficiente consideradas en la Resolución Núm. RES/119/2012 del 22 de mayo de 2012 emitidas por la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

Se analizará la capacidad de dichos inversores para controlar la inyección de potencia a red, tanto en el caso de inyectar solo potencia activa ($\cos \phi \approx 1$) como en el permitir inyectar energía reactiva tanto inductiva como capacitiva.

Los inversores seleccionados deberán poder soportar reducciones bruscas de tensión en la red eléctrica (huecos de tensión) y cumplir los criterios de reconexión de la instalación (e.g., rampa de carga, banda de frecuencia,...) según lo especificado por el Código de Red aplicable.

Se estudiará el uso de tanto inversores de exterior como de interior en función de las características técnicas de los equipos y de las condiciones del emplazamiento:



- En el caso de uso exterior, los inversores se ubicarán junto a los transformadores e irán montados en intemperie sobre losa de hormigón deberán tener grado de protección IP65.
- En el caso de uso interior, se ubicarán en el interior de centros prefabricados que alojarán tanto inversores como transformadores.

2.2.3.3 Puesta a tierra

El sistema de tierras de la planta fotovoltaica deberá ajustarse a lo especificado en la normativa vigente, en particular atendiendo a la NOM 001-SEDE-2012.

En principio, todas las masas de la Planta Fotovoltaica, tanto de la sección de continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Se indicarán las características de la instalación de puesta a tierra (sección de cable, profundidad de instalación, elementos de conexión, etc.). El material de los conductores de tierra será normalmente cobre. Siempre que sea posible se aprovechará la red de zanjas diseñada para la conducción del cableado de Baja Tensión.

Se deberá asegurar el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico bien mediante un transformador de aislamiento bien mediante un dispositivo equivalente.

2.2.3.4 Protecciones

El sistema de protecciones cumplirá las exigencias previstas en la reglamentación vigente.

La instalación contará con elementos de protección tales como el interruptor automático general que permita separar la planta fotovoltaica de la red de distribución.

Se dotará a la instalación de protecciones en cada línea de generación de modo que se pueda aislar la zona de fallo sin parar toda la instalación, disponiendo de medios de desconexión en la salida del generador fotovoltaico (o entrada del inversor) en continua y en la salida del inversor en alterna, los cuales deberán seleccionarse de acuerdo a la NOM 001 SEDE 2012.

La instalación contará con un dispositivo de protección contra descargas atmosféricas.

2.2.3.5 Sistema de evacuación en el punto de interconexión del proyecto (Línea de Transmisión)

2.2.3.5.1 Descripción general

Dadas las características del sistema eléctrico existente en la zona y las de la Central implicada en este documento, se propone realizar la interconexión entre ambos mediante la apertura de la Línea 115 kV localizada al sureste del proyecto.



Para esto se propone la construcción de una Subestación de maniobra en la cual se realizará la apertura de la línea antes citada.

2.2.3.6 Descripción del sistema eléctrico

2.2.3.6.1 Subestaciones eléctricas transformadoras

2.2.3.6.1.1 Descripción de las instalaciones

La subestación transformadora a construir en el interior de la central estará compuesta por un sistema de 115 kV de intemperie de simple barra. Un sistema de 34.5 kV situado en celdas de interior, con configuración de simple barra, compuesto por tantas posiciones de línea como circuitos existan, posiciones de transformador, posiciones de servicios auxiliares y posiciones de medida de barras. La aparamenta de este sistema está dispuesta en celdas modulares, con aislamiento en SF6.

El conjunto de transformación estará formado por transformadores de 115/34.5 kV instalados en intemperie. Los elementos principales implicados en la conexión descrita en los párrafos anteriores deberán tener las siguientes características generales:

2.2.3.6.2 Sistema de transformación

Se instalará un transformador de relación 115/34.5 kV en baño de aceite, con las siguientes características:

- Relación de transformación:115/34.5 kV
- Grupo de conexión:.....Ynd11
- Regulación de carga:..... JANSSEN. +/-10*1%
- Tensión de cortocircuito.....<12%

2.2.4 Línea de evacuación en alta tensión

2.2.4.1 Descripción de las instalaciones

La evacuación de la energía producida por el parque se realizará a través líneas eléctricas aéreas a una tensión de 115 kV.

2.2.4.2 Características generales

- Clase de Corriente: Alterna Trifásica
- Frecuencia: 60Hz.
- Tensión: 115 kV
- Longitud aproximada línea SET Parque - Pto. de Conexión: < 3km
- Tensión más elevada de la Red (US): 145 kV.



IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

- Cable de fase de acero recubierto de aluminio soldado tipo ACSR/AS, según CFE E0000-18.
- Cable de guarda de aluminio revestido de acero, AAS
- Cable de guarda OPGW



2.2.5 Programa general de trabajo

El proyecto se desarrollará en las siguientes etapas (**ver anexo 2.1 Cronograma**):

Preparación y Construcción.- 24 meses

OBRAS Y ACTIVIDADES	Meses																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Etapa de Preparación																									
Obtención de permisos y tramites	x	x																							
Obras y actividades																									
Colocación de letreros		x	x	x																					
Colocación del cerco o valla provisional			x	x	x																				
Limpieza del terreno (reto de basura)			x	x	x																				
Actividades de preparación del terreno																									
Despalme		x	x																						
Etapa de Construcción																									
Obra Civil					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
Cimentaciones y construcciones					x	x	x	x	x	x	x	x													
Montaje Mecánico					x	x	x	x	x	x	x														
Montaje Eléctrico						x	x	x	x	x	x	x	x												
Instalación y Conexión de Inversores FV							x	x	x	x	x	x	x	x											
Sistema de Evacuación (LT)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
Subestaciones eléctricas transformadoras						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Módulo fotovoltaico												x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Montaje electromecánico																			x	x	x	x			



OBRAS Y ACTIVIDADES	Meses																									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Colocación de Torres y Tendido eléctrico de la Línea de Transmisión																				x	x	x	x	x	x	x
Conexión a la Red																									x	x
Puesta en Marcha y Pruebas																									x	x
Pruebas de Rendimiento																										x
Programa de Vigilancia Ambiental		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Operación y Mantenimiento.- 25 años

OBRAS Y ACTIVIDADES	AÑOS																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Etapa de Operación																										
Operación y mantenimiento	*	*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

*Los dos primeros años pertenecen a la etapa de preparación y construcción



2.2.6 Actividades previas a la construcción

Las principales actividades previas a la construcción del proyecto, que Iberdrola realizará antes se enumeran a continuación:

Implementación del equipo responsable del desarrollo, iniciando con el nombramiento del director de proyecto DP, el cual será el responsable de llevar el control y coordinar todas las actividades principales y conformará el equipo de recursos humanos para su ejecución.

- Revisión de los documentos legales como fianzas, permisos de construcción, licencias municipales, etc., aportados por el cliente.
- Realización de estudios de mecánica de suelos más específicos y reconocimiento topográfico a detalle.
- Elaboración de un programa global de las obras con fechas claves.
- Realización de las ingenierías de detalle de cada una de las obras.
- Lanzamiento de pedidos de los equipos y materiales necesarios para el desarrollo de la obra.
- Realización de licitación para la contratación de obras o frentes de trabajo de las distintas obras.
- Implementación de la infraestructura necesaria como oficinas y almacenes en el sitio.
- Implementación con el cliente de los canales de comunicación en los distintos niveles de las dos organizaciones.
- Seguimiento del suministro de equipos así como la supervisión en la fabricación de los mismos en cuanto a sus pruebas y protocolos en fábrica, y vigilar que cumplan con la calidad y los requerimientos exigidos.

2.2.6.1 Trabajos de construcción, pruebas y puesta en servicio

La metodología general en relación a los trabajos que Iberdrola realizará en el emplazamiento, consiste en los siguientes aspectos:

- Realización de los trabajos necesarios para la correcta ejecución de la construcción, montaje y puesta en servicio de las obras que integran este proyecto.
- Para el acopio de materiales se habilitarán zonas de acopio en el propio emplazamiento.
- En el emplazamiento se habilitará una oficina de campo para la supervisión de cada una de las obras.
- Supervisión de la ejecución de los trabajos por el equipo de construcción, aplicando las especificaciones y normas de contrato, asimismo con el equipo de



calidad, seguridad y medio ambiente cumpliendo con las normas y procedimientos para cada una de las actividades de construcción.

- Pruebas y puesta en servicio, resolución de pendientes menores y entrega de obras en tiempo y forma en coordinación con el cliente.

2.2.6.2 Gestión de almacenes

La gestión del almacén implica llevar el control de materiales o equipos recibidos, de los que faltan y de los que se han entregado a los subcontratistas. Una buena gestión del almacén proporciona información en tiempo real de los materiales o equipos que faltan y que son críticos, permite programar con más precisión los montajes en tiempo y contar con espacios disponibles.

2.2.7 Preparación del sitio

El fin de la preparación del terreno es adecuarlo para que la construcción de la planta se lleve a cabo de manera ordenada con los menores impactos posibles así como facilitar las obras complementarias.

Esta etapa consiste en la ejecución del movimiento de tierras para la explanación del terreno para la ubicación de la estructura fija acorde a sus características técnicas, viales, cimentaciones y zanjas. Incluye la entibación y agotamiento cuando fuere necesario, así como el posterior relleno de excavaciones.

2.2.7.1 Señalamiento y cercado

Se colocarán letreros grandes y llamativos en el perímetro de obras del proyecto. Se colocara una valla perimetral en la zona de obras del proyecto para evitar el paso a personas extrañas al mismo.

2.2.7.2 Desbroce y limpieza del terreno

Consiste en la extracción y retirada en las zonas designadas, de todos los árboles, tocones, maleza, plantas, escombros, basura, capa de tierra vegetal existente y cualquier otro material indeseable. Las operaciones de explanación se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr las condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en aquellos elementos se marque como destinados a ser conservados intactos.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 centímetros de diámetro serán eliminados, hasta una profundidad no inferior a 50 centímetros por debajo de la explanada.

Se tomará especial cuidado para no dañar las especies vegetales que se sitúan fuera de la zona de explanación. Del terreno natural sobre el que se ha de asentar un relleno se eliminarán todos los tocones y raíces con diámetro superior a 10 centímetros; de tal forma que no quede ninguno dentro del cimientto del relleno, ni a menos de 15 centímetros de



profundidad bajo la superficie natural del terreno. Los huecos formados por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con el suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce, y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno.

En función la cantidad de tierra vegetal que se retire se depositará en lugares predeterminados para su posterior aprovechamiento.

2.2.7.3 Excavaciones

Las excavaciones se harán sujetas a las modificaciones que según la naturaleza del terreno ordene la Dirección de Obra por escrito. Todo exceso de excavación que el contratista realice sin autorización, por error del personal o por cualquier defecto en la técnica de su ejecución, deberá rellenarse con terraplén o tipo de tierras que considere conveniente la Dirección de Obra, en la forma que ésta prescriba, no siendo de abono el exceso de excavación ni el relleno prescrito. En general, las superficies de las excavaciones terminadas serán refinadas y saneadas, de manera que no quede ningún bloque o laja con peligro de desprenderse.

Si para evitar excesos de excavación o por seguridad en el trabajo fuese indispensable realizar apeos o entibaciones, se podrá ordenar su ejecución, siendo esta por cuenta y riesgo del contratista.

2.2.7.4 Excavaciones y rellenos en explanada

Los rellenos se realizarán por estratos de 30 centímetros el espesor máximo. Se extenderán tomando las precauciones necesarias para evitar su segregación. Posteriormente, se compactará, y si es preciso se humectará o desecará para obtener la densidad exigida.

Se tomarán todas las precauciones necesarias para impedir que existan huecos que puedan ser rellenados, por el producto de descomposición de la roca. Cada estrato, antes de iniciar la extensión del siguiente, ha de ser nivelada y conformada con el equipo preciso.

En las zonas donde no pueda actuar la maquinaria, se podrá autorizar la colocación de estratos del espesor necesario hasta conseguir la utilización del equipo, siempre que se consigan los límites mínimos de compactación exigidos. Cada capa de terraplén deberá compactarse con el contenido de humedad preciso para conseguir el grado de compactación requerido.

La medición de la excavación y relleno con el propio material, se realizará por diferencia teórica entre perfiles transversales del terreno tomados antes del inicio de las excavaciones y después de realizada la compactación. La medición del material de préstamo, se realizará por diferencia de perfiles transversales tomados antes de su inicio y una vez compactado.



2.2.7.5 Obras de refino

Una vez terminados los desmontajes y/o terraplenados, se comprobarán y rectificarán las alineaciones y rasantes, así como el ancho de las explanaciones ejecutándose el refino de taludes en los desmontajes, la limpieza y refino en las cunetas y explanaciones y en el repíe de los taludes. Estos perfilados podrán ser ejecutados a mano o a máquina.

2.2.7.6 Excavaciones en zanjas y fundaciones

La excavación en cimentaciones comprende la remoción de todo material encontrado, hasta las cotas y de acuerdo con las dimensiones propuestas. El fondo de las excavaciones se mantendrá firme, limpio, nivelado y seco hasta que termine el trabajo. Si se encontrara material inadecuado para cimentar sobre él, se eliminará y sustituirá hasta la profundidad que se considere adecuada.

En terrenos rocosos, la excavación se realizará con medios mecánicos. Se procederá al entibado de los terrenos cuando se consideren flojos y en los casos en que por las características de la excavación, profundidad, etc. sea necesario.

2.2.7.7 Exceso de excavación

Cuando se produzca un exceso de excavación respecto a las medidas teóricas, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando el exceso se ha producido por modificaciones al proyecto u órdenes de trabajo, la medición, tanto de la excavación como del hormigonado posterior, será la realmente obtenida.
- Cuando el exceso se ha producido por otras causas, siempre que se hayan realizado los trabajos de forma adecuada y tomando todas las precauciones, se decidirá a la vista de las razones que hayan motivado el exceso de excavación, si procede o no considerar dicho exceso o una parte del mismo en la medición.

2.2.7.8 Material sobrante de excavación

Antes de comenzar las obras se presentará a aprobación los lugares de posibles depósitos de escombreras. Todo escombro vertido fuera de los lugares autorizados deberá ser recogido, transportado y vertido en los lugares autorizados. Los escombros se dejarán en los depósitos de manera que sean estables y no entorpezcan el tráfico ni la evacuación de las aguas pluviales.



2.2.7.9 Agotamiento y estanqueidad

Las excavaciones se mantendrán secas y libres de agua durante la obra. En ningún caso se permitirá que descarguen aguas superficiales o subterráneas en las excavaciones. Dichas aguas se captarán y conducirán de modo que se evite todo posible perjuicio.

2.2.7.10 Entibación

Las paredes de las excavaciones serán entibadas en los casos que fuera necesario y se suministrará toda clase de trabajos, materiales, implementos y mantenimiento necesarios para tal fin.

2.2.7.11 Terraplenes

Los materiales a emplear en los terraplenes, procederán de las excavaciones y ocasionalmente de préstamo cuando así se indique. Deben reunir los requisitos exigidos para suelos adecuados en el núcleo y seleccionados en la coronación del terraplén. El extendido del material se realizará por capas de espesor uniforme y sin superar los 30 centímetros.

Su compactación se realizará por medios mecánicos adecuados a las características del terreno y material, hasta conseguir una densidad en el núcleo y coronación igual o superior al 95% y 100% respectivamente de la máxima obtenida mediante ensayo *Proctor* normal. No se extenderá ninguna capa de material, hasta no haber comprobado que la capa subyacente cumple las condiciones exigidas, así como que no se ha reblandecido por exceso de humedad o se encuentra afectada por heladas, paso de vehículos, etc.

Para aquellos terraplenes asentados sobre laderas con pendiente superior al 25%, se escalonará el terreno, no sobrepasando los 50 centímetros la altura de cada escalón. La superficie del terraplén dispondrá de pendiente suficiente que facilite la salida de aguas. Los taludes se terminarán de forma que se evite la erosión por corrientes de agua de lluvia.

2.2.7.12 Relleno de material granular

Los materiales a emplear serán áridos naturales o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, exentos de arcilla, marga y otros materiales extraños.

2.2.7.13 Rellenos con material filtrante

El extendido se realizará con las precauciones debidas, ya que generalmente se colocará próximo a muros de contención, galerías, tubos de drenaje, mechinales, etc. el grado de compactación dependerá del punto donde se encuentre dicho relleno.



2.2.8 Mediciones

A continuación se indican las mediciones aproximadas de excavación, relleno y transporte a vertedero.

Cantidad	Excavación (m ³)	Relleno (m ³)	Transporte a vertedero (m ³)
Zanjas	8500	8500	4200
	0.0115	0.0449	0.0057
Cunetas	1700	370	1700
	0.0023	0.0019	0.0024
Movimiento de tierras	729950	180600	729750
	0.9862	0.9532	0.9919
Total	740150	189470	735650

2.2.9 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

2.2.10 Etapa de construcción

2.2.10.1 Actividades necesarias para el inicio de la construcción

Para el inicio de la ejecución de los trabajos de construcción se realizarán las siguientes actividades:

- Recepción de los terrenos de los emplazamientos.
- Implementación del equipo de supervisión en la obra: oficina con comunicaciones, red eléctrica y de agua para las distintas actividades de los subcontratistas, acceso y control a la obra, delimitación del predio, zona de almacén etc.
- Control topográfico: levantamiento topográfico de las parcelas para el óptimo diseño de la planta fotovoltaica y el correcto replanteo de los elementos que la forman. En el caso de las subestaciones un levantamiento de la poligonal del predio con los límites. En el caso de línea de transmisión realizar un levantamiento topográfico de la trayectoria de la línea con los datos proporcionados por el cliente.
- Estudio de mecánica de suelos para los diseños definitivos de cimentaciones en total coordinación con los equipos a instalar.



IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

- Comprobación de autorizaciones y permisos que le correspondan otorgar al cliente para la construcción de las obras.

Para iniciar los trabajos de cualquier disciplina o paquete, tienen que contar en obra con lo siguiente:

- Documentación válida para construcción proporcionada por la ingeniería de proyecto.
- Materiales o equipos necesarios en la obra, si aplicara.
- El subcontratista deberá estar en obra con los recursos necesarios para la disciplina o paquete a iniciar.

Los subcontratistas son los que realmente ejecutan la obra e Iberdrola realiza el control de la ejecución de los trabajos y el suministro de los equipos. Toda actividad se hace en el marco de un programa general de proyecto con un Plan General de Control de Calidad y Gestión Ambiental, así como un Plan General de Riesgos Laborales, que los subcontratistas deben cumplir; implican las siguientes sub-actividades de construcción:

- Estudio detallado del contrato o pedido que aplique: alcance, definición física del paquete, hitos o programa a cumplir, medios o recursos a aportar por el subcontratista, fechas de incorporación de los mismos, y, en general cualquier cuestión particular que pueda afectar a la marcha de los trabajos.
- Cumplimiento de las condiciones iniciales del contrato.
- Estudio y revisión de la documentación válida para construcción.
- Reunión de lanzamiento con el contratista.
- Entrega de materiales o equipos para la construcción, si aplica.
- Entrega y control de documentación válida para construcción.
- Recepción y aprobación final de los Planes de Seguridad, Control de Calidad y de Gestión de Medio Ambiente.
- Elaboración de los procedimientos de construcción de ejecución antes del inicio de las actividades.

2.2.10.2 Actividades a realizar durante la ejecución de los trabajos

Una vez realizadas todas las actividades anteriores comienza la ejecución de los trabajos por los subcontratistas y con ello el control de la ejecución de los trabajos, estas actividades son llevadas a cabo por el equipo de Supervisión de Construcción. Las actividades principales de dicho equipo en la ejecución de los trabajos son las siguientes:

- Control de los programas de obra de los distintos contratistas, en cuanto a los avances, desviaciones y acciones correctivas para estas desviaciones.
- Control técnico y supervisión a la construcción de acuerdo a las normas y especificaciones del proyecto.



- Llevar el control y la evaluación de pruebas tanto de construcción, como de equipos y materiales que se instalarán en el proyecto.
- Control de los medios y recursos humanos, material y equipo, aportados por el contratista para la correcta consecución de los hitos y fechas de terminación.
- Resolución de problemas constructivos e interferencias entre subcontratistas.
- Resolver problemas de ingeniería en campo o con el departamento técnico de ingeniería para evitar retrasos en la consecución de hitos y fechas de terminación.
- Pruebas de puesta en servicio a equipos en las distintas obras del proyecto.
- Apoyo a la fase de trabajos de pruebas y puesta en servicio.
- Solución de listado de pendientes finales hasta obtener la aceptación definitiva.

2.2.10.3 Conceptos básicos a desarrollar en la fase de construcción

A continuación se describen los conceptos básicos de construcción de la planta fotovoltaica, subestaciones y de la línea de transmisión.

Planta Fotovoltaica

Las actividades fundamentales involucradas en la construcción de la central fotovoltaica son las siguientes:

- Levantamiento topográfico y estudio geotécnico del emplazamiento.
- Limpieza y retirada de vegetación y elementos rocosos en caso de ser necesario.
- Movimiento de tierras y nivelación del terreno de las zonas que lo requieran.
- Realización de las zanjas para acometida de cables.
- Cimentaciones de la estructura soporte de los módulos fotovoltaicos.
- Montaje del seguidor solar a un eje horizontal.
- Montaje de los módulos fotovoltaicos.
- Realización de cimentaciones para power blocks, cuadros eléctricos, torres meteorológicas, báculos sistema de seguridad, etc.
- Instalación y conexionado de cuadros eléctricos.
- Tendido y conexionado de cables de baja tensión AC y DC, cable de comunicaciones y fibra óptica.
- Tendido y conexionado de cable de MT.
- Tendido y conexionado de red de tierras de la instalación.
- Ejecución de accesos a la instalación y viales internos.
- Ejecución de sistema de drenajes.
- Montaje de cerramiento perimetral.
- Instalación de equipos del sistema de monitorización y seguridad.



A continuación se muestran fotografías de las actividades que se llevarán a cabo:

	
<p>Limpieza del terreno</p>	<p>Valla perimetral</p>
	
<p>Zanjas y arquetas</p>	<p>Accesos a la instalación</p>



Cimentaciones Power Blocks



Power Blocks



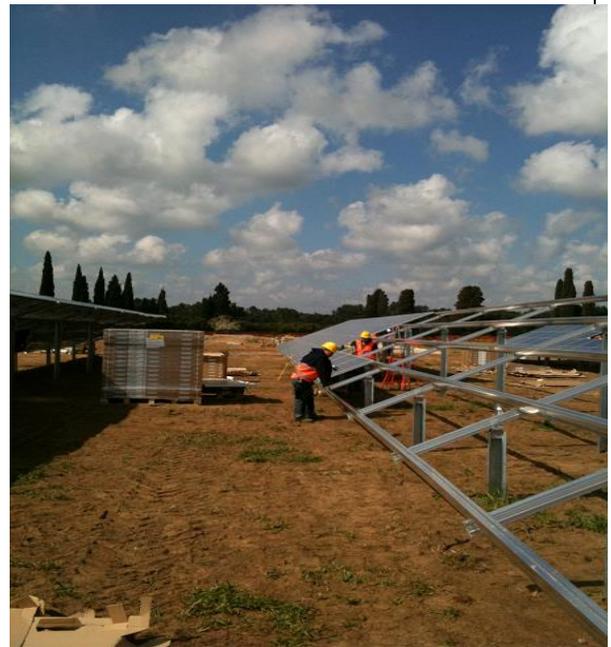
Viales internos y cunetas



Hincado de fustes



Fustes de la estructura



Montaje de estructura y paneles FV



Equipos eléctricos



Cuadros eléctricos



<p>Sistema de Seguridad</p>	<p>Módulos FV</p>

Nota: Las fotografías anteriores son ejemplificaciones de las actividades a realizar

Subestación eléctrica y Línea de transmisión eléctrica

A continuación se marcan las diferencias entre las actividades de obra civil y de montaje electromecánico.

Obra Civil:

- Levantamiento topográfico
- Trazo y nivelación del terreno.
- Corte y despalme.
- Conformación de plataforma.
- Trazo de ejes principales para referencias y colocación de BN de referencia.
- Construcción de cimentaciones mayores y menores.
- Construcción de edificio de control.
- Construcción de sistema de drenaje de requerirse o de lo contrario si es superficial canales y cunetas de salida de agua.
- Instalación de malla para sistema de tierras.
- Construcción de ductos, registros y trincheras para cables eléctricos.
- Construcción de cerco perimetral.



IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

- Construcción de camino de acceso y caminos interiores con cunetas y contra cunetas.
- Construcción de pisos terminados.
- Montaje y cimentación de las torres.

Montaje electromecánico:

- Montaje de estructura mayor y menor.
- Tendido y tensado de buses aéreos y cables de guarda.
- Montaje de equipo primario.
- Montaje de tableros PCYM, tableros de servicios propios y tableros de comunicación en cuarto de control.
- Montaje de bandejas en cuarto de control.
- Montaje de banco de baterías y cargadores.
- Tendido y conectado de cables de control, protección y fuerza.
- Instalación del sistema de alumbrado exterior.
- Pruebas pre-operativas a todos los sistemas y equipos de la subestación.
- Pruebas y puesta en servicio para su energización e integración al sistema eléctrico nacional.
- Solución de pendientes menores.
- Entrega recepción definitiva de las obras.

Las siguientes fotografías muestran las principales actividades implicadas en la construcción de una subestación.

	
Movimiento de tierras	Conformación de plataforma



Construcción de cimentaciones mayores



Construcción de edificio de control



Construcción de cimentaciones menores



Construcción de caminos interiores a la subestación



	
<p>Montaje de estructuras</p>	<p>Instalación de tableros y bandejas</p>
	
<p>Colocación y cimentación de las torres</p>	



	
	<p>Tendido del cableado eléctrico</p>

Las fotografías son ejemplificaciones de las actividades a realizar

Archivo, documentación y control de cambios

La ingeniería validada para construcción, editada por el equipo de ingeniería del proyecto es revisada, controlada y distribuida a los diferentes contratistas mediante una aplicación informática o en papel.

Las modificaciones o cambios en la ingeniería pueden ser básicamente debido a:

- Interferencias entre distintas disciplinas implicadas en la obra.
- Modificaciones por obras no previstas por ingeniería de obras existentes.
- Modificaciones solicitadas por el cliente.
- Modificaciones o variaciones acordadas entre construcción e ingeniería.
- Corrección de errores del proceso de ingeniería o construcción.

Pruebas y puesta en servicio

Las actividades de supervisión de construcción en las pruebas y en la puesta en servicio serán las siguientes:

- Apoyo al equipo de puesta en marcha en los trabajos de pruebas operativas a los equipos y sistemas de las obras del proyecto.
- Corrección de cambios en los equipos o cableados originados por la pruebas operativas realizadas por el equipo de puesta en marcha.
- Preparación de los dosieres de ingeniería de obra civil y montaje electromecánico en colaboración con el personal de calidad en obra.
- Atender el listado de pendientes de obra civil y montaje electromecánico hasta terminarlos para su la recepción final de las obra del proyecto.



Medios materiales y maquinaria

Los medios materiales y la maquinaria se dividen en dos grupos, en función de su objetivo principal:

- Los materiales y equipos para la supervisión y desarrollo del proyecto.
- Los medios materiales, equipos y maquinaria para la construcción de las obras.

Atendiendo a esta diferenciación, a continuación se detalla cada uno de estos grupos de medios técnicos.

Medios materiales y equipos para la supervisión y desarrollo del proyecto

En este apartado se describe el material y equipo que utilizará el personal de supervisión y de apoyo en obra para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

- Equipo de comunicación como lo son teléfonos celulares, radios, comunicación electrónica.
- Equipos de cómputo, mobiliario de oficina, material misceláneo de oficina.
- Vehículos de transporte y combustibles.

Medios materiales, equipos y maquinaria para la construcción del proyecto

Estos recursos serán aportados por los contratistas que construirán las obras; mismos encargados de aportar todos los recursos materiales, equipos y maquinaria necesarios para la ejecución de los trabajos de construcción, montaje y pruebas pre-operativas.

Medios humanos

El personal implicado en la realización de todas y cada una de las actividades en el desarrollo de este proyecto se divide en personal de dirección y supervisión del proyecto y el personal directo, es decir, el que construye directamente las obras.

El personal para la dirección y supervisión contará con una experiencia mínimo acreditable en proyectos similares y para cada función.

El personal que realizará directamente los trabajos lo suministrará el contratista de cada frente por especialidad. Estas empresas son evaluadas y homologadas por el personal de calidad.

2.2.10.4 Colocación de torres y tendido eléctrico

La línea de transmisión eléctrica tendrá una longitud de 615.76, se realizará por medio del hincado y armado de 3 estructuras de soporte (torres de acero), que se colocarán a cada 300 m en todo en trazo de la LT y soportarán el cable conductor 1C-ACSR 477-TA, para la transmisión de energía eléctrica con un voltaje de 115 kV.



2.2.10.4.1 Especificaciones Generales

Las torres son estructura de acero galvanizado por el método de doble inmersión en caliente. Generalmente las estructuras son diseños típicos de CFE, y la especificación general de referencia para las torres es la CFE J1000-50 Torres para Líneas de Transmisión y Subtransmisión (**ver anexo 2.2**).

Las torres empleadas son para una tensión de 115 kV:

- Torre 1: E71W21
- Torre 2: E71A21
- Torre 3: E71W21

2.2.10.4.1.1 Especificación de la cimentación para las torres.

Las cimentaciones de las torres (estructuras), son tipo profundas a base de pilas. La profundidad de las pilas puede ser variable y se diseñan en base a los resultados que se obtienen de un estudio geotécnico del suelo. La especificación general de referencia para cimentaciones es la CFE JA100-64 Cimentaciones para Estructuras de Líneas de Transmisión (**ver anexo 2.3**).

2.2.10.4.1.2 Derecho de vía (en metros totales)

El derecho de vía para la LT, con las estructuras del tipo empleado, de acuerdo a la especificación “CFE L1000-10 Derecho de Vía”, sería de: 18.50 metros (14.25 a cada lado).

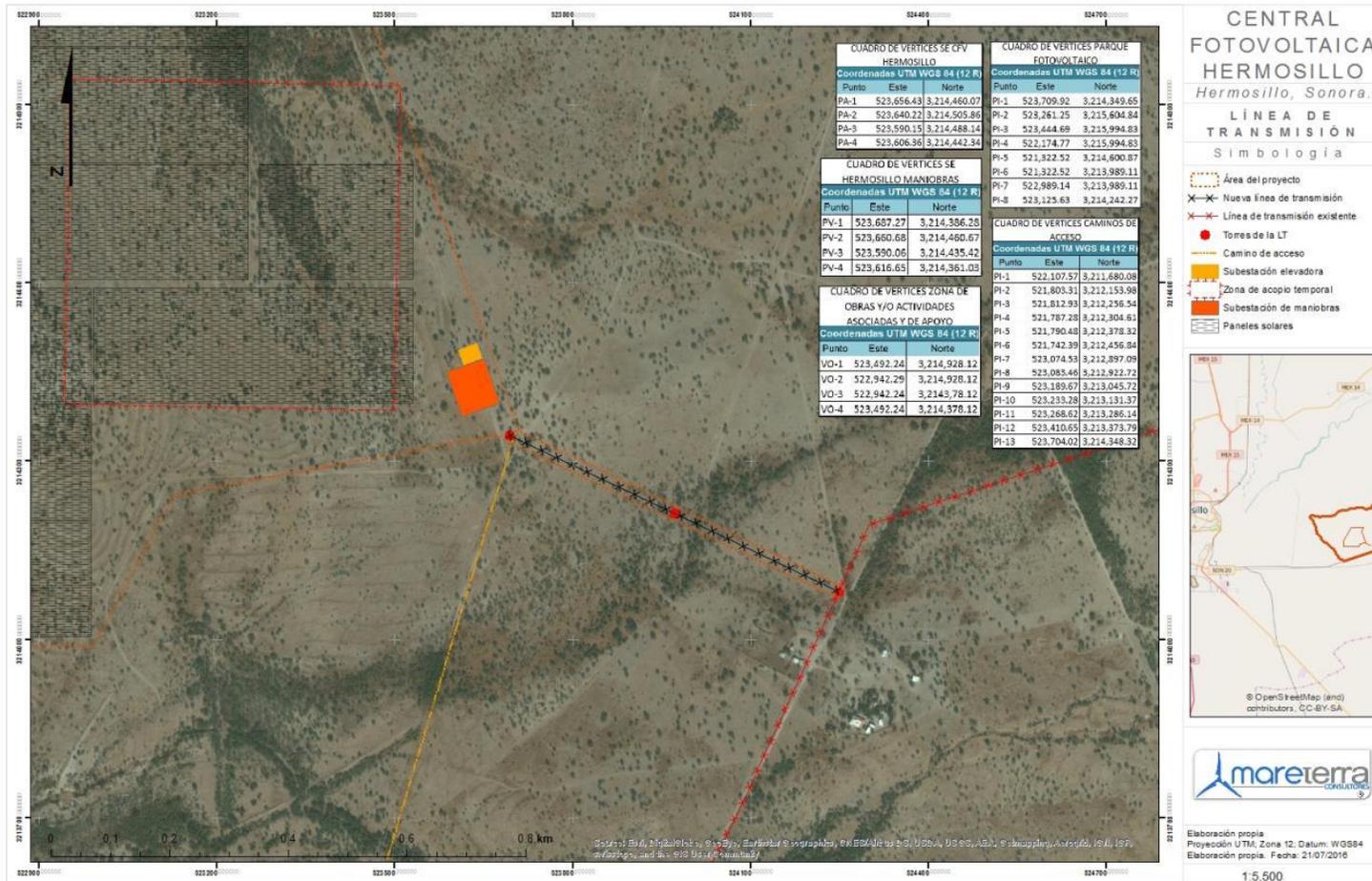
La ubicación y número de estructuras de la LT son las siguientes:

Tabla 3: Coordenadas de ubicación de las torres

Coordenadas UTM WGS 84 (12 R)		
Torre	Este	Norte
T1	523694.46	3214342.49
T2	523972.45	3214211.09
T3	524251.16	3214079.34



Figura 6: Línea de Transmisión eléctrica





2.2.11 Etapa de operación y mantenimiento

2.2.11.1 Operación

La etapa de operación comienza con la puesta en marcha del proyecto, que se realiza en dos fases, la primera es ejecutada por el equipo de supervisión de la construcción. La segunda parte es llevada a cabo por el departamento de puesta en servicio.

Después que el equipo supervisión de construcción termina con las pruebas pre-operativas de todos los equipos de forma individual, este último pasa a ser responsabilidad del personal de puesta en marcha, quien será el encargado de realizar la integración funcional de todo el equipamiento de las obras.

A continuación se indican las verificaciones que realiza el equipo de puesta en marcha para todos los equipos primarios:

- Verificación del cableado interno de acuerdo al código de colores, calibre, clase de conductor utilizado y listado de cables.
- Verificación del cableado interno de acuerdo a diagramas esquemáticos y trifilares.
- Verificación de conexión de equipos y cuadros eléctricos a la barra de tierras.
- Verificación de las conexiones de señales analógicas (TI's y TT's)
- Verificación del conexionado de malla del cable de control (TI's y TT's)
- Verificación de terminales a comprensión y etiquetado en todos los cuadros de AC y DC.
- Verificación de alimentaciones de cc a los equipos.
- Pares de apriete en componentes mecánicos.
- Verificación de montaje de equipos.
- Verificación eléctrica de *strings*, cuadros CC y cuadros AC
- Comprobación de orientación e inclinación de los paneles.
- Comprobación de la correcta instalación y funcionamiento de los siguientes equipos:
 - i. Inversores de las subcentrales
 - ii. Módulos fotovoltaicos.
 - iii. Cuadros y cajas de conexión, cableado, etc.
 - iv. Transformadores de las subcentrales y SS.AA
 - v. Celdas de MT y centros de transformación y protección MT.
 - vi. Seguidor solar a 1 eje horizontal.
 - vii. Las conexiones internas y las interconexiones con instalaciones externas
 - viii. Contadores de Energía principal de planta y SS.AA.



- ix. Estación meteorológica y sistema de monitorización.
- x. Sistema de iluminación, contra incendio, aire acondicionado y ventilación
- xi. Sistema de seguridad de la planta.
- xii. Instrumentos y dispositivos de monitorización y/o control.
- xiii. Estación meteorológica, con sus certificados de calibración, emitidos para la configuración instalada.
- xiv. Dispositivos de seguridad.
- xv. Pruebas funcionales de los esquemas de protección

2.2.11.2 Mantenimiento

El conjunto de actividades de mantenimiento que se desarrollan en una planta fotovoltaica, pueden agruparse en:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento correctivo
- Actividades de mantenimiento extraordinario

2.2.11.2.1 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo de un parque fotovoltaico, comprende aquellas actuaciones e inspecciones para evitar y detectar posibles fallos en los equipos, que puedan traducirse en un posterior evento que implique actuaciones correctivas. Debe plantearse en intervalos regulares y conforme a los requisitos estipulados por los distintos suministradores de equipos, así como por la normativa aplicable. Deberá llevarse a cabo de forma tal, que no afecte a las prestaciones de la planta fotovoltaica, ni a su disponibilidad o cualquier limitación a la generación derivada de estas tareas. El Plan de Mantenimiento de la planta será el documento base a utilizar por parte del operador en las labores de operación y mantenimiento.

Los trabajos de mantenimiento preventivo incluirán las siguientes tareas:

- Inspección y comprobación del correcto funcionamiento de todos los equipos, para garantizar la operatividad de los generadores fotovoltaicos e inversores, de acuerdo con las especificaciones aplicables al parque fotovoltaico, incluyendo inspección visual y comprobación de rendimiento de los equipos.
- Inspección y corrección de conexiones y anclajes.
- Cumplimentación de las fichas de revisiones periódicas, producciones, averías, incidencias externas y almacén de componentes.
- Revisión periódica de los datos monitorizados del día anterior en busca de anomalías. Mantenimiento y calibración de la estación meteorológica.



- Inspección de los componentes sometidos a desgaste y su reemplazo, en caso de ser necesario.
- Comprobación de estado del sistema de seguridad.
- Comprobación de estado de los elementos que componen el stock de repuestos.
- Comprobación de estado de todos los equipos que componen el sistema de monitorización, el sistema de comunicación y el sistema de seguridad y vigilancia de la planta.
- Atención de fallos o mensajes y pequeñas reclamaciones que no requieran un mantenimiento correctivo.
- Recogida de los residuos resultantes, incluida su adecuada gestión así como el desbroce de parcelas en la medida en que sea necesario.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los elementos de protección del parque fotovoltaico.
- Mantenimiento de las *power stations* y centro de control de la instalación.
- Mantenimiento preventivo y revisión periódica del sistema de avisos instantáneos.
- En general, el mantenimiento de todos los equipos y sistemas que componen el parque fotovoltaico.

2.2.11.2.1.1 Periodicidad del mantenimiento preventivo

En el manual de mantenimiento se establecerá la frecuencia de las tareas descritas. Dicho manual será particular de cada planta, en función de los requisitos operativos requeridos.

2.2.11.2.1.2 Actividades semestrales

- Inspección visual de la planta.
- Campo generador.
 - Inspección visual de los módulos fotovoltaicos.
 - Limpieza de los módulos fotovoltaicos acorde a las recomendaciones de los fabricantes.
- Revisión general de Inversores.
 - Cambio o limpieza de filtros.
 - Revisión de fuente de alimentación.
- Revisión de estructuras y cimentaciones.
 - Inspección visual de la estructura de la bancada de módulos.
 - Anclajes y fijaciones de módulos a estructura.
 - Revisión y engrase de los elementos mecánicos del seguidor.
- Inspección general de las cajas de conexión de:
 - Series y paralelos.
 - Entrada a inversores.



IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

- Salida de inversores.
- Servicios auxiliares.

En todos los casos con el siguiente alcance:

- Inspección de fusibles.
- Revisión y prueba de protecciones.
- Revisión de la puesta a tierra.
- Equipos de baja tensión y cables DC:
 - Comprobación de estado de cables DC.
 - Inspección de protecciones.
 - Comprobación componentes, interruptores y armarios de BT.
- Sistema de monitorización, estaciones meteorológicas, sistema de seguridad:
 - Inspección visual de las estaciones meteorológicas.
 - Inspección visual del sistema de monitorización (Scada) y sus elementos.
 - Inspección visual del sistema de vigilancia y seguridad.
 - Inspección visual equipos de medida.
 - Inspección visual del sistema de gestión de avisos.
- Transformadores, celdas, cableado AC:
 - Inspección visual de los transformadores.
 - Inspección visual cableado AC.
 - Inspección visual UPS.
 - Inspección de armario de protecciones.
 - Inspección visual y comprobación de los interruptores.
- Eliminación manual de la vegetación que suponga un riesgo funcional o de seguridad.
- Valla perimetral, centros, obra civil:
 - Inspección visual y limpieza de los centros.
 - Inspección visual del vallado perimetral, puertas y cerraduras. Comprobación de no existencia de corrosión.
 - Inspección visual de estado de caminos, cunetas, drenajes, arquetas.

2.2.11.2.1.3 Actividades Anuales

- Mantenimiento preventivo de las protecciones eléctricas.
- Mantenimiento preventivo de los equipos electrónicos: inversores, de acuerdo con las recomendaciones y manuales de mantenimiento de los fabricantes.
- Mantenimiento preventivo de instalaciones eléctricas: cuadros de protección y distribución (transformadores, celdas, protecciones, cuadros de medida, cuadros de protección cc/ca, etc.).
 - Comprobación de niveles de aceite (si procede).
 - Prueba de seguridad, protecciones y fusibles.



- Condiciones ambientales de equipos y alojamientos.
- Mantenimiento preventivo de servicios auxiliares (iluminación, ventilación/extracción, etc.).
- Mantenimiento preventivo y pruebas de funcionamiento de los sistemas de supervisión/monitorización, comunicaciones, generación de avisos, vigilancia y seguridad.
- Mantenimiento preventivo de las instalaciones de conexión.
- Calibración de piranómetros y demás elementos de las estaciones meteorológicas.
- Mantenimiento de la subestación.
- Cualquier otro mantenimiento que requiera la legislación vigente.
- Control de malezas, control de vegetación, desbroces, control de plagas.

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

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

2.2.11.2.2 Mantenimiento predictivo

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

Los métodos de mantenimiento predictivo más habituales son:

- Inspecciones termográficas
- Módulos.
- Conexiones de baja tensión y media tensión.
- Seguidores.
- Inversores.
- Transformadores.
- Análisis de curvas I-V de los strings de módulos fotovoltaicos.
- Análisis de parámetros de producción.
- Temperatura.
- Orientaciones.
- Tensión.
- Corrientes.
- etc.



2.2.11.2.3 Mantenimiento correctivo

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

Dentro del alcance de los servicios de mantenimiento correctivo podrá incluirse:

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

Las tareas correctivas más usuales son:

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

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

2.2.11.2.4 Actividades de mantenimiento extraordinario

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

Las actividades de mantenimiento extraordinarias:



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

2.2.12 Descripción de obras asociadas al proyecto

La Central Fotovoltaica Hermosillo contará con una sala de celdas, sala de control, caseta de almacén, subestación y línea de transmisión.

2.2.13 Etapa de abandono del sitio

Aunque la vida útil de las instalaciones de la central es de aproximadamente de 25 años, se puede considerar indefinida si se van reponiendo los paneles y en un futuro, se seguirá haciendo uso de la infraestructura para nuevas tecnologías fotovoltaicas. Por esto no se considera la etapa de abandono en las instalaciones, cuando se requiera se repondrán los paneles deteriorados.

2.2.14 Utilización de explosivos

No se considera el uso de explosivos.

2.2.15 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Durante las actividades de construcción y operación y mantenimiento (O&M) del proyecto se generarán residuos sólidos no peligrosos y residuos peligrosos.

2.2.15.1 Residuos sólidos no peligrosos

Los residuos sólidos no peligrosos se clasifican en:

- Residuos sólidos urbanos
- Residuos susceptibles a reutilización y reciclaje
- Residuos de manejo especial



Durante la obra (y al final de la misma) y durante las actividades de operación y manejo los residuos sólidos no peligrosos realmente producidos (tipo y cantidades) quedarán registrados en las correspondientes bitácoras.

- Bitácora de residuos sólidos urbanos y susceptibles de reutilización y reciclaje
- Bitácora de residuos de manejo especial

Tabla 4: Clasificación de los residuos sólidos

Residuos sólidos urbanos (susceptibles a reutilización y reciclaje)	Residuos de Manejo Especial
Madera	Residuos de concreto (cimentaciones)
Papel	Producto de despalme (suelo)
Cartón	Material producto de excavación
Metales	Lodos con bentonita
Plásticos (PET)	Electrónicos
Vidrio	Residuos de rocas
	Residuos de demolición
	Neumáticos (llantas)

2.2.15.2 Residuos peligrosos

Categorización de generadores y registro

Antes de iniciar el proceso constructivo (obra civil, montaje electromecánico y pruebas pre-operativas) del proyecto donde se prevé generar residuos peligrosos, se tiene la obligación de definir la categorización en este caso en la categoría de **Pequeño Generador** (entre 450 kg y 10 t) así como obtener su registro ante SEMARNAT en la delegación federal de Sonora.

Los residuos serán clasificados como peligrosos cuando:

- Se encuentren definidos como tal en la legislación ambiental.
- Se encuentren en alguno de los listados de la NOM-052-SEMARNAT-2005.
- Cuando sean biológico-infecciosos, se gestionaran de acuerdo a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.
- Sean productos usados, caducos o fuera de especificación.
- Exista una mezcla de RP con otros residuos o los envases que contuvieron sustancias o residuos peligrosos y aquellos equipos o construcciones que hubiesen estado en contacto con RP y sean desechados.



- Se mezcle suelo con residuos peligrosos, debido a algún derrame o por lixiviación de RP al suelo.

Los residuos peligrosos en donde se determine alguna de las características CRETIB, resultado de alguna prueba o análisis. Estos serán registrados en la bitácora de generación de acuerdo a las características CRETIB, asignando el Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR), basándose en la siguiente tabla:

Características	Descripción	CPR
Corrosividad	Es corrosivo cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	C
	Es un líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2,0 o mayor o igual a 12,5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2,0 o mayor o igual a 12,5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6,35 mm o más por año a una temperatura de 328 K (55 °C), según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
Reactividad	Es reactivo cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	R
	Es un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Cuando se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo del residuo por hora, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor, según el procedimiento de la NOM correspondiente	
	Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones ácidas genera gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por kg de residuo o 500 mg de ácido silfídrico por kg de residuo, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
Explosividad	Es explosivo cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo	E



Características	Descripción	CPR
Toxicidad	Es tóxico ambiental cuando el extracto del PECT, obtenido mediante el procedimiento establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993, cuando contiene cualquiera de los constituyentes tóxicos de la Tabla 2 de la NOM-052-SEMARNAT-2005 en una concentración mayor a los límites ahí señalados, la cual deberá obtenerse según los procedimientos que se establecen en las NOM's correspondientes	T
Ambiental	Característica de una sustancia o mezcla de sustancias que ocasiona un desequilibrio ecológico	Te
Aguda	Grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola exposición, daños o la muerte de algún organismo	Th
Crónica	Propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de exposiciones continuas o repetidas y que son capaces de producir efectos cancerígenos, teratogénicos o mutagénicos	Tt
Inflamabilidad	Es inflamable cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades	I
	Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución o suspensión que tiene un punto de inflamación inferior a 60,5 °C, medido en copa cerrada, de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%	
	No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25 °C, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un gas que, a 20 °C y una presión de 101,3 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con aire de cuando menos 12% sin importar el límite inferior de inflamabilidad	
	Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material	
Biológico - Infeccioso	Es biológico - infeccioso de conformidad con lo que se establece en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	B

Quando se trate de una mezcla de residuos peligrosos de los Listados 3 y 4 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, se identificarán con la característica del residuos de mayor volumen, agregándole al CPR la letra "M".

Se deberá asignar la clave correspondiente de acuerdo a los listados 1, 2, 3, 4 y 5 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, con los siguientes datos, nombre genérico y clave del residuo peligroso:



CATEGORÍA	TIPO	CLAVE
ACEITES GASTADOS	DIELÉCTRICOS	O5
	LUBRICANTES	O1
	HIDRÁULICOS	O3
	SOLUBLES	O2
	TEMPLADO DE METALES	O6
	OTROS (ESPECIFIQUE)	O4
BREAS	CATALÍTICAS	B1
	DE DESTILACIÓN	B2
	OTRAS (ESPECIFIQUE)	B3
BIOLÓGICO-INFECCIOSOS	CULTIVOS Y CEPAS	BI1
	OBJETOS PUNZOCORTANTES	BI2
	RESIDUOS PATOLÓGICOS	BI3
	RESIDUOS NO ANATÓMICOS	BI4
	SANGRE	BI5
ESCORIAS DE METALES PESADOS	FINAS	E1
	GRANULARES	E2
LÍQUIDOS RESIDUALES DE PROCESO	CORROSIVOS	LR1
	NO CORROSIVOS	LR2
LODOS ACEITOSOS		L6
LODOS PROVENIENTES DE:	GALVANOPLASTIA	L3
	PROCESO DE PINTURAS	L5
	TEMPLADO DE METALES	L4
	TRATAMIENTO DE AGUAS DE AGUAS DE PROCESO	L2
	TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	L1
	OTROS (ESPECIFIQUE)	L7
SÓLIDOS	TELAS, PIELES O ASBESTO ENCAPSULADO	SO1
	DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ	SO2
	CON METALES PESADOS	SO5
	TORTAS DE FILTRADO	SO3
	OTROS (ESPECIFIQUE)	SO4
SOLVENTES	ORGÁNICOS	S1
	ORGANOCLORADOS	S2
SUSTANCIAS CORROSIVAS	ÁCIDOS	C1
	ALCALIS	C2
OTROS RESIDUOS PELIGROSOS (ESPECIFIQUE)		O



Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos de los Listados 3 y 4 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, se identificarán con la característica del residuo de mayor volumen, agregándole al CPR la letra "M". Cada residuo peligroso será identificado con diferentes símbolos de características de peligrosidad para la identificación y etiquetado de bidones de residuos peligrosos, de acuerdo a NOM-052-SEMARNAT-2005 según aplique y corresponda.

2.2.15.3 Cantidades de generación

La identificación de cada uno de los residuos a generar en el proyecto, y la estimación inicial de las cantidades totales, son los indicados en la siguiente tabla; para su cálculo se han tenido en consideración las actividades generadoras de residuos, datos del proyecto conocidos hasta el momento y datos de residuos producidos en proyectos similares.

La estimación de generación de residuos en fase de construcción sería las siguientes cantidades:

Tabla 5: Cantidad de residuos generados en la etapa de construcción

Tipo de residuo	Nombre	Cantidad (m ³)	Cantidad (toneladas)	Observaciones
Sólidos Urbanos no peligrosos	Papel y/o cartón		1.5	
	Plásticos		2	
	Metales (varios)		8	
	Madera		10	
	Resto de cable no contaminado de sust. Peligrosas		1.02	
	Residuos de alimentos y limpieza		0.5	
	Residuos Vegetales	14,940		
Residuos de manejo especial	Material de despalme y excavación (tierras y piedras)	750		No contabilizado como residuo el % a reutilizar en la misma obra
	Residuos de concreto, escombros	299		
Residuos Peligrosos	Envases plásticos/metálicos contaminados con sustancias peligrosas		2	
Total		15,989	25.02	



La estimación de generación de residuos anual en fase de operación y mantenimiento sería las siguientes cantidades:

Tabla 6: Cantidad de residuos generados en la etapa de Operación y Mantenimiento

Tipo de residuo	Nombre	Cantidad (m ³)	Cantidad (toneladas)	Unidad
Sólidos Urbanos no peligrosos	Papel y/o cartón		0.01	
	Plásticos		0.04	
	Metales (varios)		0.03	
	Madera		0.01	
	Resto de cable no contaminado de sustancias Peligrosas		0.02	
	Residuos de alimentos y limpieza		0.5	
Residuos de manejo especial	Electrónico (módulos retirados)			6
	Electrónico (Inversores retirados)			1
	Otros residuos electrónicos	6		
	Filtros usados inversores		2.5	
	Residuos de concreto, escombro	0.72		
Residuos Peligrosos	Envases plásticos/metálicos contaminados de sustancias peligrosas		0.06	
	Absorbentes, trapos, ropa con sustancias peligrosas		0.02	
	Envases plásticos/metálicos contaminados con restos de productos anti plagas		0.02	
Total		6.72	3.21	7

Esta estimación inicial será actualizada al inicio de cada etapa para adecuarla a la última información disponible del proyecto.

2.2.16 Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de residuos

2.2.16.1 Residuos sólidos no peligrosos

Los residuos sólidos no peligrosos generados serán segregados de acuerdo con las características que presenten, se contendrán en cada frente de trabajo mediante contenedores y se almacenarán temporalmente de acuerdo a los siguientes criterios:



2.2.16.2 Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos generados se clasificarán de la siguiente manera: residuos orgánicos e inorgánicos.

Los residuos orgánicos (residuos de comida, cascara de frutas, etc.) se colocarán en contenedores debidamente rotulados y provistos con tapa, para no atraer especies de fauna doméstica o silvestre.

Para los residuos inorgánicos (plásticos, papel, flejes, etc.) se colocarán contenedores rotulados y con tapa.

El tamaño de los contenedores estará en función de las necesidades del proyecto, y en caso que el cliente o autoridades en materia ambiental, soliciten el cambio de color o agregar un color más para la separación de los residuos se tomará en consideración.

A los contenedores se los pondrá una bolsa de plástico para permitir un manejo práctico y fácil de los residuos y permitir que los recipientes se mantengan en buen estado. Estos se distribuirán en sitios estratégicos en el proyecto para que los trabajadores depositen los residuos y se mantenga limpia el área de trabajo.

Los residuos urbanos se registrarán en la Bitácora de residuos sólidos urbanos, y susceptibles a reutilización y reciclaje. La disposición final de los residuos sólidos no peligrosos se realizará por medio de una empresa autorizada (privada) o por el departamento de limpia municipal.

El supervisor ambiental realizará recorridos para verificar que los contenedores no rebasen del 80% de su capacidad y evitar que las áreas donde estén los recipientes se encuentren sucias.

2.2.16.3 Residuos susceptibles a reutilización y reciclaje

Los residuos susceptibles a reutilización y reciclaje (principalmente residuos inorgánicos) que se generen durante las actividades constructivas se podrán dar en donación, siempre y cuando el personal de Iberdrola lo autorice (director o residente de obra), como madera de desecho, tierra de excavación, chatarra, blocs de desecho, plásticos (petos), plásticos utilizados en equipos, lonas, que pueden ser utilizados por los propietarios, por las comunidades cercanas al proyecto, de lo contrario serán donados a casa comerciales debidamente autorizadas.

2.2.16.4 Residuos de manejo especial

Para la gestión de los residuos de manejo especial, previamente se deberá consultar ante las instancias ambientales gubernamentales donde se ubique el proyecto, si es necesario o no la integración de un Plan de Manejo específico para el tipo de residuos que se generarán en grandes cantidades; instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y



maximizar la valorización de los residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos, medianos y grandes generadores de estos residuos. Este plan aplica siempre y cuando la generación de estos se encuentre en la categoría de mediano y gran generador.

En caso de no requerir la integración y/o ejecución de un Plan de Manejo, los residuos de manejo especial que se generen en menor cantidad durante el despalme y en la obra civil (sobrantes de concreto); serán trasladados directamente al sitio autorizado para su disposición final (relleno sanitario, tiradero municipal o en un sitio previamente autorizado por instancias ejidales, municipales y/o por un propietario).

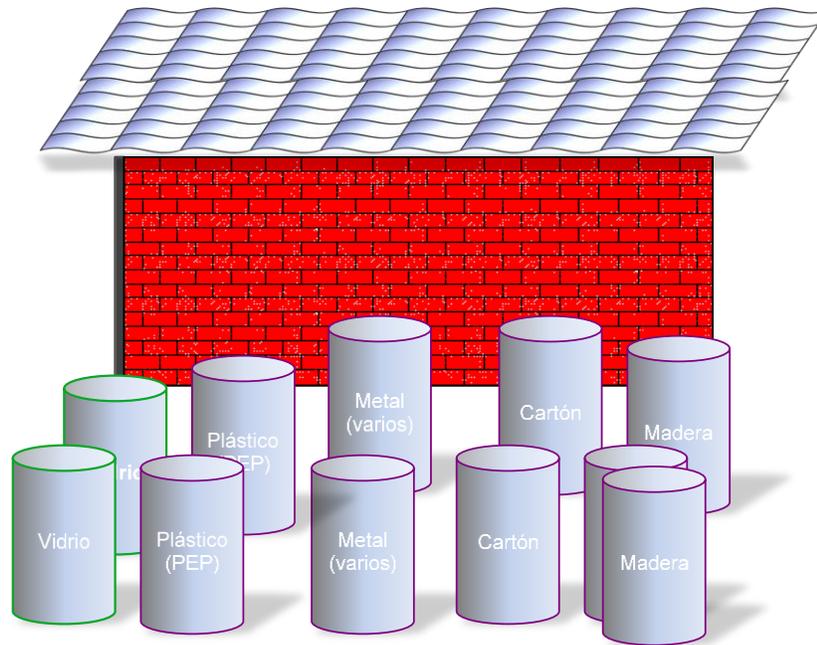
En específico la materia orgánica (humus) se dispersará en áreas dentro del proyecto previamente determinadas y evaluadas siempre y cuando sea posible, el material vegetal producto de despalme se deberá utilizar como mejorador de suelos/control de erosión y/o para relleno de parcelas cercanas a la obra y/o proyecto, previa autorización de los propietarios y autoridades correspondientes.

Para la disposición final de estos residuos se deberá contar con las autorizaciones o convenios realizados.

2.2.16.5 Almacenamiento temporal de residuos no peligrosos

Para residuos sólidos urbanos (reutilización-reciclaje) se requiere habilitar un área para almacenar temporalmente estos residuos, las características mínimas que se debe cumplir son:

- Que se asigne un espacio dentro del proyecto, previamente autorizada
- Que el área este delimitada (malla ciclónica, bardeada, etc.)
- Estar techado, en caso de requerirse
- Se deberá asignar un espacio específico para cada tipo de residuo a almacenar y deberá estar identificado y delimitado
- Deberá contar con las medidas mínimas de seguridad



Esquema del almacén temporal de residuos susceptibles a reutilización

2.2.16.6 Residuos peligrosos

Se deberá asegurar que el personal asignado para almacenar los RP, evite mezclarlos entre sí o con otros residuos y que no los deposite en lugares no autorizados.

Se deberán segregar y envasar de acuerdo a su estado físico, con sus características de peligrosidad y considerando su incompatibilidad con otros residuos, en envases:

- Cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad, previstas en la normativa, necesarias para evitar que durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga y transporte, no sufran pérdida o escape y eviten la exposición de los operarios del residuo.
- Identificados con nombre, clave y características del residuo.
- Los contenedores para residuos peligrosos deberán ser rojos preferentemente; sin embargo, si el cliente solicita que se utilice un color diferente de contenedor para cada tipo de RP es aceptable.

Queda prohibido almacenar residuos peligrosos:

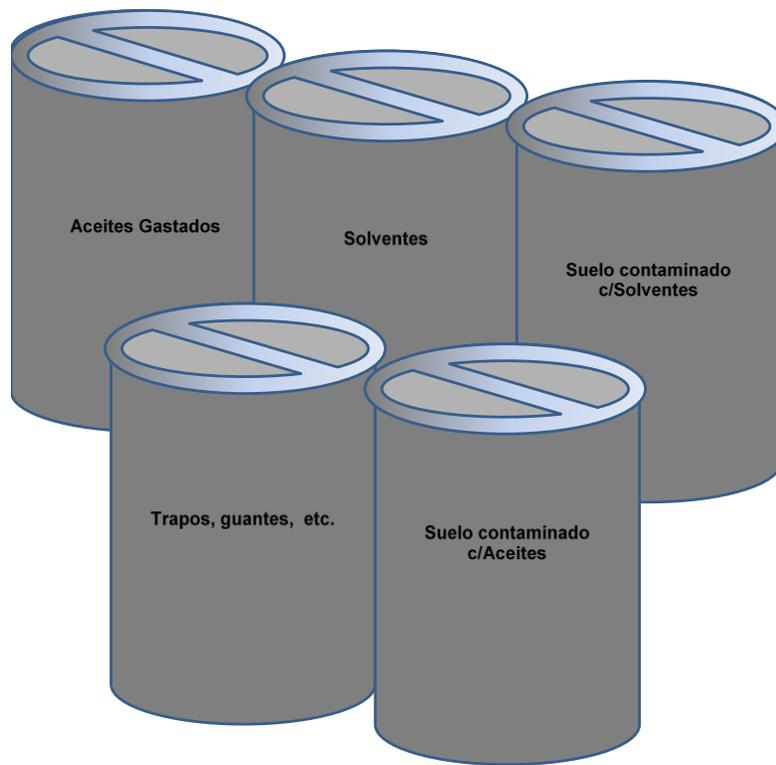
- Incompatibles en los términos de la legislación



IBERDROLA RENOVIABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

- En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento
- En áreas que no reúnan las condiciones previstas en los Impresos I-GPM10602-C y I-GPM10602-D.
- Por más de seis meses.

Se realizará el almacenaje de los RP considerando sus características de incompatibilidad, las cuales se establecen en la NOM-054-SEMARNAT-1993, como se muestra a continuación:



Los contenedores se deberán identificar y etiquetar para el almacenaje de los residuos peligrosos, citando su contenido y características de riesgo, estos contenedores deberán estar en buenas condiciones, con su tapa; se identificará cada uno de los contenedores con su etiqueta correspondiente con:

- Datos del generador de RP (razón social, dirección)
- Nombre del residuo peligroso (categoría, tipo, clave)
- Características de peligrosidad (CPR)
- Fecha de ingreso al almacén
- Trazabilidad del residuo peligroso en cada contenedor



- Se deberá contar con copia de las hojas de datos de los materiales peligrosos (MSDS) dentro del almacén temporal.

El almacenamiento de residuos peligrosos, debe cubrir condiciones básicas para los centros de acopio temporal. Al inicio del proyecto se deberá definir el establecimiento de un almacén de RP, según se especifique en la legislación ambiental y/o contractualmente; el cual comenzará a operar desde el momento en que estos se empiecen a generar.

Los almacenes temporales deberán cumplir con la legislación aplicable a los sitios de almacenamiento de RP. El almacén temporal podrá ser utilizado cuando el proyecto genere un volumen tal que se encuentre en el intervalo de la categoría de Pequeño Generador (entre 450 kg y 10 t) principalmente.

Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

2.2.16.7 Recolección y transporte

2.2.16.7.1 Residuos peligrosos

Para la recolección y transporte de los residuos peligrosos se contratará a una empresa especializada y autorizada ante SEMARNAT y SCT. Esta deberá entregar los permisos vigentes, además de las autorizaciones del sitio de disposición final en donde se confinarán los residuos peligrosos.

La empresa responsable de la recolección de los residuos deberá entregar por cada evento, el manifiesto de entrega, transporte y recepción correspondiente, así como la orden de embarque y el certificado de destino final correspondiente; el manifiesto deberá ser conservado durante cinco años.

Adicionalmente deberá considerar lo siguiente:

- Verificar que los residuos peligrosos de que se trate, estén debidamente etiquetados e identificados, y en su caso, envasados y embalados.
- Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes.
- Contar con personal capacitado para la recolección y transporte de RP.
- Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de RP que vayan a transportarse, firmarlo y guardar las dos copias que del mismo le corresponden.
- Observar las características de compatibilidad para el transporte de los RP
- Los residuos que contengan agentes infecciosos que les confieren peligrosidad no podrán ser transportarlos junto con ningún otro tipo de RP.



2.2.16.8 Disposición final

2.2.16.8.1 Residuos sólidos no peligrosos

Al inicio del proyecto, el supervisor ambiental deberá identificar y ubicar si existe un relleno sanitario, tiradero municipal autorizado cerca del área de influencia donde se construirán las obras. En el caso de que dichas áreas existan y se encuentren alejadas y no se cuente con el servicio de recolección municipal o particular; será necesario trasladar los residuos en vehículos adecuados y acondicionados para evitar escurrimientos, malos olores, dispersión de basura con el aire, y deberán ser limpiados una vez concluida dicha actividad. Siempre que sea factible se deberá utilizar el servicio de recolección municipal o contratar un servicio particular.

Para la disposición final de estos residuos se deberá contar con las autorizaciones o convenios realizados.

2.2.16.8.2 Residuos peligrosos

Una vez que los residuos peligrosos han sido transportados para disposición final, el prestador de servicios deberá entregar el manifiesto de cada disposición final y certificado correspondiente, mencionando si estos serán reutilizados, reciclados o para co-procesamiento por la empresa que ha dado disposición final.

2.2.16.9 Aviso de cierre como generadores

Una vez concluido el proyecto, como generador de RP, se elaborará el aviso por escrito de cierre o finalización del proceso constructivo que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso y la explicación correspondiente y se presentará a la Secretaria (SEMARNAT) en la delegación correspondiente al estado de Sonora, con la siguiente información:

Como pequeños generadores de residuos peligrosos (este proyecto se tendría esta categoría durante el proceso constructivo) proporcionará:

- La fecha prevista del cierre o de la suspensión de la actividad generadora de residuos peligrosos;
- La relación de los residuos peligrosos generados y de materias primas, productos y subproductos almacenados durante los paros de producción, limpieza y desmantelamiento de la instalación;
- El programa de limpieza y desmantelamiento de la instalación, incluyendo la relación de materiales empleados en la limpieza de tubería y equipo;
- El diagrama de tubería de proceso, instrumentación de la planta y drenajes de la instalación, y



- El registro y descripción de accidentes, derrames u otras contingencias sucedidas dentro del predio durante el periodo de operación, así como los resultados de las acciones que se llevaron a cabo. Este requisito aplica sólo para los grandes generadores.

Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información proporcionada es correcta.

2.2.16.10 Cédula de operación anual

De acuerdo al artículo 72 del RLGPGIR, el proyecto ya en la etapa de Operación y Mantenimiento, deberá contar con la Cédula de Operación Anual, en la categoría de “Gran Generador”; debiendo presentar anualmente ante SEMARNAT el informe mediante la Cédula de Operación Anual (COA), en la cual se proporcionará la siguiente información:

- La identificación de las características de peligrosidad de los RP
- El área de generación
- La cantidad o volumen anual generados, expresados en unidades masa
- Los datos del transportista, centro de acopio, tratador o sitio de disposición final
- El volumen o cantidad anual de RP transferidos, expresados en unidades de masa o volumen
- Las condiciones particulares de manejo que en su caso le hubieren sido aprobadas por la Secretaría, describiendo la cantidad o volumen de los residuos manejados en esta modalidad y las actividades realizadas, y
- Tratándose de confinamiento se describirá además; método de estabilización celda de disposición y resultados de control de calidad.

La COA deberá ser presentada cada año, debiendo reportar la información correspondiente al año calendario anterior. El informe puede presentarse en formato impreso, electrónico o a través del portal electrónico de la Secretaría, en cualquiera de sus delegaciones federales y deberá contar con la firma autógrafa o electrónica certificada ante SEMARNAT del representante legal. Los reportes generados, deberán conservarse durante 5 (cinco) años, a partir de la presentación de cada COA.



3	<u>VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO</u>	73
3.1	LEGISLACIÓN FEDERAL	73
3.1.1	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	73
3.1.2	LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE	77
3.1.2.1	Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.	78
3.1.3	LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO	79
3.1.4	LEY GENERAL DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS	80
3.1.4.1	Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	84
3.1.5	LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA	92
3.1.6	PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (2013-2018)	94
3.1.7	PROGRAMA SECTORIAL DE ENERGÍA (2013-2018)	99
3.1.8	ESTRATEGIA NACIONAL DE ENERGÍA 2014-2028	100
3.1.9	PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)	101
3.1.9.1	Regionalización ecológica	101
3.1.9.2	Lineamientos y estrategias ecológicas	104
3.2	LEGISLACIÓN ESTATAL	108
3.2.1	LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE SONORA	108
3.2.2	PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO	110
3.2.3	PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL PARA EL ESTADO DE SONORA	111
3.3	LEGISLACIÓN MUNICIPAL	111
3.3.1	PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2013-2015	111
3.3.2	PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL	112
3.3.3	BANDOS Y REGLAMENTOS MUNICIPALES	112
3.4	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	112
3.4.1	ATMÓSFERA	112
3.4.2	SUELO Y SUBSUELO	113
3.4.3	RESIDUOS PELIGROSOS	114
3.4.4	RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL	114
3.5	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y PRIORITARIAS A NIVEL FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL	115
3.5.1	ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES	115



3.5.2	SITIOS RAMSAR.....	116
3.5.3	UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE	116
3.5.4	REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS.....	117
3.5.5	REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS	117
3.6	CONCLUSIONES	117
3.6.1	FACTORES AMBIENTALES	118



3 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO

Este capítulo tiene como finalidad analizar el grado de concordancia existente entre las características y alcances del proyecto de la Central Fotovoltaica Hermosillo para los fines de este estudio, con respecto a los instrumentos normativos en materia de planeación del desarrollo urbano, uso del suelo y la normatividad y reglamentos aplicables en materia ambiental y de planeación que regulan la ejecución de este tipo de obras, identificando y analizando las fuentes de información vigentes de los diferentes instrumentos de planeación en los ámbitos: federal, estatal y municipal; e identificando los componentes y elementos ambientales que son relevantes para asegurar la sustentabilidad del área donde el proyecto será ubicado.

3.1 Legislación Federal

3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El documento legal fundamental de México es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que fue originalmente redactada en 1917 y ha sufrido algunas modificaciones desde entonces. Es en sus Artículos 25, 27 y 28 donde están contenidos los principales aspectos que determinan el papel del Estado Mexicano en el campo de los recursos naturales en general y de la energía en particular.

El **Artículo 25** de la Constitución define el papel del Estado, al establecer que:

“Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo”

Así mismo, expresa que:

“el Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución” y que “al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.”

Igualmente, puntualiza que el Estado:

“podrá participar por sí o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo” y que “la ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, promoviendo la competitividad e



implementando una política nacional para el desarrollo industrial sustentable que incluya vertientes sectoriales y regionales, en los términos que establece esta Constitución”.

Por lo tanto el Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente. Con observación en el marco de libertades que otorga la Constitución.

El **Artículo 27** determina que:

“la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.” “corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas;...los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos.”

Al igual que:

En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico;...

Motivo por el que, cualquier obra o actividad que implique la afectación al medio ambiente, conlleva la necesidad de demostrar su viabilidad ambiental y, en su caso, la adopción de las medidas de prevención y control ambiental previstas en las disposiciones reglamentarias de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El **Artículo 28** señala que:

“En los Estados Unidos Mexicanos quedan prohibidos los monopolios, las prácticas monopólicas, los estancos y las exenciones de impuestos en los términos y condiciones que fijan las leyes”; pero también puntualiza que “no constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva” en áreas consideradas estratégicas, como petróleo y los demás hidrocarburos; petroquímica básica; minerales radioactivos y generación de electricidad, para lo cual “el Estado contará con los organismos y empresas que requiera para el eficaz manejo de las áreas estratégicas a su cargo y en las actividades de carácter prioritario donde, de acuerdo con las leyes, participe por sí o con los sectores social y privado.”

Este último artículo también establece que se:

“podrán otorgar subsidios a actividades prioritarias, cuando sean generales, de carácter temporal y no afecten sustancialmente las finanzas de la Nación.”

En cuanto al cuidado del medio ambiente, la Constitución indica, en su **Artículo 4º**, que:

“Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley..”



Aunado a lo anterior, resulta importante atender lo dispuesto por las leyes locales, en virtud de que el Pacto Federal prevé la formulación de un marco normativo, en el que la concurrencia de las autoridades se encuentra implícita, tanto en materia de protección y conservación de los recursos naturales como en materia de aprovechamiento sustentable de los mismos. En efecto la Carta Magna, prevé lo siguiente:

Artículo 73. *El Congreso tiene facultad: ...*

Fracción XXIX-G. *Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico; ...*

En ese sentido, cualquier actividad también debe de estar acorde a las disposiciones del régimen municipal, principalmente aquellas relacionadas con los usos del suelo, toda vez que, la Constitución Política de México, otorga plena jurisdicción a los Gobiernos Municipales sobre la regulación del uso del suelo municipal y las actividades humanas que se efectúan en su territorio. Lo anterior, de acuerdo a lo previsto en el siguiente dispositivo legal:

Artículo 115. *... los Estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa el Municipio Libre, conforme a las bases siguientes: ...*

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

Inciso a) *Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;*

Inciso b) *Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;*

Inciso c) *Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;*

Inciso d) *Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;*

Inciso e) *Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;*

Inciso f) *Otorgar licencias y permisos para construcciones;*

Inciso g) *Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia; Convenios internacionales y nacionales*

Como parte del resultado de la reforma constitucional del año 2011, el Artículo 1° de nuestra Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos fue reformado para establecer que en los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece. Por lo antes mencionado, la normatividad internacional aplicable en materia ambiental se torna relevante por lo que en las siguientes líneas se resaltan algunos instrumentos internacionales aplicables al caso en particular:

Tratados Internacionales:



- **Tratados sobre Cambio Climático Global** (actualmente existe un acuerdo firmado sobre acciones con respecto de los acelerados cambios climáticos de orden mundial, del que México es parte). En la Declaración de Río, llevada a cabo en Río de Janeiro del 03 al 14 de junio de 1992, se habló de las cuestiones referentes a los cambios inminentes en el clima del planeta. Al respecto, es importante señalar que las operaciones de Central Fotovoltaica Hermosillo, no se contraponen con lo dispuesto en el presente Tratado, toda vez que se pretende la reducción a nivel global de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la generación de energía eléctrica por medio de fuentes alternas de energía.
- **Tratados sobre el agotamiento del ozono estratosférico** (con relación al tema del agotamiento del ozono estratosférico, también se han establecido una serie de acuerdos entre diversos países, incluyendo México). Uno de los acuerdos más importantes fue el Protocolo de Montreal, que se desarrolló en los años de 1987, 1990 y 1992, con el fin de determinar qué tipo de sustancias eran las que causaban el agotamiento de la capa de ozono. Es importante mencionar que Central Fotovoltaica Hermosillo, no producirá ninguna de las sustancias agotadoras de la capa de ozono.
- **Tratados sobre comercio, industria y medio ambiente** (ya que se deben de evaluar todas y cada una de las posibles afectaciones, tanto a corto, como a mediano y largo plazo, con el objeto de evitar que las actividades comerciales e industriales del ser humano degraden el planeta), tal es el caso de Capítulo Ambiental del Tratado Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Central Fotovoltaica Hermosillo está diseñada para acatar con cabalidad los criterios de cumplimiento ambiental que fueron pactados en el TLCAN, en virtud de que su construcción y operación está planeada con estricto apego al marco normativo ambiental de México.
- **Tratados sobre manejo de residuos peligrosos transfronterizos.** La planta prevé tanto en su etapa de construcción como en la de operación, el adecuado manejo de todos los residuos que generará, particularmente aquellos identificados por la legislación ambiental mexicana como peligrosos. Es importante notar que la Central Fotovoltaica Hermosillo no exportará ni importará residuos peligrosos en ningún momento ni en alguna de sus etapas.
- **Protocolo de Kyoto.** A partir de la XXI Conferencia de Cambio Climático (COP 21), la cual resultó en el Acuerdo de París, la reducción de emisiones atmosféricas así como la descarbonización de la producción energética se convirtieron en metas fundamentales para las partes firmantes. Por lo que es importante mencionar que las operaciones industriales de Central Fotovoltaica Hermosillo no se contraponen con lo dispuesto en dicho Protocolo, toda vez que se utilizará tecnología con los más elevados estándares de calidad en cuanto a control de emisiones contaminantes a la atmósfera se refiere, y el proyecto mismo representa un esfuerzo para disminuir las emisiones a la atmósfera asociadas a la generación de energía eléctrica para satisfacer el consumo energético de las partes interesadas.



Cabe señalar que a través del cumplimiento de las disposiciones legales ambientales vigentes en México, se dará pleno cumplimiento a lo dispuesto en cada uno de los tratados internacionales vigentes, ya que la normatividad internacional aplicable al proyecto en materia de impacto ambiental, prevención, control de la contaminación y aprovechamiento de los recursos naturales, resulta congruente con los compromisos contraídos con la comunidad internacional en éste sentido. Los cuales a su vez están contemplados e integrados en la legislación ambiental mexicana vigente la cual será respetada estrictamente durante la ejecución de las diferentes etapas del proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo.

3.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Está orientada a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para, entre otros, el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles tanto la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

En particular, Central Fotovoltaica Hermosillo se vincula con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, con los lineamientos establecidos en la Sección V, referente a la Evaluación de Impacto Ambiental, en donde de acuerdo con el artículo 28, se define como el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras o actividades que pueden causar desequilibrio ecológico 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 al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el reglamento correspondiente, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades que se indican, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, preliminarmente se estudiará la viabilidad ambiental del proyecto tomando en cuenta lo previsto en las fracciones que inciden de alguna manera en la realización del proyecto.

Artículo 28.- *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*

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



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

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

El presente documento demuestra que el proyecto, da cabal cumplimiento a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, ya que uno de los principales propósitos de la ley, es el de normar la operatividad de las empresas, incluyendo los proyectos de la industria eléctrica, para que exista un verdadero desarrollo ambiental programado, fundado en un proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiendan a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, mediante la aplicación de medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento de recursos naturales; fortaleciendo siempre las políticas, programas, normas y acciones destinadas a mejorar el ambiente, a prevenir y controlar su deterioro.

La empresa promotora de Central Fotovoltaica Hermosillo, debidamente constituida con base en las disposiciones legales vigentes, asume su responsabilidad adoptando medidas para evitar el deterioro del ambiente; y mediante el presente documento, dar a conocer un análisis serio, claro y profesional de las acciones proyectadas para desarrollar de manera eficiente la actividad que nos ocupa, detectando los posibles riesgos que ésta representa y aportando medidas técnicas preventivas, correctivas y de seguridad, tendientes a mitigar, reducir o evitar los posibles efectos adversos que se pudieran causar al ambiente en caso de un posible accidente.

3.1.2.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Establece en el artículo 5°, incisos K, que quienes pretendan llevar a cabo actividades relacionadas con la industria eléctrica requieren de la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de Impacto Ambiental. Así también, en el artículo 9ª se indica que los promoventes deberán presentar ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que esta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita la autorización.

De acuerdo a las características del proyecto se presentará ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales una Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, cuyos lineamientos están establecidos por el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en sus artículos del 12 al 28.

K) Industria eléctrica:

Capítulo 3. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso, con la regularización del uso de suelo.



- I. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelectricas, eoloelectricas o termoelctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;*
 - II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;*
 - III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y*
 - 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.*

El presente documento reconoce al proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo y su línea de transmisión, como una planta de autoabastecimiento de energía eléctrica con una capacidad mayor a 3 MW (potencia nominal de 100 MW) por lo que su vinculación con el Reglamento aquí descrito, consiste en la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental ante la Secretaría para el proceso de evaluación de la misma, considerando, que por su naturaleza, ésta pueda ser considerada como una actividad de jurisdicción federal.

3.1.3 Ley General de Cambio Climático

Central Fotovoltaica Hermosillo representa una alternativa para la generación de energía eléctrica de una manera más limpia y sustentable, y representando una fuente de energía sin emisiones contaminantes atmosféricas. De esta manera, se puede identificar la compatibilidad que existe entre el desarrollo del proyecto y lo establecido por la Ley General de Cambio Climático, como se expone a continuación:

Artículo 2. *Esta Ley tiene por objeto:*

- I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;*
- II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático considerando en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;*
- III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;*
- IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;*
- V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;*
- VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad, y*
- VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.*

Se vincula al proyecto en lo siguiente:

CAPÍTULO III MITIGACIÓN

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

Capítulo 3. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso, con la regularización del uso de suelo.



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

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

Artículo 34. *Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:*

a) Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética.

b) Desarrollar y aplicar incentivos a la inversión tanto pública como privada en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y tecnologías de cogeneración eficiente. Dichos incentivos se incluirán en la Estrategia Nacional, la Estrategia Nacional de Energía, la Prospectiva del Sector Eléctrico y en el Programa Sectorial de Energía.

Central Fotovoltaica Hermosillo, por su naturaleza, diseño y tecnología utilizada, es una fuente de energía renovable (solar) y no genera emisiones a la atmósfera.

3.1.4 Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La vinculación con la planta parte de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generarán tanto en la etapa inicial de construcción, como en la de su operación; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Señala las obligaciones del generador de acuerdo al volumen de generación anual, así como los lineamientos para su manejo integral.

Artículo 5.- *Para los efectos de esta Ley se entiende por:*

XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;

XXXI. Residuos Incompatibles: Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos;

XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;



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:

I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones

IV y V del artículo 5 de la Ley Minera;

V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

Artículo 28.- Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:

I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

II. Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes,

III. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes [...].

Artículo 30.- La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas:

I. Que los materiales que los componen tengan un alto valor económico;

II. Que se trate de residuos de alto volumen de generación, producidos por un número reducido de generadores;

III. Que se trate de residuos que contengan sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables,

IV. Que se trate de residuos que representen un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales.

Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:

I. Aceites lubricantes usados;

II. Disolventes orgánicos usados;

VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;

X. Compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados;

XI. Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;

La Secretaría determinará, conjuntamente con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación.

Artículo 33.- Las empresas o establecimientos responsables de los planes de manejo presentarán, para su registro a la Secretaría, los relativos a los residuos peligrosos; y para efectos de su conocimiento a las autoridades estatales los residuos de manejo especial, y a las municipales para el mismo efecto los residuos sólidos urbanos, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y según lo determinen su Reglamento y demás ordenamientos que de ella deriven.

En caso de que los planes de manejo planteen formas de manejo contrarias a esta Ley y a la normatividad aplicable, el plan de manejo no deberá aplicarse.



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 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

Artículo 43.- Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

Artículo 44.- Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:

I. Grandes generadores;

II. Pequeños generadores, y

III. Microgeneradores.

Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

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.

Artículo 55.- La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos.

Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final.



En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.

Artículo 67.- *En materia de residuos peligrosos, está prohibido:*

I. El transporte de residuos por vía aérea;

II. El confinamiento de residuos líquidos o semisólidos, sin que hayan sido sometidos a tratamientos para eliminar la humedad, neutralizarlos o estabilizarlos y lograr su solidificación, de conformidad con las disposiciones de esta Ley y demás ordenamientos legales aplicables;

III. El confinamiento de compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados, los compuestos hexaclorados y otros, así como de materiales contaminados con éstos, que contengan concentraciones superiores a 50 partes por millón de dichas sustancias, y la dilución de los residuos que los contienen con el fin de que se alcance este límite máximo;

IV. La mezcla de bifenilos policlorados con aceites lubricantes usados o con otros materiales o residuos;

V. El almacenamiento por más de seis meses en las fuentes generadoras;

VI. El confinamiento en el mismo lugar o celda, de residuos peligrosos incompatibles o en cantidades que rebasen la capacidad instalada;

VII. El uso de residuos peligrosos, tratados o sin tratar, para recubrimiento de suelos, de conformidad con las normas oficiales mexicanas sin perjuicio de las facultades de la Secretaría y de otros organismos competentes;

VIII. La dilución de residuos peligrosos en cualquier medio, cuando no sea parte de un tratamiento autorizado, y

IX. La incineración de residuos peligrosos que sean o contengan compuestos orgánicos persistentes y bioacumulables; plaguicidas organoclorados; así como baterías y acumuladores usados que contengan metales tóxicos; siempre y cuando exista en el país alguna otra tecnología disponible que cause menor impacto y riesgo ambiental.

Artículo 68.- *Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.*

Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo 69.- *Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.*

Artículo 71.- *No podrá transferirse la propiedad de sitios contaminados con residuos peligrosos, salvo autorización expresa de la Secretaría.*

Las personas que transfieran a terceros los inmuebles que hubieran sido contaminados por materiales o residuos peligrosos, en virtud de las actividades que en ellos se realizaron, deberán informar de ello a quienes les transmitan la propiedad o posesión de dichos bienes.

Además de la remediación, quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio se harán acreedores a las sanciones penales y administrativas correspondientes.

Artículo 72.- *Tratándose de contaminación de sitios con materiales o residuos peligrosos, por caso fortuito o fuerza mayor, las autoridades competentes impondrán las medidas de emergencia necesarias para hacer frente a la contingencia, a efecto de no poner en riesgo la salud o el medio ambiente.*

La gestión y manejo de los residuos será realizada observando lo establecido por la LGPGIR, el reglamento que se menciona en líneas posteriores así como a las normas



oficiales mexicanas aplicables con el objetivo de dar cumplimiento durante cada una de las etapas descritas en el presente estudio. Por lo tanto, en el capítulo correspondiente de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se describen las medidas de mitigación y programas ambientales propuestos para asegurar el cumplimiento de la ley y su reglamento correspondiente durante el tiempo de vida del proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo.

3.1.4.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Se vincula con el proyecto en cuanto a la identificación, y manejo integral de los residuos peligrosos durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Artículo 16.- Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades:

I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser:

a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos, o

b) Mixtos, los que instrumenten los señalados en el inciso anterior con la participación de las autoridades en el ámbito de sus competencias.

II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución, podrán ser:

a) Individuales, aquéllos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere, o

b) Colectivos, aquéllos que determinan el manejo integral que se dará a uno o más residuos específicos y el cual puede elaborarse o aplicarse por varios sujetos obligados.

III. Conforme a su ámbito de aplicación, podrán ser:

a) Nacionales, cuando se apliquen en todo el territorio nacional;

b) Regionales, cuando se apliquen en el territorio de dos o más estados o el Distrito Federal, o de dos o más municipios de un mismo estado o de distintos estados, y

c) Locales, cuando su aplicación sea en un solo estado, municipio o el Distrito Federal.

IV. Atendiendo a la corriente del residuo.

Artículo 20.- Los sujetos que, conforme a la Ley, estén obligados a la elaboración de planes de manejo podrán implementarlos mediante la suscripción de los instrumentos jurídicos que estimen necesarios y adecuados para fijar sus responsabilidades. En este caso, sin perjuicio de lo pactado por las partes, dichos instrumentos podrán contener lo siguiente:

I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos;

II. La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos;

III. Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo, y

IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.

Artículo 21.- Para el cumplimiento del principio de valorización y aprovechamiento de los residuos a que se refiere la fracción II del artículo anterior, se podrá transmitir la propiedad de los mismos, a título oneroso o gratuito, para ser utilizados como insumo o materia prima en otro proceso productivo y podrán considerarse como subproductos cuando la transmisión de propiedad se encuentre documentada e incluida en el plan de manejo que se haya registrado ante la Secretaría.



Los residuos podrán ser valorizados cuando se incorporen al proceso que los generó y ello sea incluido en el plan de manejo que se haya registrado ante la Secretaría.

Artículo 24.- Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:

I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría, a través del sistema establecido para ese efecto, la siguiente información:

- a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante, nombre de su representante legal;
- b) Modalidad del plan de manejo;
- c) Residuos peligrosos objeto del plan, especificando sus características físicas, químicas o biológicas y el volumen estimado de manejo;
- d) Formas de manejo, y
- e) Nombre, denominación o razón social de los responsables de la ejecución del plan de manejo.

Cuando se trate de un plan de manejo colectivo, los datos a que se refiere el inciso a) de la presente fracción corresponderán a los de la persona que se haya designado en el propio plan de manejo para tramitar su registro.

II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, como archivos de imagen u otros análogos, los siguientes documentos:

- a) Identificación oficial o documento que acredite la personalidad del representante legal;
- b) Documento que contenga el plan de manejo, y
- c) Instrumentos que hubieren celebrado en términos de lo establecido en el artículo 20 de este Reglamento.

III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el plan de manejo correspondiente.

En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.

Si el interesado no cuenta con los medios electrónicos para solicitar el registro a que se refiere el presente artículo, podrá presentarse en las oficinas de la Secretaría para cumplir con su trámite.

El procedimiento previsto en el presente artículo aplicará también cuando los interesados pretendan modificar un plan de manejo registrado. En este caso, será necesario que indiquen solamente el número de registro que les fue asignado con anterioridad.

Artículo 25.- Los grandes generadores que conforme a lo dispuesto en la Ley deban someter a la consideración de la Secretaría un plan de manejo de residuos peligrosos, se sujetarán al procedimiento señalado en las fracciones I y II del artículo anterior.

El sistema electrónico solamente proporcionará un acuse de recibo y la Secretaría tendrá un término de cuarenta y cinco días para emitir el número de registro correspondiente, previa evaluación del contenido del plan de manejo.

Dentro de este mismo plazo, la Secretaría podrá formular recomendaciones a las modalidades de manejo propuestas en el plan. El generador describirá en su informe anual la forma en que atendió a dichas recomendaciones.

Artículo 26.- La incorporación a un plan de manejo registrado ante la Secretaría se acreditará con los siguientes documentos:

I. Copia certificada del instrumento jurídico que contenga el acuerdo de voluntades entre el sujeto obligado y el sujeto que desea incorporarse a dicho plan de manejo, o

II. Escrito mediante el cual el sujeto obligado, por sí o a través del representante legal que cuente con facultades para ello, acepte expresamente la incorporación del interesado al plan de manejo.

En el documento a que se refiere la fracción II del presente artículo, deberá especificarse el número de registro del plan de manejo.



Artículo 27.- Podrán sujetarse a condiciones particulares de manejo los siguientes residuos peligrosos:

- I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;
- II. Los listados por fuente específica y no específica en la norma oficial mexicana correspondiente, siempre y cuando, como resultado de la modificación de procesos o de materia prima, cambien las características por las cuales fueron listados, y
- III. Los que, conforme a dicha norma, se clasifiquen por tipo y se sujeten expresamente a dichas condiciones.

Artículo 28.- Los generadores de los residuos señalados en el artículo anterior podrán proponer a la Secretaría por escrito, las condiciones particulares de manejo por instalación, proceso o tipo de residuo.

Para este efecto, describirán en su propuesta el proceso, la corriente del residuo, su caracterización, la propuesta de manejo y los argumentos que justifiquen la condición particular.

La Secretaría dispondrá de treinta días hábiles para resolver sobre las condiciones particulares de manejo propuestas.

La aprobación o determinación de condiciones particulares de manejo no modifica o cancela la clasificación de un residuo como peligroso.

Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:

- I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;
- II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:

a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y

b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y

III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.

Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Artículo 37.- La determinación de un residuo como peligroso, basada en el conocimiento empírico del generador, aplica para aquellos residuos derivados de procesos o de la mezcla de residuos peligrosos con cualquier otro material o residuo.

Si con base en el conocimiento empírico de su residuo, el generador determina que alguno de sus residuos no es peligroso, ello no lo exime del cumplimiento de las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Artículo 38.- Aquellos materiales en unidades de almacenamiento de materia prima, intermedias y de producto terminado, así como las de proceso productivo, que son susceptibles de considerarse residuo peligroso, no se caracterizarán mientras permanezcan en ellas.

Cuando estos materiales no sean reintegrados a su proceso productivo y se desechen, deberán ser caracterizados y se considerará que el residuo peligroso ha sido generado y se encuentra sujeto a regulación.

Artículo 39.- Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.



Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.

Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.

Los residuos peligrosos que se encuentren mezclados en lodos derivados de plantas de tratamiento autorizados por la autoridad competente, deberán de caracterizarse y cumplir las condiciones particulares de descarga que les sean fijadas y las demás disposiciones jurídicas de la materia. En la norma oficial mexicana se determinarán aquellos residuos que requieran otros requisitos de caracterización adicionales de acuerdo a su peligrosidad.

Los residuos peligrosos generados por las actividades de dragado para la construcción y el mantenimiento de puertos, dársenas, ríos, canales, presas y drenajes serán manejados de acuerdo a las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan.

Los residuos peligrosos provenientes de la industria minero-metalúrgica y aquéllos integrados en lodos y aguas residuales, se regularán en las normas oficiales mexicanas correspondientes.

Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:

I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y

III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.

Artículo 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:

I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información:

- a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante;
- b) Nombre del representante legal, en su caso;
- c) Fecha de inicio de operaciones;
- d) Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal;
- e) Ubicación del sitio donde se realiza la actividad;
- f) Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y
- g) Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro;

II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y

III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada.

En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, podrá enviarla a la dirección electrónica que para



tal efecto se habilite o presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.

En tanto se suscriben los convenios a que se refieren los artículos 12 y 13 de la Ley, los microgeneradores de residuos se registrarán ante la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el presente artículo.

Artículo 46.- *Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:*

I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;

II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial;

III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables;

V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;

VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;

VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;

VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y

IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

Las condiciones establecidas en las fracciones I a VI rigen también para aquellos generadores de residuos peligrosos que operen bajo el régimen de importación temporal de insumos.

Artículo 71.- *Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán:*

I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos:

a) Nombre del residuo y cantidad generada;

b) Características de peligrosidad;

c) Área o proceso donde se generó;

d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos;

e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;

f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y

g) Nombre del responsable técnico de la bitácora.

La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año...

Artículo 72.- *Los grandes generadores de residuos peligrosos deberán presentar anualmente ante la Secretaría un informe mediante la Cédula de Operación Anual, en la cual proporcionarán:*

I. La identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos;

II. El área de generación;



- III. La cantidad o volumen anual generados, expresados en unidades de masa;
- IV. Los datos del transportista, centro de acopio, tratador o sitio de disposición final;
- V. El volumen o cantidad anual de residuos peligrosos transferidos, expresados en unidades de masa o volumen;
- VI. Las condiciones particulares de manejo que en su caso le hubieren sido aprobadas por la Secretaría, describiendo la cantidad o volumen de los residuos manejados en esta modalidad y las actividades realizadas, y
- VII. Tratándose de confinamiento se describirá además; método de estabilización, celda de disposición y resultados del control de calidad.

En caso de que los grandes generadores hayan almacenado temporalmente los residuos peligrosos en el mismo lugar de su generación, informarán el tipo de almacenamiento, atendiendo a su aislamiento; las características del almacén, atendiendo al lugar, ventilación e iluminación; las formas de almacenamiento, atendiendo al tipo de contenedor empleado; la cantidad anual de residuos almacenada, expresada en unidades de masa y el periodo de almacenamiento, expresado en días.

La información presentada en los términos señalados no exime a los grandes generadores de residuos peligrosos de llenar otros apartados de la Cédula de Operación Anual, relativos a información que estén obligados a proporcionar a la Secretaría conforme a otras disposiciones jurídicas aplicables a las actividades que realizan.

En caso de que los generadores de residuos peligrosos no estén obligados por otras disposiciones jurídicas a proporcionar una información distinta a la descrita en el presente artículo, únicamente llenarán el apartado de la Cédula de Operación Anual que corresponde al tema de residuos peligrosos.

Lo dispuesto en el presente artículo es aplicable para los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, quienes también presentarán dichos informes conforme al procedimiento previsto en el siguiente artículo.

Cuando el generador que reporta sea subcontratado por otra persona, indicará en la cédula la cantidad de residuos peligrosos generados, la actividad para la que fue contratado por la que se generen los residuos peligrosos y el lugar de generación.

Artículo 73.- La presentación de informes a través de la Cédula de Operación Anual se sujetará al siguiente procedimiento:

- I. Se realizará dentro del periodo comprendido entre el 1 de enero al 30 de abril de cada año, debiendo reportarse la información relativa al periodo del 1 de enero al 31 de diciembre del año inmediato anterior;
- II. Se presentarán en formato impreso, electrónico o (sic) través del portal electrónico de la Secretaría o de sus Delegaciones Federales. La Secretaría pondrá a disposición de los interesados los formatos a que se refiere la presente fracción para su libre reproducción;
- III. La Secretaría contará con un plazo de veinte días hábiles, contados a partir de la recepción de la Cédula de Operación Anual, para revisar que la información contenida se encuentre debidamente requisitada y, en su caso, por única vez, podrá requerir al generador para que complemente, rectifique, aclare o confirme dicha información, dentro de un plazo que no excederá de quince días hábiles contados a partir de su notificación;
- IV. Desahogado el requerimiento, se tendrá por presentada la Cédula de Operación Anual y, en consecuencia por rendido el informe, y
- V. En caso de que el generador no desahogue el requerimiento a que se refiere la fracción anterior, se tendrá por no presentada la Cédula de Operación Anual y, en consecuencia, por no rendido el informe a que se refiere el artículo 46 de la Ley.

Artículo 75.- La información y documentación que conforme a la Ley y el presente Reglamento deban conservar los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos y los prestadores de servicios de manejo de este tipo de residuos se sujetará a lo siguiente:

- I. Las bitácoras de los grandes y pequeños generadores se conservarán durante cinco años;



II. El generador y los prestadores de servicios de manejo conservarán el manifiesto durante un periodo de cinco años contados a partir de la fecha en que hayan suscrito cada uno de ellos. Se exceptúa de lo anterior a los prestadores de servicios de disposición final, quienes deberán conservar la copia que les corresponde del manifiesto por el término de responsabilidad establecido en el artículo 82 de la Ley;

III. El generador debe conservar los registros de los resultados de cualquier prueba, análisis u otras determinaciones de residuos peligrosos durante cinco años, contados a partir de la fecha en que hubiere enviado los residuos al sitio de tratamiento o de disposición final, y

Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

- a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y
- e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

- a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,



b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;

c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y

d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

Artículo 87.- Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.

Artículo 88.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que establezcan los criterios y procedimientos técnicos para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo, con la finalidad de evitar mezclas. En tanto no se expidan esas normas oficiales mexicanas, los interesados podrán efectuar los análisis correspondientes para determinar dicha incompatibilidad conforme a la Ley Federal de Metrología y Normalización.

Artículo 154.- La Secretaría, por conducto de la Procuraduría, realizará los actos de inspección y vigilancia a que se refiere el artículo 101 de la Ley, así como los relativos al cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente ordenamiento y las que del mismo se deriven, e impondrá las medidas de seguridad, correctivas o de urgente aplicación y sanciones que resulten procedentes.

La Procuraduría podrá realizar verificaciones documentales para confrontar la información contenida en los planes de manejo, las autorizaciones expedidas por la Secretaría y los informes anuales que rindan los generadores y los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, para tal fin, revisará la información que obre en los archivos de la Secretaría.

Así mismo, podrá solicitar en cualquier momento la información referente a los balances de residuos peligrosos para su cotejo con la información presentada por el generador, la empresa prestadora de servicios a terceros, el transportista o el destinatario, con el propósito de comprobar que se realiza un adecuado manejo de los residuos peligrosos.

Durante la construcción y operación de la planta, se dará cumplimiento a las disposiciones anteriormente referidas, por lo que hace a los residuos peligrosos y de manejo especial que resultan; sin embargo, se contemplan las acciones de gestión ambiental que se ejecutan durante la operación del mismo, para asegurar el cabal cumplimiento de la normatividad en la materia.

Es importante notar que, de acuerdo a los parámetros de diseño del proyecto, se ha determinado que la generación de residuos peligrosos durante las distintas etapas corresponderá a un volumen de pequeño generador, por lo que el proyecto realizará la gestión de los residuos peligrosos de acuerdo a los lineamientos para este tipo de generación, incluyendo la separación adecuada de estos residuos y los residuos de manejo especial y sólidos urbanos que se generen a su vez durante el proyecto. Los residuos de manejo especial y sólidos urbanos serán manejados y dispuestos de acuerdo a los lineamientos de los estatutos estatales y locales vigentes en la materia para el sitio donde se desarrollará el proyecto.



3.1.5 Ley de la Industria Eléctrica

Se reitera que, en el marco legal vigente en México se reconoce al aprovechamiento de la radiación solar como energía limpia. Consecuentemente, dicha tecnología tiene derecho a recibir los beneficios otorgados en la legislación. A su vez, el aprovechamiento de la radiación solar recibe también los beneficios que se reconocen a las energías renovables en la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

Central Fotovoltaica Hermosillo es considerada por la Ley de la Industria Eléctrica (2014), según su definición, como una fuente de Energía Limpia:

***XXII. Energías Limpias:** Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan. Entre las Energías Limpias se consideran las siguientes:*

b) La radiación solar, en todas sus formas;

Al ser un proyecto para la generación de energía eléctrica, el desarrollo del mismo está sujeto directamente a la elaboración y presentación de un estudio de impacto social para el desarrollo de sus actividades. Dicho estudio será elaborado bajo los lineamientos establecidos por la Secretaría de Energía (SENER) y su presentación ante la autoridad será realizada en tiempo y forma para el desarrollo de su evaluación y autorización correspondiente.

***Artículo 117.-** Los proyectos de infraestructura de los sectores público y privado en la industria eléctrica atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar.*

***Artículo 120.-** Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica deberán presentar a la Secretaría una evaluación de impacto social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación correspondientes.*

La Secretaría emitirá el resolutivo y recomendaciones que correspondan, en los términos que señalen los reglamentos de esta Ley.

***Artículo 86.-** Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica incluidos los relativos a la prestación del Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica deberán presentar a la Secretaría la evaluación de impacto social a que se refiere el artículo 120 de la Ley, noventa días antes de su intención de iniciar las negociaciones con los propietarios o poseedores de los terrenos donde se pretenda ubicar el proyecto de que se trate.*

Se otorgarán los permisos para el desarrollo de proyectos de la industria eléctrica una vez que se presente la evaluación de impacto social.

***Artículo 87.-** La evaluación de impacto social deberá presentarse en un documento de acuerdo con la guía y el formato que establezca la Secretaría. La responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá a los interesados para obtener permisos o autorizaciones.*

La evaluación de impacto social contendrá la identificación de los pueblos y comunidades indígenas que se ubican en el área de influencia directa e indirecta del proyecto. La Secretaría emitirá las disposiciones administrativas que contendrán la metodología para la definición del área de influencia directa e indirecta en los proyectos de desarrollo de la industria eléctrica.



La evaluación de impacto social contendrá la identificación, caracterización, predicción, y valoración de los impactos sociales positivos y negativos que podrían derivarse del proyecto. Deberán incluir las medidas de prevención y mitigación, así como los planes de gestión social, propuestos por los interesados en desarrollar el proyecto de la industria eléctrica.

La Secretaría emitirá la resolución y las recomendaciones que correspondan a la evaluación del impacto social en un plazo de noventa días naturales, contado a partir de la presentación de dicha evaluación.

La Secretaría emitirá un resolutivo y recomendaciones que corresponda en los términos que se hace referencia en el párrafo anterior.

En el supuesto de que la evaluación de impacto social no satisfaga lo dispuesto en la guía a que se refiere este artículo, la Secretaría prevendrá al interesado para que en un plazo de veinte días hábiles, contado a partir del día siguiente al que reciba dicha prevención, subsane las omisiones.

La prevención suspenderá el plazo a que se refiere el párrafo anterior, hasta en tanto no se subsane las omisiones.

La presente Ley establece las obligaciones y proceso de cumplimiento necesario para la acreditación del Certificado de Energía Limpia, misma que ha sido considerada durante la planeación del proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo y que se realizará de acuerdo a lo establecido en la materia para la etapa de operación del proyecto.

Artículo 121.- *La Secretaría implementará mecanismos que permitan cumplir la política en materia de diversificación de fuentes de energía, seguridad energética y la promoción de fuentes de Energías Limpias. La Secretaría establecerá las obligaciones para adquirir Certificados de Energías Limpias e instrumentará los demás mecanismos que se requieran para dar cumplimiento a la política en la materia, y podrá celebrar convenios que permitan su homologación con los instrumentos correspondientes de otras jurisdicciones.*

Artículo 122.- *Los requisitos para adquirir Certificados de Energías Limpias se establecerán como una proporción del total de la Energía Eléctrica consumida en los Centros de Carga.*

Artículo 123.- *Los Suministradores, los Usuarios Calificados Participantes del Mercado y los Usuarios Finales que se suministren por el abasto aislado, así como los titulares de los Contratos de Interconexión Legados que incluyan Centros de Carga, sean de carácter público o particular, estarán sujetos al cumplimiento de las obligaciones de Energías Limpias en los términos establecidos en esta Ley.*

Artículo 124.- *En el primer trimestre de cada año calendario, la Secretaría establecerá los requisitos para la adquisición de Certificados de Energías Limpias a ser cumplidos durante los tres años posteriores a la emisión de dichos requisitos, pudiendo establecer requisitos para años adicionales posteriores. Una vez establecidos los requisitos para un año futuro, no se reducirán.*

Artículo 125.- *La regulación aplicable permitirá que estos certificados sean negociables, fomentará la celebración de Contratos de Cobertura Eléctrica a largo plazo que incluyan Certificados de Energías Limpias y podrá permitir el traslado de certificados excedentes o faltantes entre periodos y establecer cobros por realizar dicho traslado a fin de promover la estabilidad de precios.*

A su vez, la regulación permitirá la adquisición, circulación y compraventa de los Certificados de Energías Limpias y los Contratos de Cobertura Eléctrica relativos a ellos por personas que no sean Participantes de Mercado.

Central Fotovoltaica Hermosillo, entonces se vincula con la ley mencionada en esta apartado, mediante la elaboración de una Evaluación de Impacto Social previo al desarrollo del mismo, y durante la etapa de operación de éste, a mantener un estatus de Certificado como Energía Limpia.



3.1.6 Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018)

Con la finalidad de establecer la condición legal en materia de impacto ambiental y de uso del suelo para el proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo, se realizó el análisis de diversos documentos de planeación y normativos del Estado Mexicano a nivel federal, así como de información cartográfica que sobre el tema se ha generado en las diferentes instancias estatales y municipales.

Con respecto al sector eléctrico, la empresa promovente y el proyecto propuesto son congruentes con las estrategias, establecidas en el Programa Nacional de Desarrollo y el de Estrategia Nacional de Energía, contribuyendo a la generación de empleos en la economía y desarrollándose con base en la protección y conservación del ambiente buscando todo un verdadero desarrollo sustentable.

Por su parte, el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 del Ejecutivo Federal, es el documento dispuesto para normar obligatoriamente sus programas institucionales y sectoriales. La sustentabilidad ambiental se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras. Uno de los principales retos que enfrenta México es incluir al medio ambiente como uno de los elementos de la competitividad, el desarrollo económico y social, ya que solo así se puede alcanzar un desarrollo sustentable. De acuerdo con lo anterior y en términos generales, en materia ambiental el Ejecutivo Federal contempla convertir la sustentabilidad ambiental en un eje transversal de las políticas públicas. México está aún a tiempo de poner en práctica las medidas necesarias para que todos los proyectos, particularmente los de infraestructura y los del sector productivo, sean compatibles con la protección del ambiente, para ello es necesario que el desarrollo de nuevas actividades económicas en regiones rurales y semirurales contribuyan a que el ambiente se conserve en las mejores condiciones posibles. La sustentabilidad ambiental requiere así de una estrecha coordinación de las políticas públicas en el mediano y largo plazo. Ésta es una premisa fundamental para el Gobierno Federal, y en el Plan Nacional de Desarrollo se traduce en esfuerzos significativos para mejorar la coordinación interinstitucional y la integración intersectorial, así como la promoción de nuevas actividades económicas que sean compatibles con el aprovechamiento de los recursos naturales. La sustentabilidad ambiental es un criterio rector en el fomento de las actividades productivas, por lo que, en la toma de decisiones sobre inversión, producción y políticas públicas, se incorporan consideraciones de impacto y riesgos ambientales, así como de uso eficiente y racional de los recursos naturales. Así mismo, se promueve una mayor participación de todos los órdenes de gobierno y de la sociedad en su conjunto en éste esfuerzo. La consideración del tema ambiental es un eje de la política pública que hoy en día está presente en todas las actividades del gobierno federal.

El Plan Nacional de Desarrollo, asume como premisa básica la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable; esto es, que el propósito del desarrollo consiste en crear una



atmósfera en que todos los mexicanos puedan aumentar su capacidad y las oportunidades puedan ampliarse, sin comprometer el patrimonio de las generaciones presentes y futuras. Un país con un desarrollo sustentable en el que exista una cultura de respeto y conservación del medio ambiente.

Entre algunos de los objetivos nacionales del citado Plan, está el alcanzar un crecimiento económico sostenido, así como el empleo y los ingresos de los trabajadores tanto del campo como de la ciudad. Tener una economía competitiva, mediante el aumento de la productividad, la competencia económica, la inversión en infraestructura, el fortalecimiento del mercado interno y la creación de condiciones favorables para el desarrollo de las empresas. Asegurar la sustentabilidad ambiental, mediante la participación responsable de los mexicanos en el cuidado, la protección, la preservación y el aprovechamiento racional de la riqueza natural del país, logrando así afianzar el desarrollo económico y social sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras. Finalmente, el Desarrollo Humano Sustentable promueve la modernización integral de México porque permitirá que las generaciones futuras puedan beneficiarse del medio ambiente gracias a las acciones responsables del mexicano de hoy para emplearlo y preservarlo.

Es necesario que toda política pública y proyecto productivo que se diseñen e instrumenten en nuestro país incluyan de manera efectiva el elemento ecológico para que se propicie un medio ambiente sano en todo el territorio. Los Ejes de Política Pública sobre los que se articula el Plan Nacional de Desarrollo comprenden los ámbitos económico, social, político y ambiental, que componen un proyecto integral en virtud del cual cada acción contribuye a sustentar las condiciones bajo las cuales se logran los objetivos nacionales.

Si bien es cierto, el Plan Nacional de Desarrollo no hace alusión directa a los procesos industriales, comerciales o de servicios, en los que se desarrollan actividades consideradas altamente riesgosas, conforme las disposiciones de la legislación ambiental vigente, también lo es que, dentro de los componentes del desarrollo, incluye éste tipo de industrias, por su importancia y trascendencia en el desarrollo y crecimiento económico del país.

Dicho Plan, partiendo de un diagnóstico de nuestra realidad, articula un conjunto de objetivos y estrategias en torno a cinco ejes:

1. México en Paz.
2. México Incluyente.
3. México con Educación de Calidad.
4. México Próspero.
5. México con Responsabilidad Global.



El primer eje, “México en Paz”, establece que el marco institucional de la democracia mexicana actual debe perfeccionarse para representar adecuadamente los intereses de toda la población. Por otro lado, las instituciones de seguridad del país deben tener como fin prioritario garantizar la integridad física de la población. México ha enfrentado en los últimos años una problemática sin precedentes en términos de seguridad pública. La falta de seguridad genera un alto costo social y humano, ya que atenta contra la tranquilidad de los ciudadanos. Así mismo, esta carencia incide en el potencial de desarrollo nacional, inhibiendo la inversión de largo plazo en el país y reduciendo la eficiencia operativa de las empresas.

El segundo eje, “México Incluyente”, se relaciona con el desarrollo social de manera incluyente, ya que el 46.2% de la población vive en condiciones de pobreza y el 10.4% vive en condiciones de pobreza extrema. Lo anterior no sólo es inaceptable en términos de justicia social, sino que también representa una barrera importante para la productividad y el crecimiento económico del país. Existe un amplio sector de la población que por diversos motivos se mantiene al margen de la economía formal, en sectores donde no se invierte en tecnología, donde hay poca o nula inversión en capital humano, donde no hay capacitación y por tanto la productividad se ve limitada. El hecho de que la productividad promedio en el sector informal es 45% menor que la productividad en el sector formal, muestra el amplio potencial de una política pública orientada a incrementar la formalidad.

El tercer eje, “México con Educación de Calidad”, concierne al capital humano para un México con educación óptima, comprometidos con una sociedad más justa y más próspera. El sistema educativo mexicano debe fortalecerse para estar a la altura de las necesidades que un mundo globalizado demanda. La nación en su conjunto debe invertir en actividades y servicios que generen valor agregado de una forma sostenible. En este sentido, se debe incrementar el nivel de inversión –pública y privada– en ciencia y tecnología, así como su efectividad. El reto es hacer de México una dinámica y fortalecida Sociedad del Conocimiento.

El cuarto eje, “México Próspero”, se refiere a la igualdad de oportunidades, la cual es fundamental para impulsar a nuestro país. Existen factores geográficos e históricos que limitan el desarrollo de algunas regiones del país y existen factores regulatorios que en ocasiones han privilegiado a empresas establecidas sobre nuevos emprendedores. Los factores geográficos son relevantes para el desarrollo de una nación, ya que se pueden traducir en una barrera para la difusión de la productividad, así como para el flujo de bienes y servicios entre regiones. Las comunidades aisladas geográficamente en México son también aquellas con un mayor índice de marginación y pobreza. En el mismo sentido, en ocasiones el crecimiento desordenado de algunas zonas metropolitanas en México se ha traducido en ciudades donde las distancias representan una barrera para el flujo de personas y bienes hacia los puestos de trabajo y mercados en los que se puede generar el mayor beneficio.



En México, las empresas e individuos deben tener pleno acceso a insumos estratégicos, tales como financiamiento, energía y las telecomunicaciones. Cuando existen problemas de acceso a estos insumos, con calidad y precios competitivos, se limita el desarrollo ya que se incrementan los costos de operación y se reduce la inversión en proyectos productivos.

Con la operación de la Central Fotovoltaica Hermosillo, se promueve en la zona de influencia, una economía competitiva con la generación de una importante fuente de empleos, tomando en cuenta, todos y cada uno de los factores que contribuyen a un desarrollo sustentable y principalmente respetando las disposiciones legales ambientales que así lo condicionan.

Dentro de la cuarta meta denominada “Un México Próspero”, se hace mención al crecimiento económico como un medio para propiciar el desarrollo, abatir la pobreza y alcanzar una mejor calidad de vida para la población. Por lo tanto un México Próspero buscará elevar la productividad del país como medio para incrementar el crecimiento potencial de la economía y así el bienestar de las familias.

Referente al proyecto, dentro de la meta “Un México Próspero”, se hace un diagnóstico ante el Desarrollo Sustentable y la Energía.

En la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se demuestra que la Central Fotovoltaica Hermosillo además de contribuir con el alcance de los objetivos y metas previstos en el Plan Nacional de Desarrollo, respecto al crecimiento económico y la generación de riqueza, se desarrolla de forma sustentable, en estricto apego a los lineamientos ambientales vigentes que le aplican a un proyecto industrial de éste tipo. Así como mediante el uso de tecnología de punta y amigable con el ambiente para el desempeño de los diferentes procesos involucrados en la planta.

Desarrollo sustentable

Durante la última década, los efectos del cambio climático y la degradación ambiental se han ido intensificado, por lo que el mundo día a día comienza a reducir la dependencia que tiene de los combustibles fósiles con el impulso del uso de fuentes de energía alternativas. En este aspecto, México ha demostrado un gran compromiso con la agenda internacional de medio ambiente y desarrollo sustentable, sin embargo, el crecimiento económico del país sigue estrechamente vinculado a la emisión de compuestos de efecto invernadero implicando retos importantes para México al propiciar el crecimiento y el desarrollo económico asegurando a la vez que los recursos naturales continúen proporcionando servicios ambientales al país.

Energía

El uso y suministro de energía son esenciales para las actividades productivas de la sociedad y su escasez derivaría en un obstáculo para el desarrollo de cualquier economía. En México, la demanda de energía crece cada día, por lo que se deben



redoblar los esfuerzos para satisfacer las demandas de la población. En 2011 la mitad de la electricidad fue generada a partir de gas natural, debido a que este combustible tiene el menor precio por unidad energética. En este contexto, tecnologías de generación que utilicen fuentes renovables de energía deberán contribuir para enfrentar los retos en materia de diversificación y seguridad energética. A pesar del potencial y rápido crecimiento en el uso de este tipo de energías, en el presente, su aportación al suministro energético nacional es apenas el 2% del total.

Para hacer frente a los retos antes mencionados y poder detonar un mayor crecimiento económico, se muestra un Plan de acción, con el que se eliminarán los obstáculos que limitan el potencial productivo del país.

“México Próspero” está orientado a incrementar y democratizar la productividad de nuestra economía. Como una vía para incrementar ésta productividad, se propone promover el uso eficiente de los recursos productivos de la economía se plantea democratizar el acceso al financiamiento de proyectos con potencial de crecimiento. Además se plantea abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva. Esto implica fortalecer el abastecimiento racional de energía eléctrica; promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.

Para alcanzar las Metas Nacionales dentro del Plan Nacional se describen los objetivos, estrategias y líneas de acción que llevarán a México a su máximo potencial. Dentro de las Estrategias para “Un México Próspero” se extrajeron los siguientes objetivos, estrategias y líneas de acción que son de importancia para la Central Fotovoltaica Hermosillo.

Objetivo.- Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.

Estrategia.- Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.

Líneas de acción: Promover el uso y consumo de productos amigables con el medio ambiente y de tecnologías limpias, eficientes y de bajo carbono.

Estrategia.- Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

Líneas de acción: Promover el uso de sistemas y tecnologías avanzados, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero.

Objetivo.- Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.



Estrategia.- Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.

Líneas de acción: Impulsar la reducción de costos en la generación de energía eléctrica para que disminuyan las tarifas que pagan las empresas y las familias mexicanas.

Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes limpias, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas son características que pueden ser encontradas en el diseño y la naturaleza de un proyecto de aprovechamiento de radiación solar, como Central Fotovoltaica Hermosillo.

3.1.7 Programa Sectorial de Energía (2013-2018)

El Programa Sectorial de Energía es el mecanismo que se desprende los objetivos, lineamientos y estrategias marcadas por el Plan Nacional de Desarrollo en materia de energía. Este programa se enfoca a su vez en el establecimiento de objetivos y estrategias para lograr los objetivos establecidos por el Plan Nacional durante el periodo presente de administración federal. El Programa considera el aprovechamiento de radiación solar en todas sus formas (incluida la fotovoltaica) como una fuente de Energía Limpia.

Asimismo, en el contexto de generación de energía a nivel nacional, el programa refiere que para satisfacer el incremento de la demanda del sistema eléctrico en los próximos quince años se requerirán alrededor de 50 gigawatts (GW) de capacidad adicional (incluyendo al servicio público y al autoabastecimiento y cogeneración por parte de los privados); ya que, a pesar de que el sistema cuenta con un elevado margen de reserva, éste presenta limitaciones para cubrir fallas, indisponibilidad de combustibles y otros eventos críticos, además de que existe un elevado número de plantas de generación que rebasan su vida útil, por lo que la estabilidad y confiabilidad en la operación del sistema muestra fragilidad en algunos puntos.

El Programa Sectorial de Energía cuenta con seis objetivos principales que establece con el fin de regir el desarrollo del sector energético del país. Cada uno de esos objetivos cuenta a su vez con estrategias establecidas para lograr dichos objetivos, y cada una de esas estrategias, cuenta con líneas de acción, las cuales concretan los mecanismos mediante los cuales la autoridad federal tomará acción para el logro de estos objetivos. En este sentido, el desarrollo del proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo puede ser considerado como un esfuerzo de inversión compatible, específicamente con su objetivo 5 y sus respectivas estrategias y líneas de acción.

Objetivo 5. Ampliar la utilización de fuentes de energía, limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental.

Estrategia 5.1: Incrementar la participación de energías limpias y renovables en la generación de electricidad.

Línea de acción 5.1.3 Desarrollar la normatividad adecuada para promover el desarrollo de proyectos de cogeneración eficiente y su seguimiento regulatorio.



Línea de acción 5.1.4 Instrumentar mecanismos de mercado y regulaciones que aceleren la incorporación de energías limpias y renovables apoyados en inversiones públicas y privadas.

Línea de acción 5.1.5 Adecuar el marco regulatorio y reglas de interconexión a las redes del sistema eléctrico nacional para facilitar el acceso a la interconexión para las energías limpias y renovables.

Después de analizar este Programa Sectorial es posible determinar que el desarrollo del proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo, no sólo es compatible, sino que tiene el potencial de contribuir a los objetivos establecidos en el ramo energético, al contribuir a la sustentabilidad a nivel global del Sistema Eléctrico Nacional como proyecto de energía renovable y limpia.

3.1.8 Estrategia Nacional de Energía 2014-2028

Generación de energía eléctrica

La Estrategia Nacional de Energía (ENE) representa un esfuerzo que incorpora, año con año, las nuevas condiciones del sector energético en el país. A través del análisis de los resultados obtenidos anualmente, se analizan las líneas de acción y se establecen, en caso de ser necesario, nuevas acciones que permitirán alcanzar los objetivos planteados.

La ENE expone de manera sucinta las problemáticas de orden estratégico sobre las que se deben establecer políticas públicas que, actuando de manera coordinada, mejoren el funcionamiento del sector energético nacional. A través de ella se brinda claridad sobre el funcionamiento y rumbo del modelo del sector.

La Reforma constitucional eliminó las restricciones que los particulares tenían para participar en la actividad de generación, con lo que se abre la posibilidad de vender a terceros.

Esto implica que existirá un mercado en el que podrán concurrir CFE y los nuevos generadores que participen en la industria. Estos podrán ser particulares, o empresas públicas como PEMEX, quien podrá aprovechar su gran potencial de cogeneración.

El nuevo marco jurídico, para ser consistente con el marco constitucional, deberá permitir a su vez que los particulares que operan actualmente bajo esquemas de autoabastecimiento, cogeneración, pequeño productor, importación, exportación, así como la capacidad no contratada por CFE de los productores independientes de energía, vendan su energía a terceros, permitiéndoles migrar a un nuevo esquema regulatorio, lo que será más simple y dinámico.

Según la ENE, es prioritario contar con directrices en materia de eficiencia energética, que propicien un consumo eficiente y sustentable de la energía en áreas de oportunidad en diversos sectores como el transporte, residencial, comercial e industrial. Por lo que se espera desarrollar:

1. Edificaciones e industria:

1.8. Instalación de tecnologías solares tipo PV para abastecimiento de energía eléctrica; considerando materiales y tecnologías actuales como: i) de película delgada y/o ii) silicio cristalino;



Central Fotovoltaica Hermosillo es considerada entonces, como un aporte a los objetivos y estrategias establecidas para el rubro de energías renovables por parte de la Estrategia Nacional de Energía vigente.

3.1.9 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

La planeación ambiental en México, se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE).

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso de suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, en cambio los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

El POEGT se realiza por medio de análisis de carácter bibliográfico y cartográfico, los cuales permiten conocer y evaluar las condiciones actuales del país. Después, con dicha información, se desarrollan escenarios futuros que consideran las actuales tendencias de uso del territorio y la degradación de los recursos naturales, para así proponer un modelo de ordenación del territorio nacional, el cual está sustentado en una regionalización ecológica.

Con fundamento en el Artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 31 de octubre de 2014), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

3.1.9.1 Regionalización ecológica

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, obteniendo la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.



Las Áreas de Atención Prioritaria de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. Se establecieron cinco niveles de prioridad: Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy Baja.

Las Políticas Ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo.

Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas.

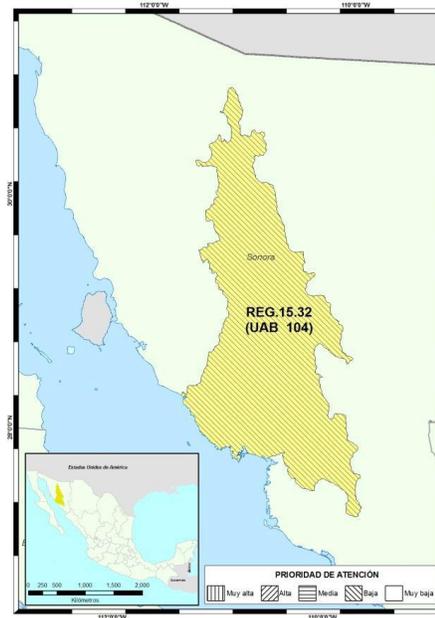
El Sistema Ambiental y el área del proyecto se encuentran dentro de la Región Ecológica 15.32, dentro de la Unidad Ambiental Biofísica 104 “Sierra y Llanuras Sonorenses Orientales”; la cual se describe a continuación:

Tabla 1: Descripción de la Región Ecológica

REGIÓN ECOLÓGICA: 15.32	
Unidad Ambiental Biofísica (UAB)	104. Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales
Localización	Centro sur de Sonora
Superficie	30,374.48 km ²
Población total	994,504
Población Indígena	Mayo – Yaqui
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	



REGIÓN ECOLÓGICA: 15.32



Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. Muy baja superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de baja a media. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación. Déficit de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 21.1. Muy baja marginación social. Muy alto índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Alta importancia de la actividad minera. Baja importancia de la actividad ganadera.

Escenario al 2033:	Crítico a muy crítico
Política Ambiental:	Aprovechamiento sustentable y restauración.
Prioridad de Atención:	Baja.



Tabla 2: Descripción de las Unidades Ambientales Biofísicas

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
104	Preservación de Flora y Fauna	Ganadería - Minería	Forestal	Agricultura-	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 33, 36, 37, 42, 43, 44

3.1.9.2 Lineamientos y estrategias ecológicas

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación, sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.



Derivado del análisis del POEGT, se presentan las siguientes Estrategias Ecológicas, aplicables a la Unidad Ambiental Biofísica donde se encuentra el proyecto. El área de la central queda sujeta a las siguientes estrategias:

Tabla 3: Estrategias de la UAB 40 (POEGT)

Estrategias UAB 40 Sierras y Lomeríos de Almada y Río Grande		
Estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	No Aplica
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Se contempla como parte del proyecto, la implementación de los programas ambientales necesarios para asegurar la relocalización y rescate de individuos dentro del área del proyecto.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	No Aplica
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No se realizará el aprovechamiento de especies de ningún tipo.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No Aplica
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No Aplica
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No Aplica
	8. Valoración de los servicios ambientales.	No Aplica
C) Protección de	12. Protección de los ecosistemas.	No Aplica



Estrategias UAB 40 Sierras y Lomeríos de Almada y Río Grande		
Estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
los recursos naturales	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	No Aplica
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto contempla la implementación de programas ambientales para la conservación de suelo y agua, así como la reforestación con plantas nativas de la zona.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	No Aplica
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	No Aplica
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	El proyecto permitirá el acceso de servicios involucrados en su desarrollo al medio rural donde se establecerá.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	No Aplica



Estrategias UAB 40 Sierras y Lomeríos de Almada y Río Grande		
Estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No Aplica
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No Aplica
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurará la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural	No Aplica
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No Aplica
	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.	No Aplica

Las estrategias establecidas por el POEGT para la UAB 104, en la cual se encuentra la Central Fotovoltaica Hermosillo, fueron vinculadas a las actividades del proyecto y es posible concluir que no existen lineamientos o restricciones que puedan limitar, o prevenir el desarrollo de un proyecto de aprovechamiento de energía solar de características como las que se exponen en el presente documento.



3.2 Legislación Estatal

3.2.1 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora

La Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora es el principal instrumento a nivel estatal utilizado para regir la preservación ecológica de la entidad en conformidad con lo establecido por la LGEEPA. En materia de impacto ambiental, es importante notar que el proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo es considerado como una actividad de carácter federal, por lo que la evaluación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental será evaluada por SEMARNAT y no por la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES), con fundamento en lo establecido por los Artículos 26 y 27:

ARTÍCULO 26.- *Las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar las obras o actividades a que se refiere esta Sección que puedan causar algún daño al ambiente o a los ecosistemas, ocasionar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y en las normas oficiales mexicanas para proteger el ambiente deberán contar con la autorización en materia de impacto ambiental de la Comisión o de los ayuntamientos, según corresponda, sin perjuicio de las autorizaciones que deban otorgar otras autoridades.*

La autorización en materia de impacto ambiental se solicitará previamente a la ejecución de las obras o actividades respectivas, mediante la Licencia Ambiental Integral a que se refiere el Título Cuarto de esta ley. Para conceder o negar la autorización a que se refiere este artículo, la Comisión y, en su caso, los ayuntamientos realizarán un análisis de los impactos ambientales manifestados en la Licencia Ambiental Integral que pudieran generar sobre el ambiente las obras o actividades referidas en esta Sección, a fin de evitar o reducir los efectos negativos sobre el ambiente, prevenir futuros daños a éste y propiciar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

ARTÍCULO 27.- *La Comisión y los ayuntamientos, en el ámbito de sus respectivas competencias, resolverán sobre las solicitudes de autorizaciones en materia de impacto ambiental de las siguientes obras y actividades:*

I.- La Comisión:

- a) Obra pública estatal;*
- b) Zonas y parques industriales que no sean de competencia federal;*
- c) Construcciones para usos industriales y los establecimientos industriales, que no sean de competencia federal;*
- d) Exploración, explotación y beneficio de minerales o sustancias no reservadas a la Federación;*
- e) Desarrollos turísticos o industriales;*
- f) Sistemas de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial;*
- g) Nuevos centros de población;*
- h) Caminos de jurisdicción estatal;*
- i) Explotación y aprovechamiento de animales en todas sus fases en ambientes controlados y no controlados;*
- j) Obras y actividades que por su naturaleza y complejidad requieran de la participación del Estado a petición de los ayuntamientos;*
- k) Obras y actividades en áreas naturales protegidas de jurisdicción estatal; y*
- l) Las demás que no sean competencia de la Federación o de los ayuntamientos; y*

II.- Los ayuntamientos:

- a) Obra pública municipal;*
- b) Caminos de jurisdicción municipal;*



- c) Construcciones para uso mercantil o de servicios;
- d) Establecimientos mercantiles y de servicios;
- e) Fraccionamientos y unidades habitacionales;
- f) Desarrollos campestres; y
- g) Cementerios y crematorios.

El Ejecutivo del Estado y los ayuntamientos, en el ámbito de sus respectivas competencias, mediante disposiciones de observancia general que deberán publicarse en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado, podrán exceptuar del requisito de la autorización en materia de impacto ambiental a cualesquiera de las obras o actividades a que se refiere el presente artículo, cuando por la ubicación, magnitud, utilización de materiales u otras circunstancias se considere que las mismas no causarán desequilibrios ecológicos ni rebasarán los límites y condiciones señalados en los reglamentos y normas oficiales mexicanas emitidas por la Federación para proteger el ambiente.

Además la LEEPA establece los lineamientos a observar para la prevención de emisiones a la atmósfera dentro del territorio de la entidad. Durante el proyecto, la vinculación con este aspecto de la Ley se realizará durante la etapa de construcción principalmente, durante la cual existirá la presencia de vehículos y maquinaria (fuentes móviles). Como parte de las medidas de mitigación del proyecto, se consideran los programas de mantenimiento adecuados para dar cumplimiento en esta materia.

ARTÍCULO 117.- *Las emisiones de contaminantes de los vehículos automotores que circulen en el territorio del Estado no deberán rebasar los límites permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas.*

ARTÍCULO 118.- *Los propietarios o poseedores de vehículos automotores verificarán éstos con la periodicidad y en los centros de verificación vehicular que para el efecto autoricen la Comisión y los ayuntamientos, a efecto de controlar la generación de emisiones contaminantes. Cuando como resultado de la verificación de emisiones contaminantes se detecte que éstas exceden los límites permisibles, el propietario o poseedor deberá efectuar las reparaciones necesarias al vehículo que las genere, en el plazo que para tal efecto establezcan las autoridades ambientales, a fin de que se cumpla con las normas oficiales mexicanas correspondientes. La omisión de la verificación o el incumplimiento de las medidas que se establezcan para el control de emisiones serán sancionados en los términos previstos en esta ley y en otras disposiciones jurídicas aplicables.*

Lo dispuesto en este artículo se aplicará en aquellos municipios cuyo parque vehicular sea superior a los cincuenta mil vehículos automotores. En aquellos municipios que cuente con un parque vehicular inferior al número antes citado podrán aplicar las disposiciones de este artículo. En todo caso para incentivar el cumplimiento de la presente disposición por parte de los ciudadanos, los ayuntamientos procurarán establecer sus programas de verificación vehicular de manera independiente a la verificación del cumplimiento de otras disposiciones de índole recaudatorio en el Municipio.

Otro aspecto ambiental que se sujeta a lo establecido en la LEEPA es la generación de residuos no peligrosos. El promovente del proyecto se verá obligado a asegurar la gestión integral de los residuos para cada una de las etapas del mismo, desde el punto de generación hasta la disposición final de los residuos de manejo especial asociados a las actividades de la Central Fotovoltaica Hermosillo, observando en todo momento el cumplimiento de lo establecido por la Ley.

ARTÍCULO 155.- *Los planes de manejo y el manejo integral de los residuos observarán lo dispuesto en la presente ley, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos,*



las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones legales y administrativas aplicables. Los planes de manejo deberán contener la siguiente información básica:

I.- Objetivos específicos y calendario de implantación del plan de manejo;

II.- Inventario de sus residuos;

III.- Definición de la estructura de manejo, jerarquía y definición de responsabilidades;

IV.- Procedimientos usuales de manejo de residuos y propuesta para mejorar dicho manejo;

V.- Mecanismos de seguimiento y evaluación del plan de manejo y sujetos responsables de estas acciones; y

VI.- Datos de los responsables técnicos de la elaboración del plan de manejo.

ARTÍCULO 156.- Los microgeneradores de residuos peligrosos y los generadores de residuos de manejo especial deberán registrarse ante la Comisión como empresas generadoras de residuos peligrosos y empresas generadoras de residuos de manejo especial, respectivamente, y registrarán, igualmente, los planes de manejo correspondientes. Para tal efecto, deberán formular y ejecutar los planes de manejo de los residuos que se incluyan en los listados contenidos en las normas oficiales mexicanas correspondientes, de acuerdo con lo previsto en el artículo 153 de esta ley.

ARTÍCULO 157.- Los microgeneradores y los generadores de residuos de manejo especial serán responsables del manejo y disposición final de los residuos que generen. Ambos generadores podrán contratar los servicios de manejo y disposición final de sus residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales tratándose de los microgeneradores, o por la Comisión en el caso de los generadores de residuos de manejo especial. Asimismo, podrán transferir dichos residuos a terceros para su utilización como materias primas o insumos dentro de sus procesos, haciéndolo del conocimiento de la Comisión, previamente a su transferencia, la cual se hará mediante un plan de manejo para dichos residuos basado en la minimización de sus riesgos. Cuando se contraten los servicios a que se refiere el párrafo anterior y los residuos sean entregados a las empresas o gestores contratados, la responsabilidad por las operaciones objeto de tales contratos será de dichas empresas o gestores, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador como tal. Las empresas o gestores contratados deberán mantener vigentes las autorizaciones mencionadas en este artículo; en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

Por último, el proyecto también se asegurará de la correcta disposición de los residuos sólidos urbanos que se generen en cada una de sus etapas de acuerdo a los términos de la Ley y cualquier disposición que las autoridades municipales emitan en la materia.

ARTÍCULO 159.- Los generadores de residuos sólidos urbanos estarán obligados a entregarlos a los ayuntamientos para su reciclado, valorización o eliminación, en los términos y condiciones que se establezcan en las disposiciones reglamentarias que al efecto se emitan. Los ayuntamientos adquirirán la propiedad de dichos residuos en el momento en que se haga su entrega.

Las actividades de Central Fotovoltaica Hermosillo no comprometerán la preservación ecológica del Estado de Sonora en tanto que observará en todo momento, sin limitarse a lo establecido por la Ley aquí descrita.

3.2.2 Programa Estatal de Desarrollo Urbano

El Programa Estatal de Desarrollo es el instrumento que pretende alinear el desarrollo de la entidad con lo establecido por el propio Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Con este objetivo, el Programa ha establecido cuatro ejes estratégicos y dos ejes transversales, con el fin de contribuir al logro de las metas nacionales.



En este marco, el proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo pudo ser identificado como un proyecto que por sus características, puede ser considerado como un esfuerzo de impulsar el desarrollo del estado como una medida de adaptación al cambio climático, ya que consiste en la generación de energía eléctrica de manera libre de emisiones. El Programa ha establecido los retos, estrategias y líneas de acción necesarias dentro de las cuales destaca lo siguiente:

Reto 11.

Establecer políticas públicas que contribuyan a la adaptación de Sonora al Cambio Climático

Estrategia 11.1.

Promover el ahorro de energía y el uso de energías limpias, mediante la actualización de la normatividad estatal, la gestión de redes fotovoltaicas y la reconversión de los sistemas de alumbrado.

Líneas de Acción

11.1.2. Gestionar el uso piloto de redes fotovoltaicas demostrativas, con escalamiento comercial, como fuentes alternativas de energía.

11.1.4. Dar seguimiento y evaluar los impactos ambientales de esta estrategia, mediante su medición con indicadores tanto cuantitativos como cualitativos, así como en su capacidad de manejo adaptativo.

Por este motivo, se considera que la Central Fotovoltaica Hermosillo no solo es un proyecto factible sino compatible con los instrumentos que rigen el desarrollo económico y sustentable del estado de Sonora.

3.2.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional para el Estado de Sonora

A la fecha de realización del presente estudio, no existe disponible a consulta pública y de manera oficial ningún documento que contenga criterios, estrategias, lineamientos, entre otros; que funcionen como un Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Sonora.

3.3 Legislación Municipal

3.3.1 Plan Municipal de Desarrollo 2013-2015

El Plan Municipal de Desarrollo 2013-2015 es el instrumento emitido por el Ayuntamiento del municipio de Hermosillo para dirigir las políticas, estrategias y lineamientos necesarios para conducir el desarrollo de los proyectos públicos durante la administración vigente. El plan presenta como parte de los antecedentes económicos del municipio, la alta diseminación de las plantas industriales de la industria maquiladora desde la zona fronteriza hacia el interior del estado de Sonora. Dicha diseminación ha traído grandes beneficios para el municipio de Hermosillo, al establecer operaciones de manufactura avanzada especialmente industria automotriz y en plantas de autopartes, mecánica-electrónica, electrónica de consumo, equipos de comunicación, tecnologías de la información, agroindustria, entre otros. Esto ha permitido que en las últimas décadas la incorporación de altas tecnologías a los procesos industriales destacando óptica, biotecnología y nanotecnología, el desarrollo de energías renovables, industria



aeroespacial, a lo cual se suma la reconocida vocación del municipio en actividades económicas del sector terciario: comercio y servicios.

En este contexto, uno de los objetivos del municipio de Hermosillo fue impulsar el autoabastecimiento energético mediante la cogeneración de energía mediante el aprovechamiento del metano producido en el relleno sanitario municipal. Lo cual representa un antecedente de impulso a la generación de electricidad a partir de fuentes de energía renovable.

Si bien, el presente plan no establece una política y/o estrategia en concreto que explícitamente el desarrollo de proyectos como el que propone Central Fotovoltaica Hermosillo, es posible considerar que un proyecto de aprovechamiento de la radiación solar es compatible con los propios ejes rectores del plan y no contraviene en ningún momento lo establecido por este. Central Fotovoltaica Hermosillo representa un proyecto de aprovechamiento de energía renovable, una importante inversión del sector privado y derrama económica para la zona, al tiempo que es un proyecto que cuenta con los mecanismos necesarios para asegurar la sustentabilidad del área donde se propone establecer.

3.3.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Local

A la fecha de realización del presente estudio, no existe disponible a consulta pública y de manera oficial ningún documento que contenga criterios, estrategias, lineamientos, entre otros; que funcionen como un Ordenamiento Ecológico del Territorio del municipio de Hermosillo del estado de Sonora.

3.3.3 Bandos y reglamentos municipales

El proyecto en cuestión contempla las disposiciones de los bandos y reglamentos del Ayuntamiento del gobierno local y del área de influencia del mismo, sin que exista contravención alguna con los planes de desarrollo para el municipio en el que se encuentra, Hermosillo, en el estado de Sonora.

3.4 Normas Oficiales Mexicanas

3.4.1 Atmósfera

NOM-041-SEMARNAT-2015.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustible (DOF 10 de junio de 2015).

Esta norma está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio; con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.



NOM-042-SEMARNAT-2003.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos, cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos (DOF 7 de septiembre de 2005).

Está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio; con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.

NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas 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 nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, equipadas con este tipo de motores (DOF 12 de octubre de 2006).

Esta norma está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio y con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.

NOM-045-SEMARNAT-2006.- Protección ambiental.- vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición (DOF 13 de septiembre de 2007).

Esta norma está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio y con la utilización de vehículos en circulación que usan diésel como combustible, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.

3.4.2 Suelo y subsuelo

NOM-027-SEMARNAT-1996.- Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte (DOF. 5 de junio de 1996).

Esta norma está vinculada con el proyecto en la etapa de preparación del sitio, en cuanto a los procedimientos, criterios y especificaciones para el almacenamiento de tierra de monte, cumpliendo con lo establecido en la presente norma.

NOM-138-SEMARNAT-SS-2003.- Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos; las especificaciones para su caracterización y remediación (DOF. 29 de marzo de 2005).



Se deben tomar todas las precauciones y las medidas de seguridad para evitar el derrame de hidrocarburos (gasolina, diésel, aceites, etcétera) al suelo. En caso de derrame, se deberá proceder de inmediato con la remediación correspondiente, a través de una empresa competente que cuente con la tecnología adecuada para ello. Esta norma aplica en todas aquellas etapas donde pudiera haber derrame de hidrocarburos.

3.4.3 Residuos Peligrosos

NOM-052-SEMARNAT-2005.- Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (DOF. 13 de junio de 2006).

Establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, se incluyen los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales. Es de observancia obligatoria. Aplica en todas las etapas del proyecto, para identificar si se están generando residuos peligrosos y en su caso, dar la gestión integral correspondiente conforme a la legislación vigente.

NOM-053-SEMARNAT-1993.- Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción, para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso, por su toxicidad al ambiente (DOF. 22 de octubre 1993).

Establece el procedimiento para la determinación de los constituyentes que hacen a un residuo peligroso. Es de observancia obligatoria y aplica en todas las etapas del proyecto donde se generen estos residuos, para su posterior seguimiento correspondiente conforme a la legislación vigente.

NOM-054-SEMARNAT-1993.- Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos, considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993 (DOF. 22 de octubre de 1993).

Establece el procedimiento para la determinación de incompatibilidad entre dos o más residuos. Es de observancia obligatoria y aplica en todas las etapas del proyecto donde se generen estos residuos, para su posterior seguimiento correspondiente conforme a la legislación vigente.

3.4.4 Residuos de Manejo Especial

NOM-161-SEMARNAT-2011.- Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a planes de manejo, el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo (DOF 1° de febrero de 2013).

Establece los criterios para la clasificación de residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a planes de manejo, su listado y procedimiento. Es de aplicación



obligatoria y aplica en todas las etapas del proyecto donde se generen estos residuos, para su posterior seguimiento correspondiente conforme a la legislación vigente.

3.5 Áreas Naturales Protegidas y Prioritarias a Nivel Federal, Estatal y Municipal

El Convenio de Diversidad Biológica define a las áreas protegidas como “áreas definidas geográficamente que hayan sido designadas o reguladas y administradas para lograr los objetivos específicos de conservación.” Las áreas protegidas proporcionan una serie de bienes y servicios ecológicos al mismo tiempo que preservan el patrimonio natural y cultural. El estado de Sonora cuenta con ocho ANP's decretadas de distinta jurisdicción y categoría:

Jurisdicción federal

- Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado
- El Pinacate y Gran Desierto de Altar
- Sierra de Ajos – Bavispe
- Islas del Golfo de California
- Isla San Pedro Mártir
- Sierra de Álamos – Río Cuchujaqui

Jurisdicción estatal

- Arivechi Cerro Las Conchas
- Sistema de Presas Abelardo Rodríguez Luján – El Molinito

El proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo y el Sistema Ambiental no inciden en ninguna de estas áreas. La ANP más cercana que se encontró es de jurisdicción estatal y pertenece al estado de Sonora y es denominada como el Sistema de Presas Abelardo Rodríguez Luján – el Molinito, la cual se encuentra a 1.7 km al poniente del proyecto. El proyecto por su naturaleza, no representa afectación alguna a esta área.

Como Anexo 3 del presente capítulo se presentan los mapas de ubicación de las áreas de importancia con respecto al polígono del proyecto. Estas áreas que se mencionan son las siguientes:

- Áreas naturales protegidas
- Áreas de importancias para la conservación de las aves
- Sitios Ramsar
- Unidades de Manejo para la Conservación de la vida silvestre
- Regiones terrestres prioritarias
- Regiones hidrológicas prioritarias

3.5.1 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

A partir de la necesidad de preservar a las aves, nació el programa de las AICAS el cual surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la



preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Las AICAs presentes en la región y más cercanas al proyecto son:

- Sistema de sierras de la Sierra Madre Occidental
- Cuenca del Río Yaqui
- Isla Tiburón-Canal el Infiernillo-Estero Santa Cruz
- Isla Tortuga
- Archipiélago Salsipuedes
- Alamos Río Mayo
- Baserac-Sierra Tabaco - Río Bavispe
- Sistema Guasimas
- Sistema Algodones
- Sistema La Luna
- Sistema Lobos

Ninguna AICA se encuentra a una distancia cerca del área de estudio del proyecto y no se considera afectación alguna a ninguna de las áreas mencionadas

3.5.2 Sitios RAMSAR

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de RAMSAR, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

Los Sitios RAMSAR presentes en la región y más cercanos al proyecto son:

- Canal el Infiernillo y esteros del territorio Coomcac (Xepe Coosot)
- Isla de San Pedro Mártir.

Ningún sitio RAMSAR se encuentra a una distancia cerca del área de estudio del proyecto y no se considera afectación alguna al sitio mencionado.

3.5.3 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre

Las UMA's pueden ser definidas como unidades de producción o exhibición en un área delimitada claramente bajo cualquier régimen de propiedad, donde se permite el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos de los recursos de la vida silvestre y que requieren un manejo para su operación. La Ley General de Vida Silvestre establece que sólo a través de las UMA's se permite el aprovechamiento de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre (SEMARNAT, 2005).

Las UMA's que se encuentran más cercanas al área del proyecto son:



- Muy Grande
- Cemex México S.A. de C.V. Planta Yaqui
- Las Norias
- Los Chinos
- La Escondida y Santa Teresa

Ninguna UMA se encuentra en las proximidades del área del proyecto. Se considera que las mismas no se verán afectadas por la instalación del proyecto

3.5.4 Regiones Terrestres Prioritarias

El proyecto de las RTP's, en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

La RTP más cercana al proyecto es:

- Sierra Libre

El proyecto no se encuentra dentro de ninguna RTP y no se considera afectación alguna a ninguna de las regiones mencionadas.

3.5.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias

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

La RHP más cercana al proyecto es:

- Isla Tiburón-Río Bacoachi

El proyecto, por su naturaleza, no representa una afectación a esta región (**Ver anexo 3 Áreas de Importancia**).

3.6 Conclusiones

Las obras y actividades relacionadas con la preparación, construcción y puesta en operación de Central Fotovoltaica Hermosillo y su línea de transmisión, conllevan el cumplimiento de disposiciones de carácter federal, sin embargo, hoy en día los criterios para demostrar la sustentabilidad de un proyecto de generación para obtener las autorizaciones ambientales, concesiones, registros y licencias federales correspondientes, se encuentra sujeto a demostrar la congruencia con los criterios de regulación ambiental



establecidos en los ordenamientos ecológicos del territorio tanto en el ámbito estatal como en el ámbito municipal, por lo que respecta a los usos del suelo, ya que se trata de facultades y atribuciones constitucionales debidamente otorgadas a las Entidades Federativas y los Gobiernos Municipales, respectivamente.

Cabe señalar que la operación del proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo representa una fuente limpia y libre de las emisiones a la atmósfera asociadas a la generación de energía eléctrica.

De acuerdo al análisis realizado en el presente documento sobre la normatividad Federal, Estatal y Municipal y su vinculación con el proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo, tomando en cuenta las obligaciones ambientales legales que se desprenden de las leyes antes analizadas, incluyendo las disposiciones estatales y municipales en la materia, se concluye que la construcción del proyecto conlleva únicamente el condicionamiento jurídico y técnico a través de la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación necesarias, hasta en tanto se cumplan con cabalidad las condiciones jurídicas para la obtención de los permisos, licencias, autorizaciones, registros o concesiones necesarios para su construcción y operación.

3.6.1 Factores ambientales

El área donde se pretende construir y operar la Central Fotovoltaica Hermosillo está catalogada como una zona de matorrales, la cual es considerada como zona de vegetación secundaria de mezquital xerófilo con alta presencia de pastos. Además, no existe disposición establecida por ningún Programa de Ordenamiento Ecológico Regional o Local que limite el desarrollo del proyecto en el área propuesta.

Como se mencionó en el inciso 3.5 Áreas Naturales Protegidas y Prioritarias a Nivel Federal, Estatal y Municipal del presente documento, el área donde se pretende llevar a cabo la Central Fotovoltaica Hermosillo, no se encuentra dentro o en las inmediaciones de ninguna Área Natural Protegida, federal, estatal o municipal (AP).

En el marco legal vigente en México se reconoce al aprovechamiento de radiación solar como energía limpia. Consecuentemente, dicha tecnología tiene derecho a recibir los beneficios otorgados en la legislación. A su vez, el aprovechamiento de radiación solar recibe también los beneficios que se reconocen a las energías renovables en la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

Se realizó el diseño del proyecto de la Central Fotovoltaica Hermosillo y su línea de transmisión, considerando la naturaleza de su proceso para asegurar el cumplimiento de las disposiciones establecidas por la normatividad vigente en la materia y asegurando el no comprometer la estabilidad ecológica del sitio donde se pretende desarrollar.



4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....120

4.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	120
4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	123
4.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS	123
4.2.1.1 Clima	123
4.2.1.1.1 Tipo de clima	126
4.2.1.1.1.1 Tipos de clima identificados en el área de estudio	127
4.2.1.1.2 Temperatura.....	128
4.2.1.1.3 Precipitación.....	129
4.2.1.1.4 Evaporación	131
4.2.1.2 Vientos dominantes (dirección y velocidad) en forma mensual y anual	132
4.2.1.3 Radiación solar.....	134
4.2.1.4 Fenómenos climatológicos	137
4.2.1.4.1 Temperaturas extremas	137
4.2.1.4.2 Heladas	138
4.2.1.4.3 Ciclones (Huracanes).....	139
4.2.1.4.4 Granizo.....	140
4.2.1.4.5 Sequías	141
4.2.1.4.6 Inundaciones.....	142
4.2.1.5 Geología y geomorfología	143
4.2.1.5.1 Geología.....	143
4.2.1.5.1.1 Estratigrafía.....	144
4.2.1.5.2 Litología.....	146
4.2.1.5.3 Geomorfología.....	147
4.2.1.5.4 Fisiografía.....	148
4.2.1.5.5 Topoformas	149
4.2.1.5.6 Pendiente y relieve.....	150
4.2.1.6 Presencia de fallas y fracturas	152
4.2.1.7 Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica	153
4.2.1.7.1 Sismos.....	153
4.2.1.7.2 Deslizamiento.....	154
4.2.1.7.3 Volcanes.....	155
4.2.1.8 Suelos.....	156
4.2.1.8.1 Tipos de suelos presentes en el área de estudio de acuerdo con la clasificación de FAO-UNESCO e INEGI	159



4.2.1.9 Erosión	162
4.2.1.9.1 Erosión potencial (Ep)	164
4.2.1.9.2 Erosión actual.....	164
Hidrología	165
4.2.1.9.3 Hidrología superficial.....	165
4.2.1.9.4 Hidrología subterránea.....	169
4.2.1.9.5 Volúmenes y gasto hidráulico	172
4.2.1.10 Infiltración	173
4.2.1.10.1 Escenario del cambio en la capacidad de infiltración del área propuesta para el cambio de uso de suelo, sin tomar en cuenta medidas de mitigación.	174
4.2.1.10.2 Escenario del cambio en la capacidad de infiltración del área propuesta para el cambio de uso de suelo, tomando en cuenta medidas de mitigación.	175
4.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS	176
4.2.2.1 Vegetación.....	176
4.2.2.1.1 Vegetación Potencial para el Sistema Ambiental, Área de influencia del Proyecto y Área del Proyecto	176
4.2.2.1.2 Vegetación actual dentro del Sistema Ambiental, Area de Influencia del Proyecto y Área del Proyecto	178
4.2.2.1.3 Método	179
4.2.2.1.3.1 Trabajo de Gabinete (determinación del material botánico)	179
4.2.2.1.3.2 Tipo de muestreo utilizado	179
4.2.2.1.4 Índice de Valor de Importancia.....	187
4.2.2.2 Resultados.....	188
4.2.2.2.1 Área de influencia del proyecto	188
4.2.2.2.2 Área del Proyecto.....	190
4.2.2.3 Fauna	193
4.2.3 PAISAJE.....	210
4.2.3.1 Descripción del paisaje desde un enfoque ecológico.....	211
4.2.3.1.1 Agentes modeladores del paisaje en el área de estudio.....	211
4.2.3.2 Descripción del paisaje desde un enfoque visual.....	212
4.2.3.2.1 Determinación de la cuenca visual.....	214
4.2.3.2.2 Determinación de los puntos con mayor incidencia visual	214
4.2.3.3 Análisis de la calidad visual	219
4.2.3.3.1 Calidad visual en el área de estudio	220
4.2.3.4 Análisis de la fragilidad visual.....	220
4.2.3.4.1 Fragilidad visual en el área de estudio	222
4.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO	223
4.2.4.1 Demografía.....	223
4.2.4.2 Educación.....	223
Salud.....	224
4.2.4.3 Marginación	225



4.2.4.4	Migración	227
4.2.4.5	Población económicamente activa (PEA)	227
4.2.4.6	Vivienda	229
4.2.4.7	Factores socioculturales	229
4.2.4.7.1	Medios de comunicación	229
4.2.4.7.2	Vías de comunicación	230
4.2.4.7.3	Abasto e infraestructura	230
4.2.4.7.4	Patrimonio Histórico y cultural	230
4.2.4.7.5	Deporte	231
4.2.5	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	232



4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

4.1 Delimitación del área de estudio

El **Sistema Ambiental (SA)** es el territorio que abarca los ecosistemas con relevancia para el proyecto evaluado y definido inicialmente como potencialmente afectado por la preparación, construcción y operación del proyecto o que podría influir en el desarrollo y operación del mismo. En la definición del Sistema se busca identificar la interacción entre los componentes abióticos, bióticos, sociales, de infraestructura y los aspectos culturales de la zona.

El **área de influencia (AIP) del proyecto**, se establece como una parte del SA con potencial influencia hacia y desde el proyecto, que está contenida en el SA y que a su vez contiene al **Área del Proyecto (AP)**. En este ejercicio se transitará de lo general a lo particular y se describirán los componentes relevantes para las áreas.

La importancia de describir el SA para efecto de un estudio de impacto ambiental radica en el reconocimiento del estado cero, o sin la infraestructura del proyecto en la zona donde se pretende construir, para poder valorar cuáles serán los impactos tanto adversos como benéficos que resulten de la ejecución de las obras y actividades de construcción y operación del proyecto.

Para la definición del SA para el proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo; se tuvieron en cuenta las siguientes características:

- Medio físico: elementos y procesos naturales del territorio.
- Población: sus actividades de producción, consumo y relación social.
- Sistema de asentamientos: el conjunto de asentamientos humanos y los canales a través de los que se relacionan.
- Marco legal e institucional: regula y administra las reglas de funcionamiento.

La importancia de describir el SA para efecto de un estudio de impacto ambiental radica en el reconocimiento del estado cero o sin proyecto, de la zona donde se pretende construir el mismo, para después poder valorar cuáles serán los impactos tanto adversos como benéficos que resulten de la ejecución del proyecto, cuyas alternativas, diseño y medidas de mitigación se propongan de acuerdo a los resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Para la delimitación del Sistema Ambiental, así como del Área de Influencia del Proyecto, se consideraron sus siguientes características:

- Ubicación y dimensión de las obras que se llevarán a cabo



- Red hidrológica
- Topografía
- Carreteras y caminos
- Parteaguas naturales

Se define como **Área del Proyecto (AP)**, al espacio físico que está ocupado en forma permanente durante la operación de toda la infraestructura requerida para la realización del proyecto y áreas de reserva, por si se llegara a ampliar la capacidad de la fotovoltaica (de darse el caso se seguirá lo contemplado en la ley correspondiente).

El Sistema Ambiental que fue definido para este proyecto, se encuentra en el municipio de Hermosillo, en el estado de Sonora y ocupa un área aproximada de 4,024.83 ha. El Sistema Ambiental está limitado al sur por la carretera estatal Mesa del Seri-E.C (Hermosillo-Sahuaripa), y al norte, este y oeste por los parteaguas naturales del relieve (**ver anexo 4.1.3 Sistema Ambiental**).

El AIP está conformada, por la proyección de crecimiento y expansión futuro de la infraestructura de generación fotovoltaica. Como se mencionó anteriormente el AP se localiza dentro del AIP, por lo que, no existen variables significativas en cuanto a los componentes biológicos y físicos, a lo largo de este capítulo se definen y explican cada uno de ellos.

Una vez definido el SA, el AIP y el AP se procedió a describir la línea de base, esto se realizó considerando la compilación y el análisis de información bibliográfica existente. Posteriormente se realizaron visitas a campo para el reconocimiento de la zona y recopilación de información específica tanto del medio físico, biótico y social. Además de definir y evaluar la línea base ambiental, se identificaron los patrones de cambio observados en los últimos años, con la finalidad de poder extrapolar el estado del medio ambiente en el corto, mediano y largo plazo.

Las dimensiones de las superficies de cada área se definen a continuación:

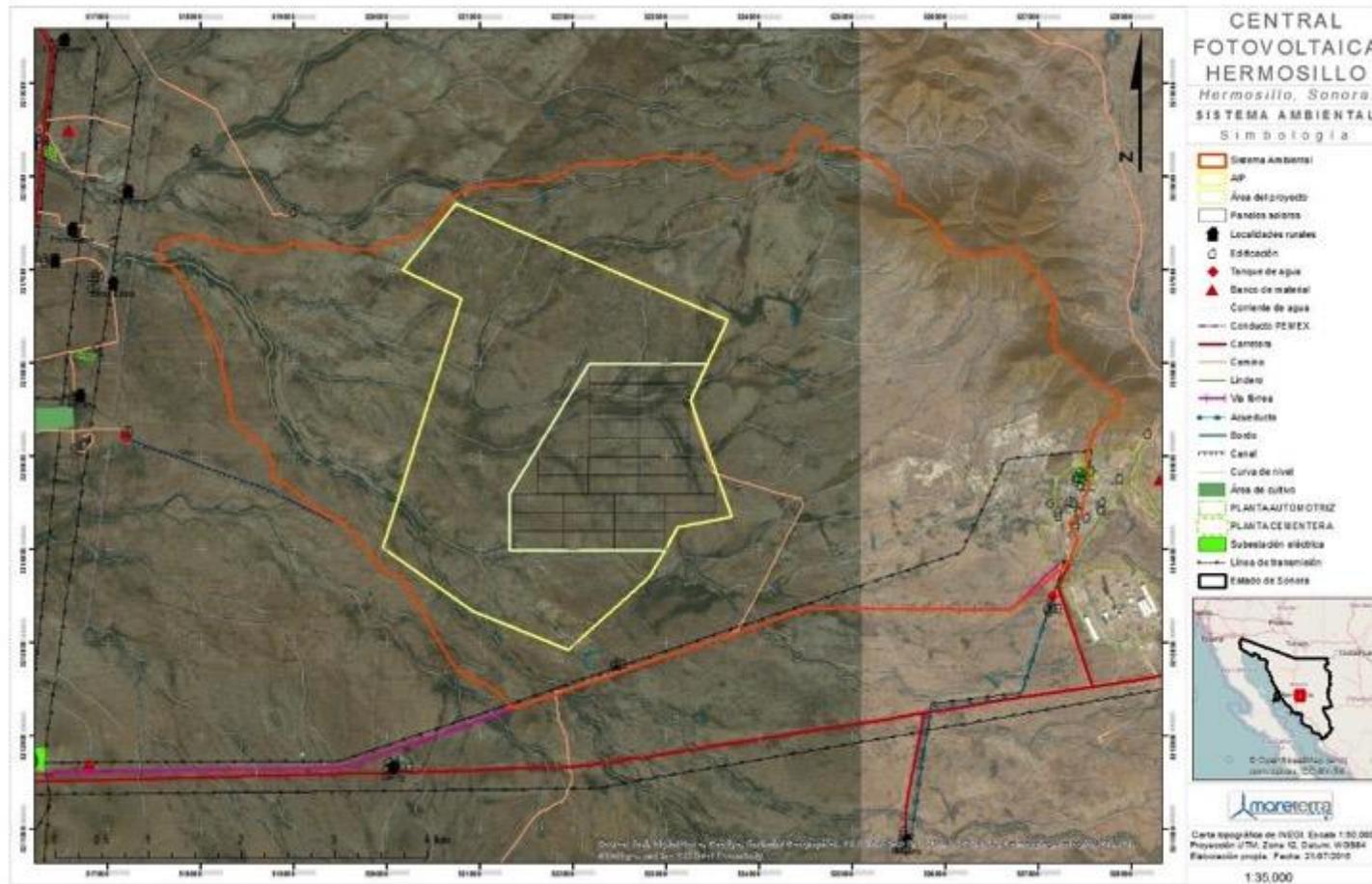
- Sistema Ambienta (SA): 4,024.83 ha
- Área de influencia del proyecto (AIP): 1,154.39 ha
- Área del proyecto (AP): 358.98 ha

Debido a la cercanía de las tres áreas definidas y al análisis de los componentes bióticos y abióticos, se determinó que no existen diferencias entre las tres zonas, por lo tanto, nos referiremos al área de estudio para englobar dichas áreas.



IBERDROLA RENOVIABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

Figura 1: Sistema Ambiental, Área de Influencia del proyecto y Área del Proyecto



Capítulo 4. Descripción del Sistema Ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto. Inventario Ambiental.



4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

4.2.1 Aspectos abióticos

Los componentes abióticos son los distintos elementos que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos; entre los más importantes: el agua, la temperatura, el suelo, la humedad y el aire.

4.2.1.1 Clima

El clima comprende valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un período representativo: temperatura, humedad, presión, viento y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años como mínimo. Estas épocas necesitan ser más largas en las zonas subtropicales y templadas que en la zona intertropical, especialmente, en la faja ecuatorial, donde el clima es más estable y menos variable en lo que respecta a los parámetros climáticos.

Los factores naturales que afectan al clima son la latitud, altitud, orientación del relieve, continentalidad (o distancia al mar) y corrientes marinas. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), respectivamente.

El clima es un sistema complejo por lo que su comportamiento es difícil de predecir. Por una parte, hay tendencias a largo plazo debidas normalmente a variaciones sistemáticas como la de la concentración de los gases de efecto invernadero, la de la radiación solar o los cambios orbitales.

Para el estudio del clima hay que analizar los elementos del tiempo: la temperatura, la humedad, la presión, los vientos y las precipitaciones. De ellos, las temperaturas medias mensuales y los montos pluviométricos mensuales son los datos más importantes que normalmente aparecen en los gráficos climáticos.

Factores que modifican el clima:

- Latitud
- Altitud
- Relieve
- Masa de agua
- Vegetación
- Distancia al mar
- Calor
- Longitud
- Tiempo-espacio
- Auroras Boreales



- Tiempo atmosférico

Elementos del clima:

- Temperatura
- Presión atmosférica
- Viento
- Humedad
- Precipitaciones
- Latitud geográfica

Latitud

La latitud determina la inclinación con la que caen los rayos del Sol y la diferencia de la duración del día y la noche. Cuanto más directamente incide la radiación solar, más calor aporta a la Tierra.

Las variaciones en latitud son causadas, por la inclinación del eje de rotación de la Tierra. El ángulo de incidencia de los rayos del Sol no es el mismo en verano que en invierno siendo la causa principal de las diferencias estacionales. Cuando los rayos solares inciden con mayor inclinación calientan mucho menos porque el calor atmosférico tiene que repartirse en un espesor mucho mayor de atmósfera, con lo que se filtra y dispersa parte de ese calor. También podemos referirnos a la variación diaria de la inclinación de los rayos solares: las temperaturas atmosféricas más frías se dan al amanecer y las más elevadas, en horas de la tarde.

Los efectos de la latitud sobre las precipitaciones, son la determinación de la localización de los centros de acción que dan origen a los vientos: anticiclones (centros de altas presiones) y ciclones (áreas de baja presión o depresiones). La ubicación de los centros de acción determina la dirección y mecánica de los vientos planetarios o constantes y por consiguiente, las zonas de mayor o menor cantidad de precipitación. Los cuatro paralelos notables (Trópicos y círculos polares) generan la existencia de grandes zonas anticiclónicas y depresiones de origen dinámico, es decir, originadas por el movimiento de rotación terrestre y de origen térmico (originadas por la desigual repartición del calentamiento de la atmósfera).

Por otra parte, a mayor inclinación, mayor será la componente horizontal de la intensidad de radiación. Mediante sencillos cálculos trigonométricos puede verse que:

$$I \text{ (incidente)} = I \text{ (total)} \cdot \cos\theta$$

Altitud

La altitud de una región determina la delimitación de los pisos térmicos, que son fajas climáticas delimitadas por curvas de nivel que generan también curvas de temperatura



(isotermas) que se han establecido tomando en cuenta tipos de vegetación, temperaturas y orientación del relieve.

A mayor altitud con respecto al nivel del mar, menor temperatura. Además, si aumentamos la altitud cada 180 m la temperatura (T°) descenderá 1 $^{\circ}\text{C}$.

En la zona intertropical existen cuatro pisos térmicos:

1. Macrotérmico (0 a 1 km): su temperatura varía entre los 20 y 29 $^{\circ}\text{C}$, presenta una pluviosidad variable.
2. Mesotérmico (1 a 3 km): presenta una temperatura entre los 10 y 20 $^{\circ}\text{C}$, su clima es montañoso.
3. Microtérmico (3 a 4,7 km): su temperatura varía entre los 0 y 10 $^{\circ}\text{C}$. Presenta un tipo de clima de Páramo.
4. Gélido (más de 4,7 km): su temperatura es menor de -0 $^{\circ}\text{C}$ y le corresponde un clima de nieve de alta montaña.

El cálculo aproximado que se realiza, es que, al elevarse 180 m, la temperatura baja 1 $^{\circ}\text{C}$.

Orientación del relieve

La disposición de las cordilleras más importantes con respecto a la incidencia de los rayos solares determina dos tipos de vertientes o laderas montañosas: de solana y de umbría.

Al norte del Trópico de Cáncer, las vertientes de solana son las que se encuentran orientadas hacia el sur, mientras que al sur del Trópico de Capricornio las vertientes de solana son, obviamente, las que están orientadas hacia el norte. En la zona intertropical, las consecuencias de la orientación del relieve con respecto a la incidencia de los rayos solares no resultan tan marcadas, ya que una parte del año el sol se encuentra incidiendo de norte a sur y el resto del año en sentido inverso.

La orientación del relieve con respecto a la incidencia de los vientos dominantes (los vientos planetarios) también determina la existencia de dos tipos de vertientes: de barlovento y de sotavento. Lluvia mucho más en las vertientes de barlovento porque el relieve da origen a las lluvias orográficas, al forzar el ascenso de las masas de aire húmedo.

Continentalidad

La proximidad del mar modera las temperaturas extremas y suele proporcionar más humedad en los casos en que los vientos procedan del mar hacia el continente. Las brisas marinas atenúan el calor durante el día y las terrestres limitan la irradiación nocturna. En la zona intertropical, este mecanismo de las brisas atempera el calor en las zonas costeras ya que son más fuertes y refrescantes, precisamente, cuanto más calor hace (en las primeras horas de la tarde).



Una alta continentalidad, en cambio, acentúa la amplitud térmica. Provocará inviernos fríos y veranos calurosos.

La continentalidad es el resultado del alto calor específico del agua, que le permite mantenerse a temperaturas más frías en verano y más cálidas en invierno. Lo que es lo mismo que decir que el agua posee una gran inercia térmica. Las masas de agua son, pues, el más importante agente moderador del clima.

Corrientes oceánicas

Las corrientes frías ejercen una poderosa influencia sobre el clima. En la zona intertropical producen un clima muy árido en las costas occidentales de África y de América, tanto del Norte como del Sur. Estas corrientes frías no se deben a un origen polar de las aguas. La frialdad de las corrientes se debe al ascenso de aguas profundas en dichas costas occidentales de la Zona Intertropical. Ese ascenso lento pero constante es muy evidente en el caso de la Corriente de Humboldt o del Perú, una zona muy rica en plancton y en pesca, precisamente por el ascenso de aguas profundas, que traen a la superficie una gran cantidad de materia orgánica. Como las aguas frías producen alta presión atmosférica, la humedad relativa en las áreas de aguas frías es muy baja y las lluvias son muy escasas o nulas: el desierto de Atacama es uno de los más áridos del mundo. Los motivos de la surgencia de las aguas frías se deben a la dirección de los vientos planetarios en la zona intertropical y a la propia dirección de las corrientes ecuatoriales (del Norte y del Sur). En ambos casos, es decir, en el caso de los vientos y de las corrientes marinas, el desplazamiento se produce de este a oeste (en sentido contrario a la rotación terrestre) y alejándose de la costa. A su vez, este alejamiento de la costa de los vientos y de las aguas superficiales, crea las condiciones que explican el ascenso de las aguas más profundas, que vienen a reemplazar a las aguas superficiales que se alejan. Por último, en la zona intertropical, los vientos son de componente Este debido al movimiento de rotación de la Tierra, por lo que en las costas occidentales de los continentes en la zona intertropical soplan del continente hacia el océano, por lo que tienen una humedad muy escasa.

4.2.1.1.1 Tipo de clima

A través de las clasificaciones climáticas se describe el comportamiento de estos elementos a lo largo del año, comparando unas regiones con otras. La descripción del clima de una zona o región sintetiza en forma de letras o siglas sus características más importantes. A partir de 1964 Enriqueta García adaptó para las condiciones de México la clasificación mundial de Wilhelm Köppen. Ésta ha recibido el denominativo de sistema de Köppen modificado por García y ha sido usado oficialmente en el país, cuyos mapas a varias escalas han sido publicados por el actual INEGI y la CONABIO.

Básicamente, el sistema modificado consiste en que a la clasificación original se adicionaron algunos parámetros que son muy importantes para diferenciar los climas en



México, los que se organizaron en grupos, tipos, subtipos y variantes climáticas. Los grupos climáticos originales de Köppen son los A cálidos húmedos tropicales; los B subdivididos en los subtipos BW secos desérticos y BS secos esteparios; los C templados; los D templados fríos, y los E subdivididos en los ET fríos de tundra o páramos y los EF muy fríos con nieves permanentes. Los regímenes de lluvia posibles en México son con lluvias en verano (w); abundantes todo el año (f); escasas todo el año (x') y con lluvia en invierno (s). La combinación de grupo climático y régimen de lluvia forma los tipos de clima.

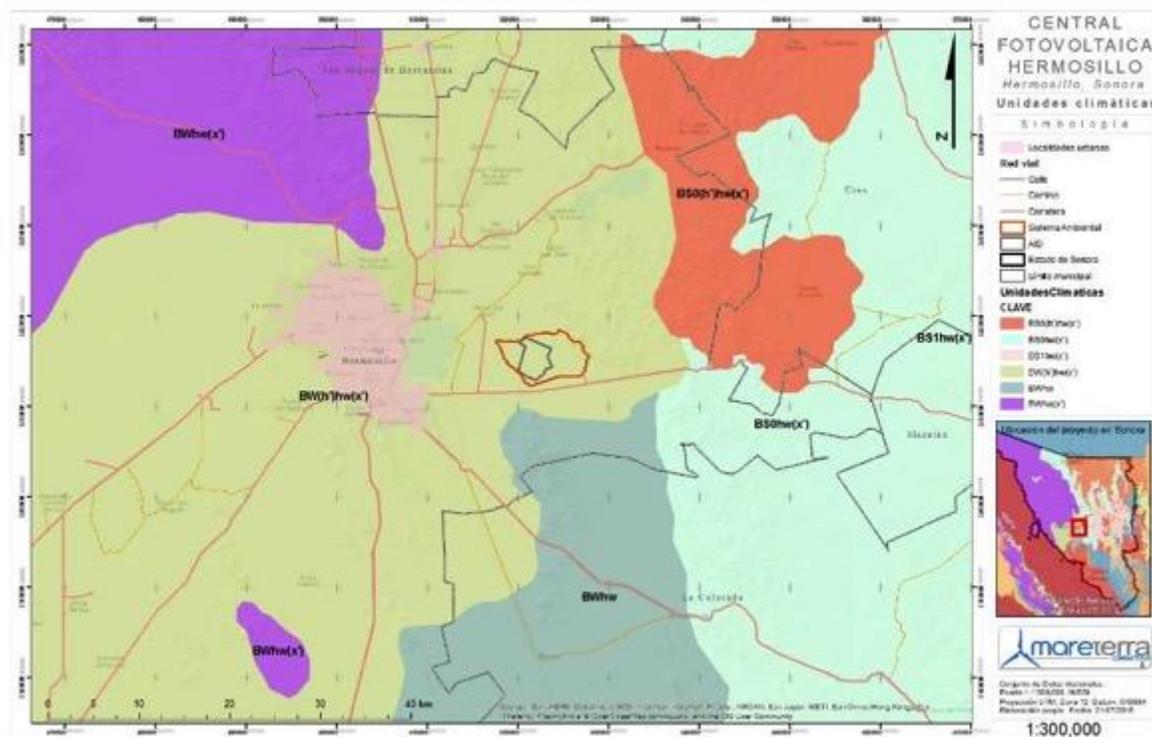
4.2.1.1.1 Tipos de clima identificados en el área de estudio

La fórmula para los tipos de clima que se encuentran en el área de estudio, de acuerdo a los datos vectoriales para clima escala 1:100,000 (INEGI, 22004):

- **BW (h') hw (x')**

Clima de tipo desértico, con temperaturas cálidas y lluvias en verano; el porcentaje de lluvia invernal es mayor al 10.2%; la temperatura media anual rebasa los 22°C con una temperatura en el mes más frío es menor a los 18°C.

Figura 2: Tipos de climas en el área de estudio





4.2.1.1.2 Temperatura

De acuerdo con los datos históricos (1951-2010) recabados en la estación meteorológica más cercana al predio (aproximadamente a 14 km al oeste); denominada "Hermosillo II" (26139), situada en la latitud: 29°05'56" N y longitud: 110°57'15" W a una altura de 221.0 msnm. La temperatura media anual para el SA y AP es de 24.8 °C, el mes con la temperatura media más baja es enero con 16.8 °C, y el mes con la temperatura media más alta es julio (32.3 °C).

Figura 3: Rango de temperaturas

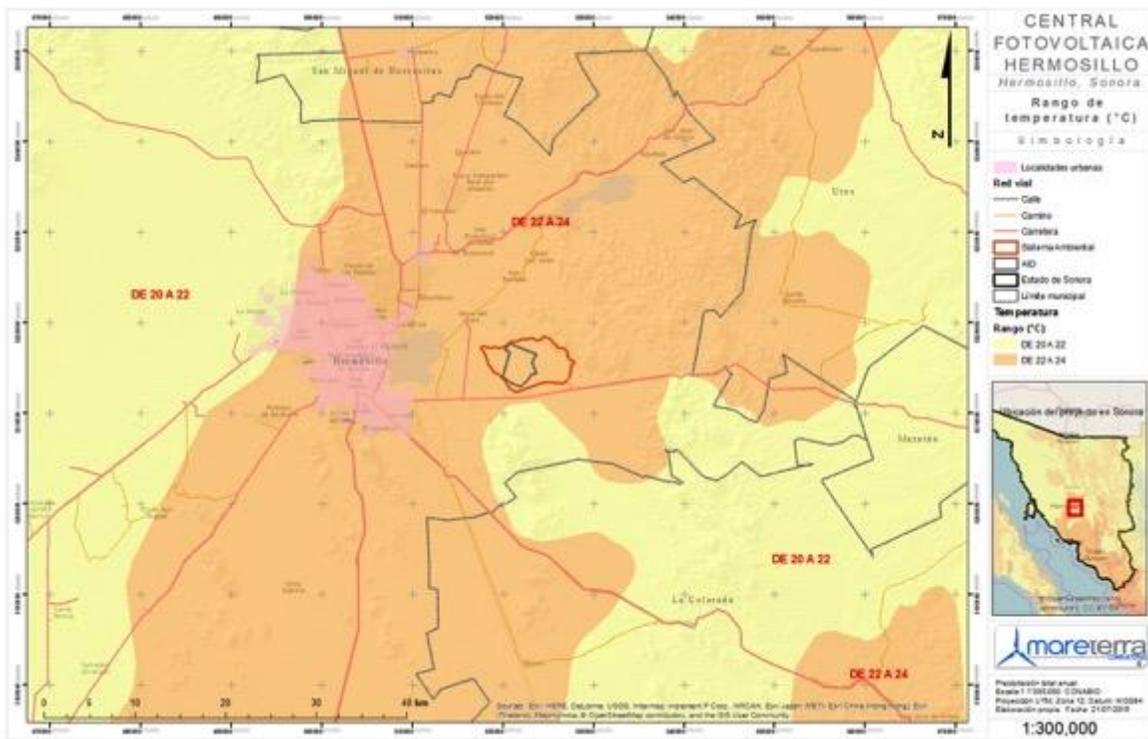


Tabla 1: Temperatura media anual en el SA y AP

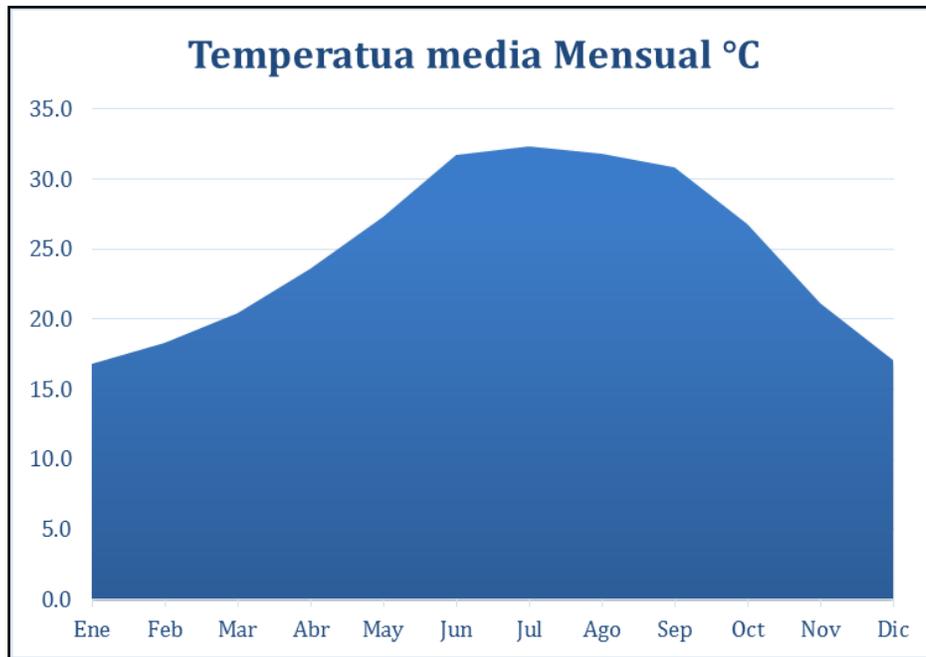
TEMPERATURA Media Mensual °C.													
Estación	Periodo	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
"Hermosillo II" (26139)	1951-2010	16.8	18.3	20.4	23.6	27.3	31.7	32.3	31.8	30.8	26.7	21.1	17.0



Coordenadas de Localización: 29°05'56" N / 110°57'15" W 221.0 msnm

Fuente: CNA Registro Mensual de Temperatura Media en °C

Figura 4: Grafico de temperatura media mensual °C



4.2.1.1.3 Precipitación

En el área de estudio, la temporada de lluvias se presenta de julio a septiembre. El mes de julio presenta la mayor cantidad de incidencia pluvial, con un valor promedio de 94.9 mm. Por el contrario, el mes más seco es mayo, con un valor promedio de 3.1 mm. Así mismo la precipitación media anual en esta zona es de 364.6 mm.



Figura 5: Rango de precipitación (mm).

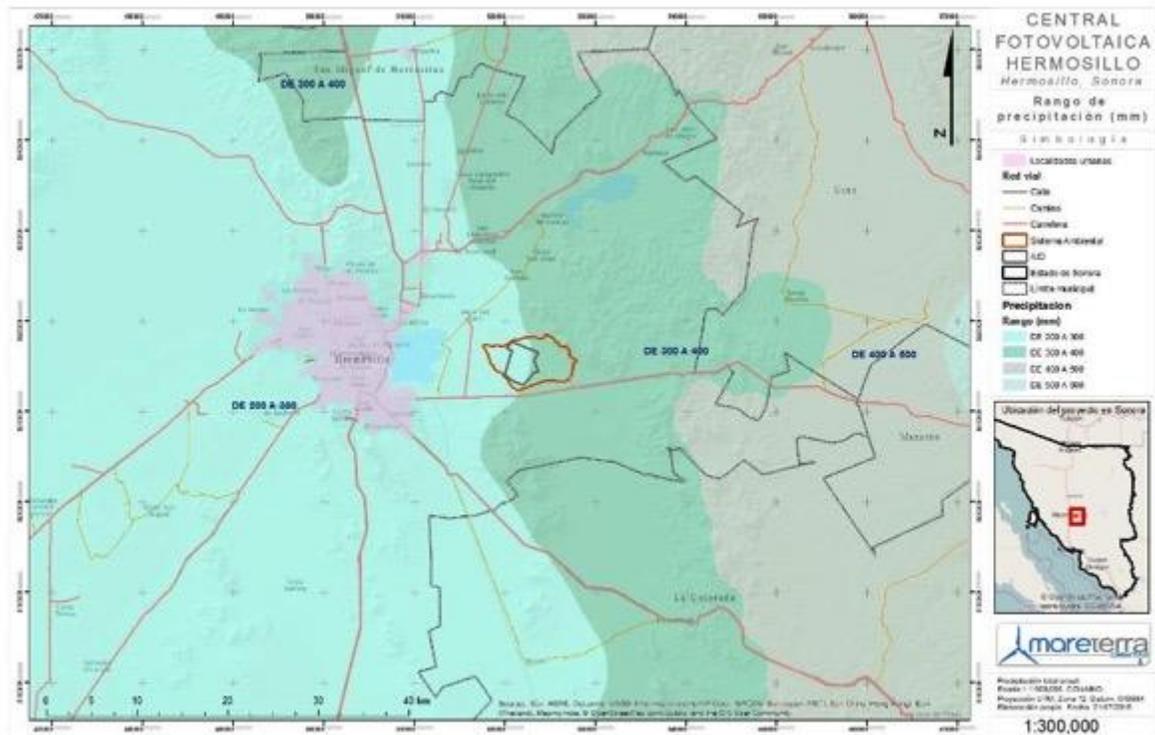


Tabla 2: Precipitación media anual

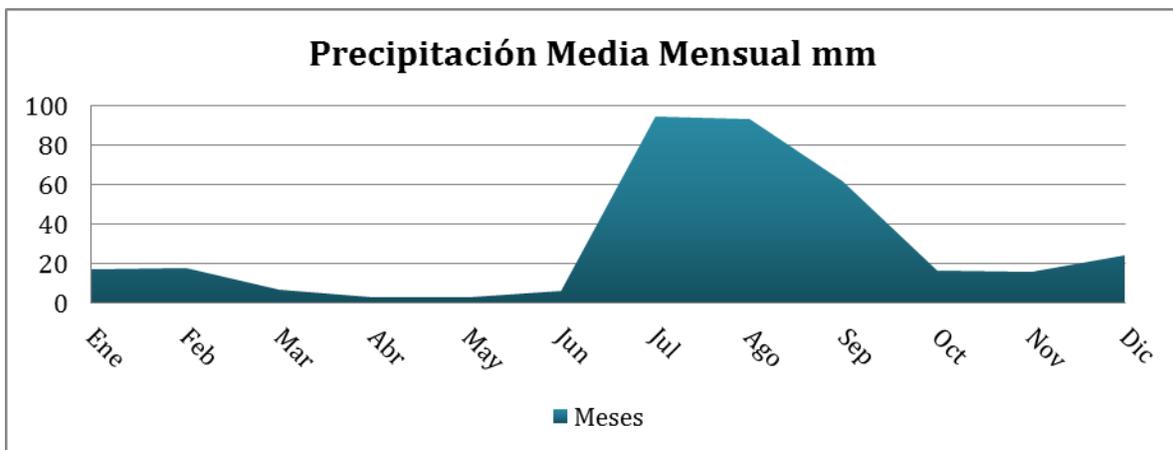
Precipitación Media Mensual (mm)													
Estación	Periodo	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
"Hermosillo II" (26139)	1951-2010	17.7	18.3	6.9	3.5	3.1	6.7	94.9	93.7	62.3	16.6	16	24.9
Coordenadas de localización: 29°05'56" N 110°57'15" W 221.0 msnm													
Fuente: CNA Registro Mensual de Precipitación Media en mm													



Tabla 3: Precipitación máxima mensual y diaria en el SA y área del proyecto

Precipitación (mm)													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	17.7	18.3	6.9	3.5	3.1	6.7	94.9	93.7	62.3	16.6	16	24.9	364.6
Máxima Mensual	71.3	89.6	60.4	51.7	37.2	62.5	193.9	239.2	164.0	235.0	171.5	132.3	
Máxima Diaria	62.9	61.1	27.6	51.7	37.2	62.5	73.0	142.0	119.5	125.5	152.6	69.1	

Figura 6: Gráfica de precipitación



4.2.1.1.4 Evaporación

El promedio de evaporación registrada en el área de estudio es de 2,662.8 mm al año, de acuerdo a los registrados en la estación meteorológica Hermosillo II, localizada a 14 km aproximadamente del área del proyecto.



Tabla 4: Evaporación en el SA y AP

Evaporación														
Estación	Periodo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
"Hermosillo II" (26139)	1951-2010	108.9	134.8	202.0	263.4	319.9	363.9	313.2	260.0	233.6	210.4	145.1	107.6	2,662.8
Coordenadas de Localización:		29°05'56" N / 110° 57'15" W						221 msnm						
Fuente: CNA Registro Mensual de Evaporación Media en mm														

4.2.1.2 Vientos dominantes (dirección y velocidad) en forma mensual y anual

El viento es un elemento climatológico definido como "el aire en movimiento" y se describe por dos características: 1) la velocidad y 2) la dirección.

Debido a esto es que se considera un vector con magnitud (dada por la velocidad) y dirección. Los meteorólogos crearon una gráfica llamada Rosa de los vientos que nos permite representar simultáneamente la relación que existe entre las características que componen el viento. La información de cada rosa de viento muestra la:

Frecuencia de ocurrencia de los vientos en 16 sectores de dirección (E, ENE, NE, NNE, W, WNW, NW, NNW, ESE, SE, SSE, S, SSW, N, WSW, SW) y en clases de velocidad del viento para una localidad y un periodo de tiempo dado, la clasificación más utilizada para el viento es la ESCALA BEAUFORT.



Figura 7: Escala de Beaufort

ESCALA DE BEAUFORT					
Especificaciones					
	Definición	Velocidad en m/seg.	Velocidad en km/h	En tierra	En la mar
0	CALMA	0-0,2	< 1	El humo sube verticalmente	La mar está como un espejo
1	VENTOLINA	0,3-1,5	1-5	La dirección del viento se define por la del humo, pero no por las veletas y banderas	Rizos sin espuma
2	FLOJITO (Brisa muy débil)	1,6-3,3	6-11	El viento se siente en la cara. Se mueven las hojas de los árboles, veletas y banderas	Olas pequeñas que no llegan a romper
3	FLOJO (Brisa débil)	3,4-5,4	12-19	Las hojas de los árboles se agitan constantemente. Se despliegan las banderas	Olas algo mayores cuyas crestas comienzan a romper. Borreguillos dispersos
4	BONANCIBLE (Brisa moderada)	5,5-7,9	20-28	El viento levanta los árboles pequeños. En los estanques se forman olas pequeñas.	Las olas se hacen más largas. Borreguillos numerosos.
5	FRESQUITO (Brisa fresca)	8,0-10,7	29-38	Se mueven los árboles pequeños. En los estanques se forman olas pequeñas.	Olas moderadas alargadas. Gran abundancia de borreguillos, eventualmente algunos rociones
6	FRESCO (Brisa fuerte)	10,8-13,8	39-49	Se mueven las ramas grandes de los árboles. Silban los hilos del telégrafo. Se utilizan con dificultad los paraguas.	Comienzan a formarse olas grandes. Las crestas de espuma blanca se extienden por todas partes. Aumentan los rociones.
7	FRESCACHON (Viento fuerte)	13,9-17,1	50-61	Todos los árboles se mueven. Es difícil andar contra el viento.	La mar engruesa. La espuma de las crestas empieza a ser arrastrada por el viento, formando nubecillas.
8	TEMPORAL (Duro)	17,2-20,7	62-74	Se rompen las ramas delgadas de los árboles. Generalmente no se puede andar contra el viento.	Olas de altura media y más alargadas. De las crestas se desprenden algunos rociones en forma de torbellinos. La espuma es arrastrada en nubes blancas.
9	TEMPORAL FUERTE (Muy duro)	20,8-24,4	75-88	Ocurren desperfectos en las partes salientes de los edificios, cayendo chimeneas y levantando tejados.	Olas gruesas: la espuma es arrastrada en capas espesas. Las crestas de las olas comienzan a romper. Los rociones dificultan la visibilidad.
10	TEMPORAL DURO (Temporal)	24,5-28,4	89-102	Se observa rara vez. Arranca árboles y ocasiona daños de consideración en los edificios.	Olas muy gruesas con crestas empenechadas. La espuma se alomera en grandes bancos, siendo arrastrada por el viento en forma de espesas estelas blancas. En su conjunto la superficie del mar parece blanca. La visibilidad se reduce.
11	TEMPORAL MUY DURO (Borrasca)	28,5-32,6	103-117	Observada muy rara vez. Ocasiona destrozos en todas partes.	Olas excepcionalmente grandes (los buques de pequeño y mediano tonelaje pueden perderse de vista). La mar está completamente cubierta de bancos de espuma blanca extendida en la dirección del viento. Se reduce aún más la visibilidad.
12	TEMPORAL HURACANADO (Huracán)	32,7-36,9	118-133		El aire está lleno de espuma y de rociones. La mar está completamente blanca debido a los bancos de espuma. La visibilidad es muy reducida.

Fuente: INECC

Los datos de velocidad y dirección del viento provienen de la estación meteorológica más cercana que haga registros de este tipo; para el proyecto fue la estación del aeropuerto de Hermosillo, en Sonora, la cual se localiza aproximadamente a 24 km al oeste del Sistema Ambiental.

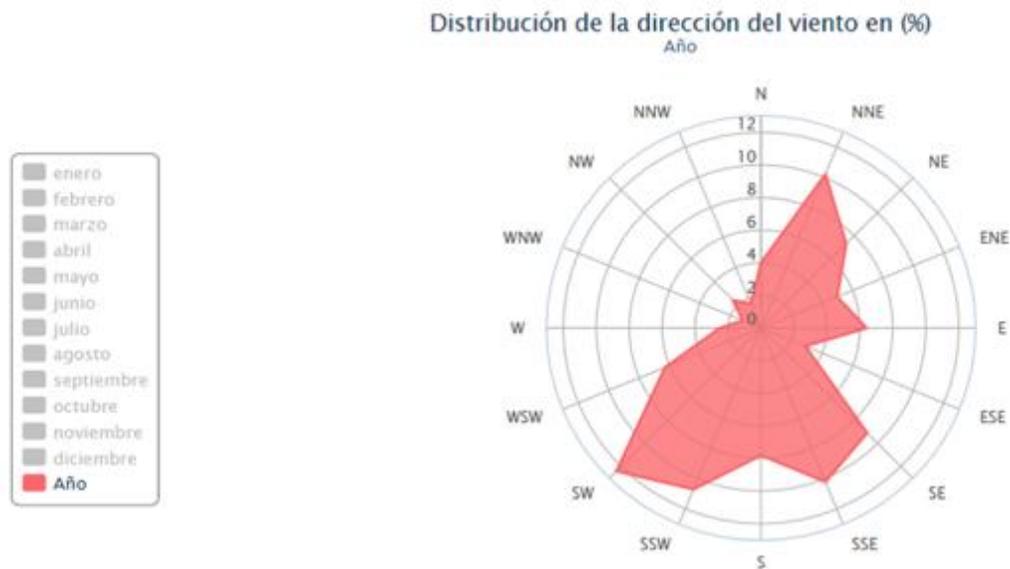
La dirección de los vientos predominante en el municipio de Hermosillo es hacia el suroeste, con intermitentes con dirección al noroeste y sursureste, con una velocidad promedio anual de 3 m/s, que en base a la clasificación de Beaufort corresponde a una brisa muy débil.



Figura 8: Dirección de los vientos

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
	22°	225°	225°	225°	202°	225°	135°	157°	22°	157°	22°	225°	225°
(%)	5	4	12	16	20	18	9	6	9	5	6	5	9
(m/s)	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3
(°C)	20	22	26	28	31	36	34	34	33	30	24	19	28

Figura 9: Dirección de los vientos dominantes



4.2.1.3 Radiación solar

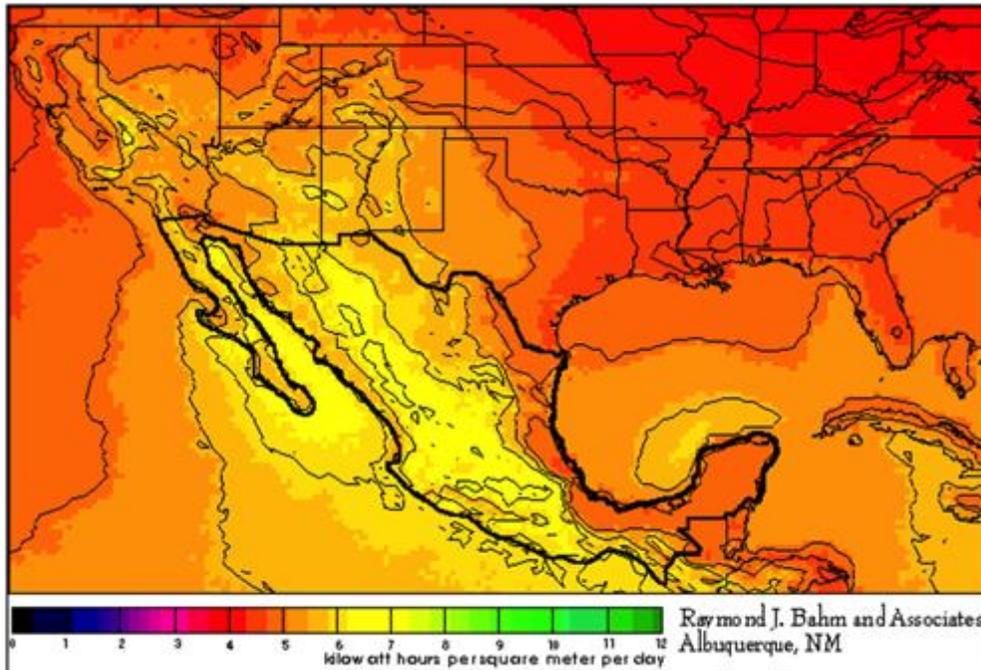
La cantidad de radiación solar que llega a la superficie terrestre depende de diversos factores, uno de ellos es la distancia de la tierra respecto al sol según la época del año, así como la inclinación del eje terrestre respecto al plano de la órbita solar. Esto ocasiona que los rayos solares lleguen con más potencia a algunas regiones del planeta dependiendo del mes en el que nos encontremos. El territorio de la República Mexicana está ubicado en la porción media del continente americano, al norte del ecuador y al oeste del meridiano de Greenwich, y es el país más septentrional de América, dicha posición



permite que el territorio nacional cuente con uno de los países con mayor promedio de radiación solar anual; con índices que van de los 4.4 k Wh/m² por día en la zona centro, a los 6.3 k Wh/m² por día en el norte del país.

La mitad del territorio nacional presenta una insolación promedio de 5.3 k Wh por metro cuadrado al día, suficiente para satisfacer la necesidad de un hogar mexicano promedio. Esto coloca al país en una situación muy favorable para el uso de la energía solar.¹

Figura 10: Mapa de irradiación solar en México



El municipio de Hermosillo en el estado de Sonora es uno de los lugares selectos de las regiones de interés de la República Mexicana por sus valores de radiación solar, de acuerdo al Instituto de Investigaciones Eléctricas, el cual ha registrado los siguientes valores de radiación solar según el mes.

¹ Potencial de la Energía Solar Térmica de Baja y Media Temperatura. Dr Roberto Best y Borwn, Centro de Investigación en Energía de la UNAM Mesa de trabajo 8: Fuentes alternas de energía - III



Tabla 5: Valores de radiación solar en el municipio de Hermosillo

Radiación solar en el Municipio de Hermosillo												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
4	4.6	5.4	6.6	8.3	8.5	6.9	6.6	6.7	6	4.7	3.9	6

La energía recibida en la superficie del proyecto no solo depende de si la luz solar directa llega o no al terreno, sino también de otros factores como la pendiente, orientación de las laderas, efectos atmosféricos, latitud y cambios diarios y estacionales del ángulo solar.

Para determinar la radiación solar de una manera específica para el área donde se instalará la central fotovoltaica se llevó a cabo un análisis con el software de Sistema de Información Geográfica gvSIG 2.2; se usó la herramienta “Radiación Solar” del módulo de “Sextante”, partiendo para el análisis del Modelo Digital de Elevación con resolución 15 x 15 metros de la zona de estudio. La extensión “radiación solar” calcula la energía proveniente de la radiación solar que llega a cada celda del MDE.

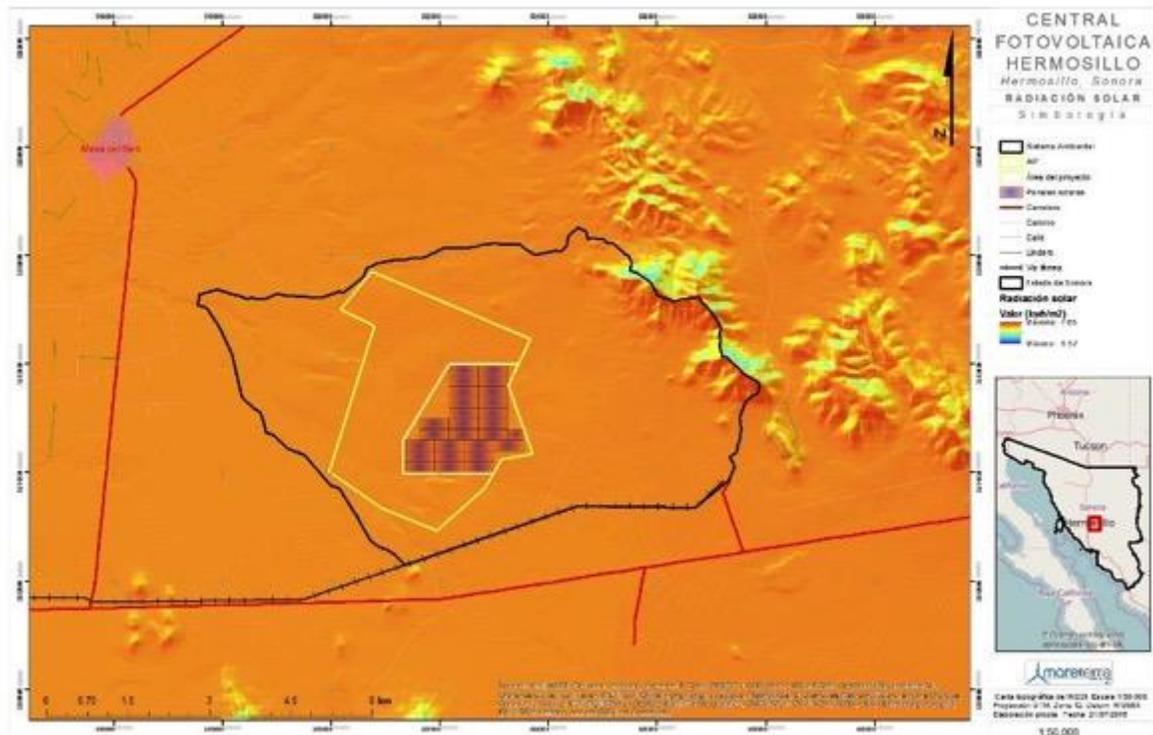
El algoritmo creado por Olaya (2011) tiene en cuenta los siguientes parámetros:

- **MDE:** Modelo Digital de Elevaciones del área de estudio
- **Constante solar (W/m²):** cantidad de energía recibida en forma de radiación solar por unidad de tiempo y unidad de superficie. Nos permite saber la cantidad de energía solar incidente que alcanza la superficie terrestre. Su valor es constante para cualquier parte del planeta: 1,353.0 W/m²
- **Método:** el método usado fue “Transmitancia global atmosférica”
- **Transmitancia global:** el valor se refiere al porcentaje de energía que llega a la superficie terrestre, que es del 70%.
- **Presión atmosférica (mb):** 1015 mb
- **Contenido de agua atmosférico (cm):** 0.9 cm
- **Polvo (ppm):** 110
- **Latitud:** La latitud de la zona a analizar, para calcular la posición solar, en este caso el valor introducido fue 29.0628
- **Intervalo para cálculo de insolación diaria (h):** el número de horas desde que amanece hasta que atardece es de 11 como valor promedio anual.
- **Intervalo para cálculo de insolación global (días):** el periodo total de cálculo se divide en subperiodos según un intervalo dado. Cuanto más corto sea ese intervalo, más cálculos se realizan y más tiempo dura el proceso, al tiempo que resulta más preciso. Se calculó en periodos de un día para todo un año.

El resultado del análisis es un modelo como el que se presenta en el siguiente mapa:



Figura 11: Radiación solar en la zona del proyecto



En la extensión estudiada, la radiación solar alcanza un valor máximo de 7.65 kWh/m^2 y un valor mínimo de 1.57 kWh/m^2 . En el área del proyecto la radiación solar media anual tiene un valor de 4.65 kWh/m^2 lo que lo convierte en una zona idónea para la instalación de la central fotovoltaica.

4.2.1.4 Fenómenos climatológicos

4.2.1.4.1 Temperaturas extremas

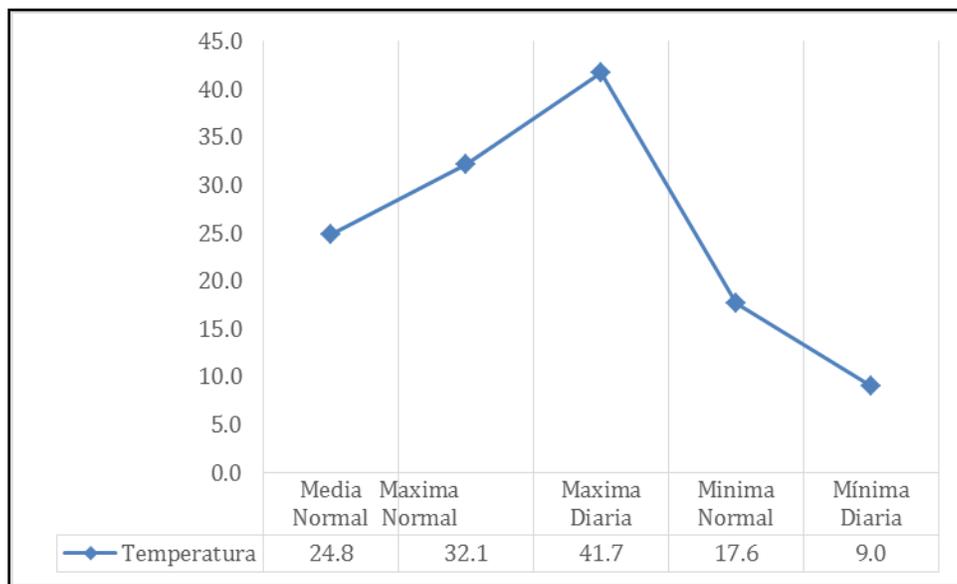
Las temperaturas extremas, y otros datos climáticos, se obtuvieron de los datos históricos tomados por estación meteorológica "Hermosillo II", con registros correspondientes a 59 años. La temperatura máxima normal es de 39.6°C , en el mes de junio y, la máxima diaria registrada en el mes de junio con 47.5°C ; la temperatura mínima normal es en el mes de enero con 9.9°C y la mínima diaria de 0.0°C registrada en el mes de enero.



Tabla 6: Temperaturas extremas en el área de estudio

Temperatura Máximas y Mínimas °C.													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Media Normal	16.8	18.3	20.4	23.6	27.3	31.7	32.3	31.8	30.8	26.7	21.1	17.0	24.8
Máxima Normal	23.8	25.6	28.1	31.7	35.6	39.6	39.0	38.1	37.3	33.7	28.4	24.0	32.1
Máxima Diaria	34.5	38.0	40.0	41.5	45.5	47.5	47.0	45.0	45.0	43.5	39.0	33.5	41.7
Mínima Normal	9.9	11.0	12.8	15.5	19.0	23.8	25.7	25.5	24.4	19.7	13.7	10.0	17.6
Mínima Diaria	0.0	1.0	3.5	6.0	8.5	16.0	18.0	16.0	16.5	9.0	3.0	1.0	9.0
Coordenadas de Localización:				29°05'56" N / 110°57'15" W					221.0 msnm				
Fuente: CNA Registro Mensual de Temperatura Media en °C													

Figura 12: Temperaturas promedio máximas y mínimas extremas registradas



4.2.1.4.2 Heladas

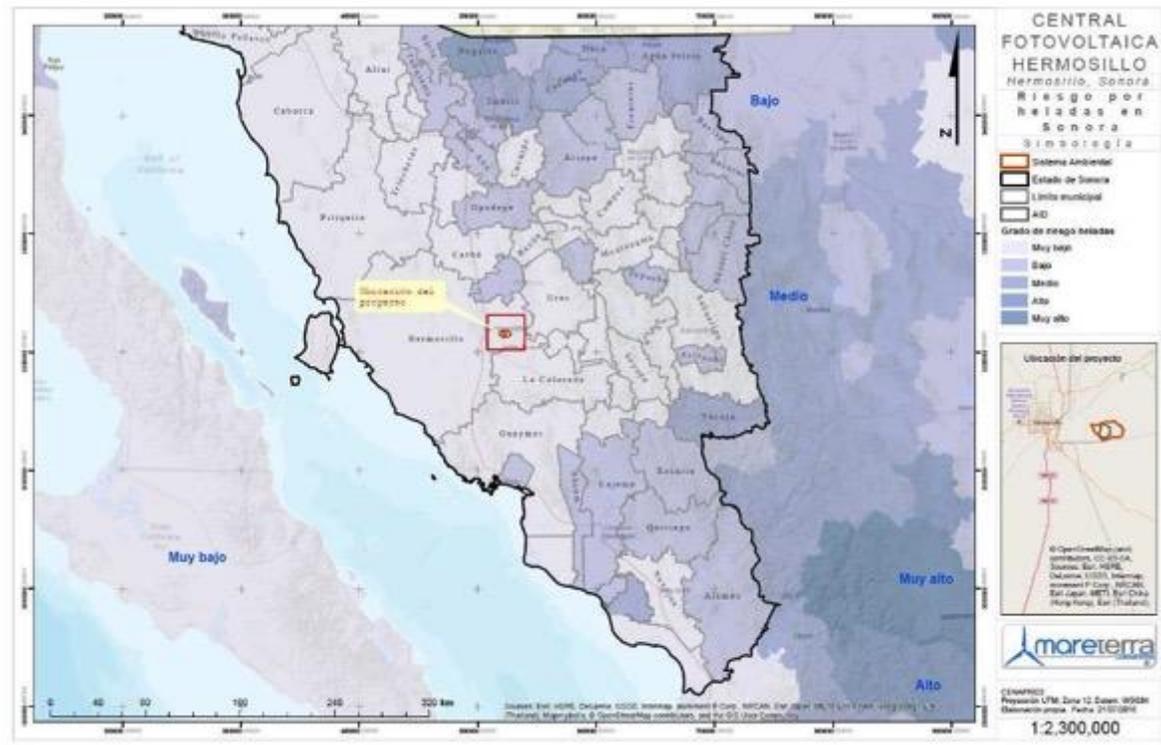
Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. Generalmente la



helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella. Durante los meses fríos del año en México (noviembre-febrero), se presentan temperaturas menores de 0°C debido al ingreso de aire polar continentales, generalmente secas, provenientes de Estados Unidos. Las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de las grandes masas polares que desde finales del otoño, se desplazan de norte a sur sobre el país.

El área de estudio, se clasifica por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), como una zona de **muy bajo** riesgo para la incidencia de heladas.

Figura 13: Riesgo de heladas en el área de estudio



4.2.1.4.3 Ciclones (Huracanes)

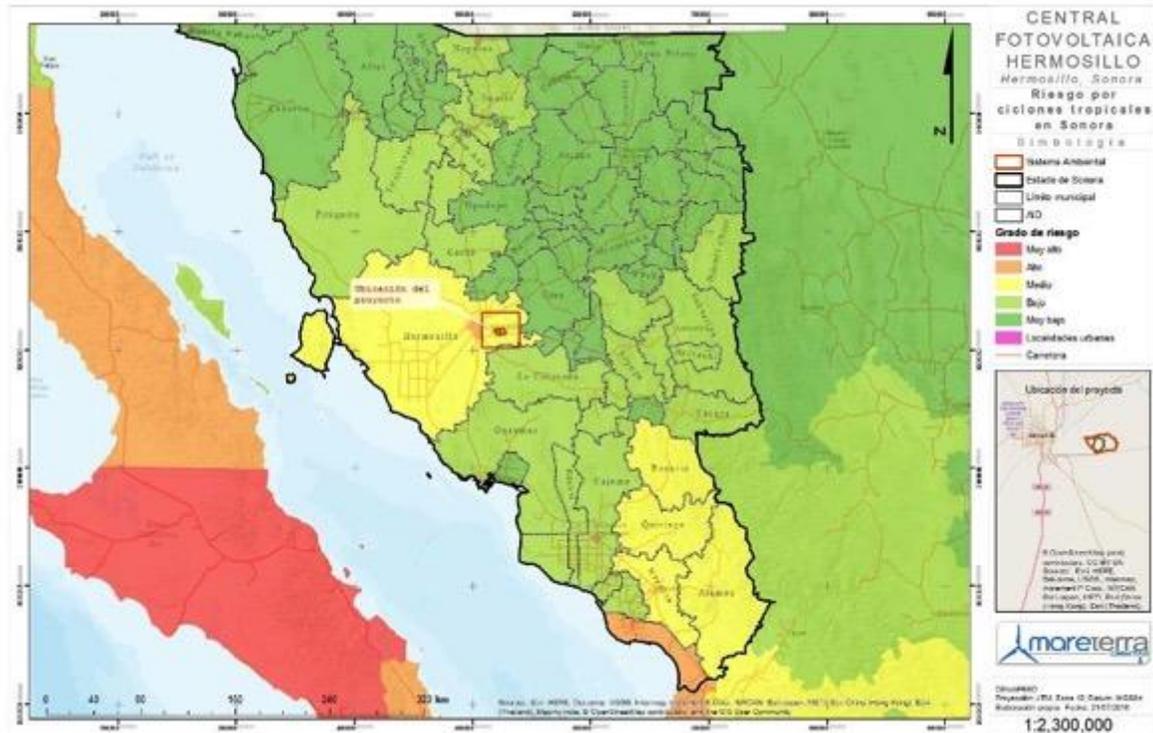
Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañada de lluvias intensas. Los ciclones del hemisferio norte se generan en los océanos Atlántico y Pacífico entre los 5° y 15° de latitud y se desplazan hacia el oeste. Se presentan durante la época cálida. Los aspectos destructivos de los ciclones tropicales, que marcan su intensidad, se deben principalmente a cuatro aspectos: viento, oleaje, marea de tormenta



y lluvia. Los efectos positivos, es que traen consigo lluvias para las cosechas de temporada, el riesgo en zonas semiáridas (CENAPRED).

De acuerdo con la CENAPRED y debido a la ubicación geográfica del proyecto y el SA, el riesgo ambiental por ciclones es **medio**.

Figura 14: Riesgo por ciclones en el área de estudio



4.2.1.4.4 Granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

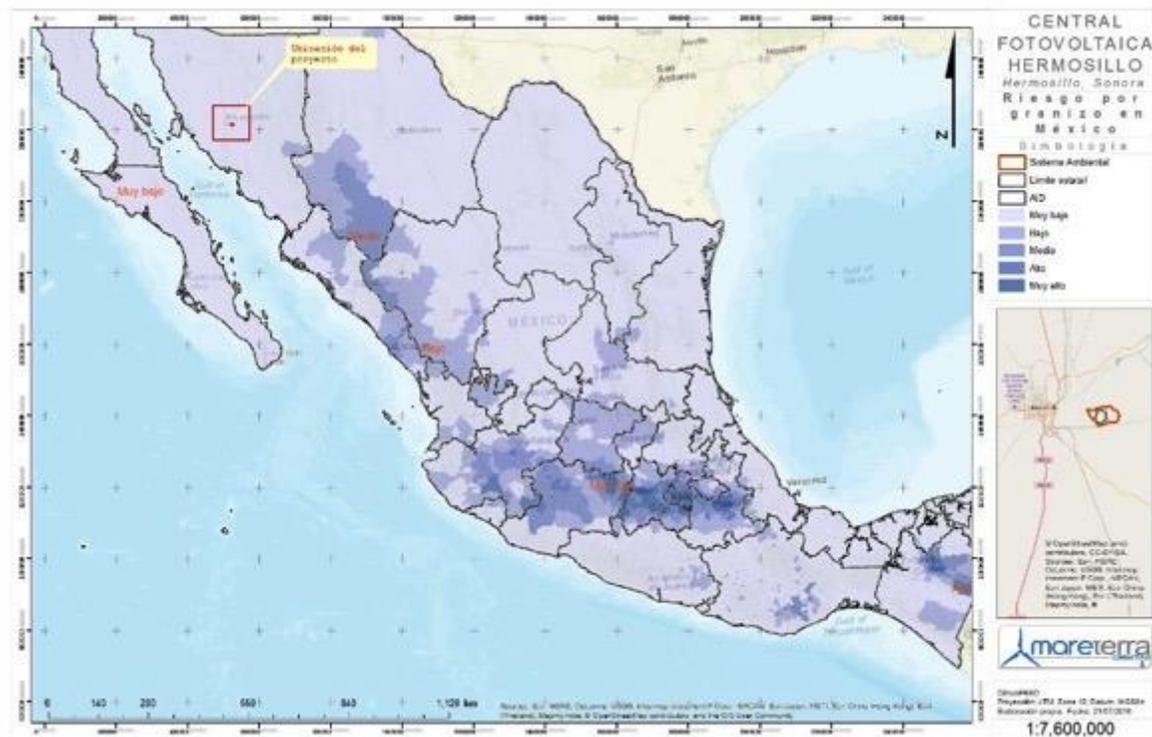
El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbo son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento características de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua muy enfriada, esto es, de agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. Las piedras de granizo tienen diámetros que



varían entre 2 mm y 13 cm; las mayores pueden ser muy destructivas. A veces, varias piedras pueden solidificarse juntas formando grandes masas informes y pesadas de hielo y nieve.

Conforme al Atlas Nacional de Riesgos elaborado por el CENAPRED, el área de estudio se encuentra en una zona donde el riesgo por granizadas es **muy bajo**.

Figura 15: Riesgo por granizo en el área de estudio



4.2.1.4.5 Sequías

La sequía es una condición normal y recurrente del clima. Ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico.

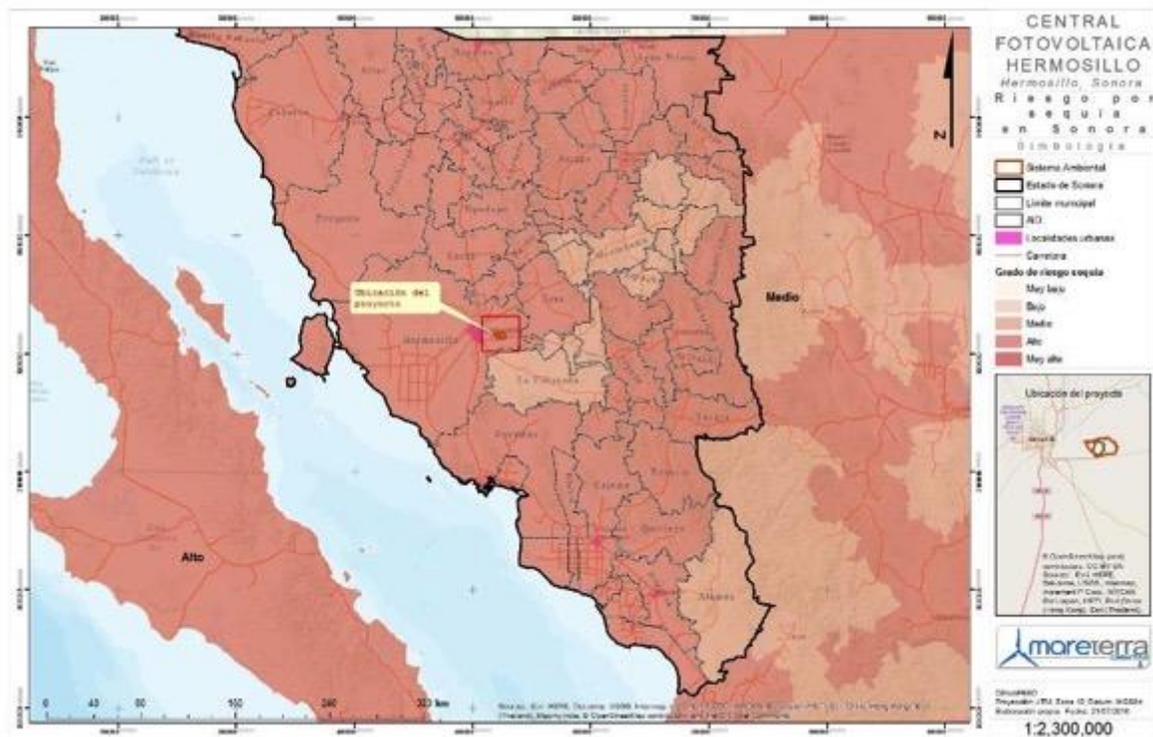
Otros factores climáticos como las altas temperaturas, los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía. Aun cuando el clima es el principal elemento de la sequía, otros factores como los cambios en el uso del suelo (la deforestación, agricultura, zonas urbanas), la quema de combustibles fósiles, las manchas solares, la ocurrencia de El Niño y otros fenómenos, afectan las características



hidrológicas de la Cuenca. Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas hidrológicos, el impacto de la sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación.

De acuerdo al atlas de riesgos de la CENAPRED el riesgo de sequía en la zona de estudio es **Alto**.

Figura 16: Riesgo por sequía en el área de estudio



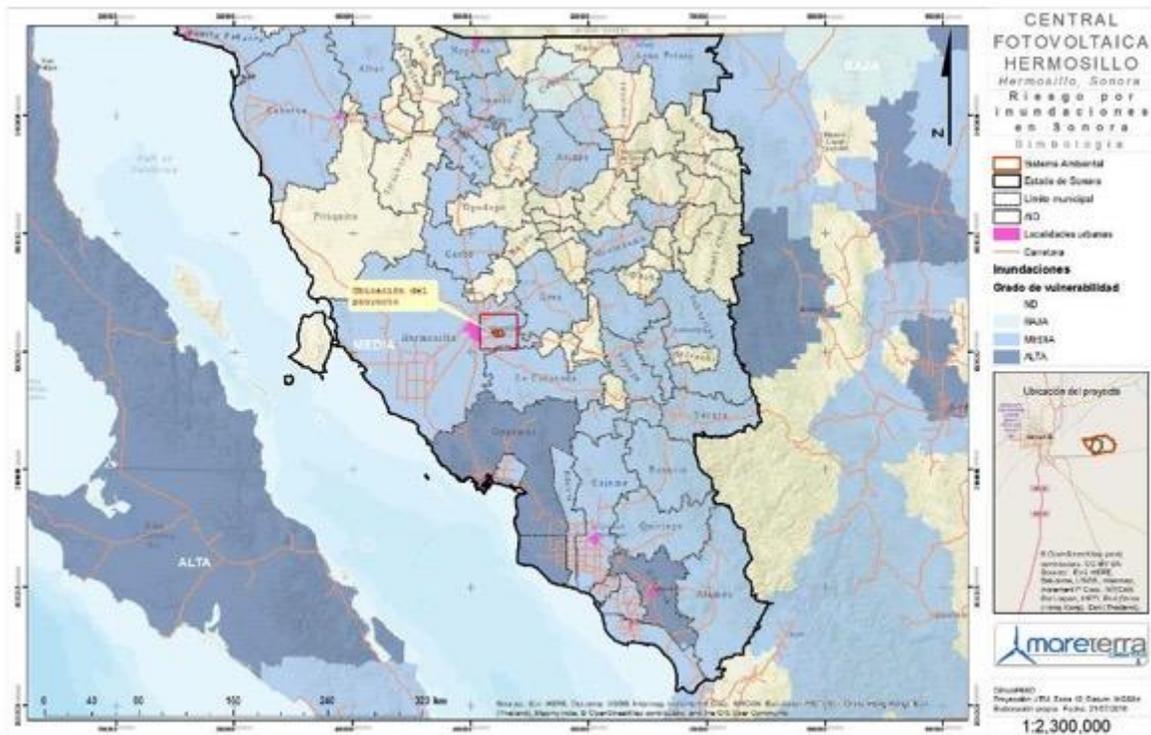
4.2.1.4.6 Inundaciones

Acorde con el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974) la definición oficial de inundación es: “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. En este caso, “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar daños.

El Centro Nacional para la Prevención de Desastres, en su Atlas Nacional de Riesgo, cataloga el área de estudio, como una zona con riesgo por inundaciones **medio**.



Figura 17: Riesgo por inundaciones



4.2.1.5 Geología y geomorfología

4.2.1.5.1 Geología

El área de estudio se caracteriza por presentar una serie de sierras sepultadas por los rellenos sedimentarios que se correlacionan con las formaciones Báucarit, Maune y Fuerte, depositadas en otras cuencas como son las de la Costa de Hermosillo y las de los ríos Yaqui, Fuerte y Mayo.

En el área afloran rocas cuyo registro estratigráfico abarca desde el Paleozoico hasta el Reciente. El Paleozoico está representado por rocas sedimentarias constituidas por areniscas, dolomías y calizas de plataforma, que han sufrido los efectos de metamorfismo regional. La secuencia Mesozoica está conformada por sedimentos rojos, conglomeráticos del Triásico-Jurásico, asociados con depósitos de ambiente reductor que generaron capas de carbón transformados en grafito.

Las secuencias paleozoicas y mesozoicas se encuentran afectadas por cuerpos ígneos intrusivos de composición granítica y félsica, emplazados durante el Cretácico y el Terciario Temprano.



En el área que cubre el acuífero afloran también rocas volcánicas terciarias constituidas por riolitas y tobas riolíticas que son el resultado de la influencia que ha tenido la proximidad de la Sierra Madre Occidental sobre la región.

4.2.1.5.1.1 Estratigrafía

La secuencia de rocas expuestas en la región se menciona a continuación, de la unidad más antigua a la más reciente.

Paleozoico.

Los afloramientos representativos del Paleozoico se distribuyen en las porciones sur y oriental del acuífero y están representados por una secuencia de rocas carbonatadas que fueron intrusionadas por los granitos. Hacia la costa de Hermosillo la secuencia tiene un espesor de más de 500 m, constituidos en su parte basal por una caliza de color gris rosado, en capas silicificadas de más o menos 80 cm, que intemperiza a un color café rojizo oscuro; hacia las partes media y superior la caliza es de color gris, dispuesta en capas gruesas a masivas con presencia de vetillas de calcita y nódulos irregulares de pedernal negro.

Las calizas marmolizadas del cerro La Campana, localizado en la ciudad de Hermosillo, son de color blanco, en capas hasta de un metro de espesor que contienen wollastonita y epidota.

Aunque por su estructura laminar los afloramientos deben considerarse poco permeables, cuando las calizas se encuentran alteradas y fracturadas constituyen zonas de recarga hacia los depósitos granulares que conforman el acuífero principal. A profundidad, las exploraciones geofísicas le asignan buenas posibilidades para su explotación.

Cretácico

El Cretácico está representado por una secuencia de rocas volcánicas constituida por derrames de andesitas, tobas y conglomerados, que Dumble designó con el nombre de Formación Lista Blanca. Por similitud litológica con la Formación El Palmar y por su posición estratigráfica, se les asigna una edad correspondiente al Cretácico Inferior. Aun cuando son derrames masivos fracturados, el sistema no tiene intercomunicación, por lo que carecen de importancia geohidrológica.

Conglomerado Báucarit.

Esta unidad sedimentaria de edad terciaria fue identificada por Dumble quien las describió originalmente como una alternancia de areniscas y conglomerados. En su parte basal consiste de conglomerado de clásticos de rocas volcánicas: andesitas, riolitas y granitos; su parte media está conformada por una alternancia de arenas gruesas y limos de color café rosado en capas delgadas y estructura laminar; la parte superior consiste de un conglomerado color café rojizo,



compuesto de clásticos redondeados de origen volcánico embebidos en una matriz arenosa.

Se encuentra diseminado ampliamente en todo el acuífero, tanto en el valle como hacia los flancos de la sierra que lo delimitan. Por su posición estratigráfica se le asigna una edad correspondiente al Eoceno-Oligoceno.

Tobas riolíticas.

Las tobas y derrames riolíticos se encuentran expuestas en las sierras localizadas hacia el oriente de la zona. Presenta buenas características de permeabilidad por lo que constituye zonas de recarga al acuífero. En la Costa de Hermosillo se explota esta unidad debido a las tubificaciones que presentan y la granulometría de las brechas basales. Descansan discordantemente sobre andesitas y dacitas; se les asigna tentativamente una edad que corresponde al Terciario Inferior.

Basaltos.

Estas rocas volcánicas del Terciario consisten en derrames intercalados con brechas basales, que coronan las sierras que limitan al oriente el acuífero. Descansan sobre conglomerados, andesitas y granitos, por lo que, se les asigna una edad posterior a la formación Báucarit. En superficie conforman zonas de recarga en tanto que en el subsuelo sus brechas basales constituyen un horizonte acuífero.

La edad asignada a estos derrames volcánicos es del Terciario Medio y Superior. Esto es de gran importancia ya que, junto con rocas de composición riolíticas y las tobas, son las rocas que originan el termalismo en el área.

Cuaternario

Este período está representado por sedimentos no consolidados compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas, distribuidos en toda la zona, principalmente en la planicie. Se encuentran ampliamente distribuidos, ya que se corresponden en las zonas de inundación de los principales ríos, ocupando las porciones donde se encuentra el mayor número de captaciones.

Presentan buena permeabilidad por lo que funcionan como transmisores de agua hacia estratos más profundos y un buen acuífero bajo el nivel de saturación.

Rocas ígneas intrusivas

Las rocas ígneas intrusivas granitos y dioritas, son de color gris claro, gris verdoso o gris rosado, de textura holocristalina, de grano grueso a fino y sus minerales característicos son la biotita y hornblenda. Se trata de materiales de origen plutónico, que componen el cuerpo principal de la sierra Espinazo Prieto, localizada en la parte occidental del área.



Litológicamente están conformadas principalmente de granodioritas con variaciones a tonalitas y dacitas; de color rosa y en ocasiones amarillo ocre y blancuzco. Sobre el corte de la carretera Hermosillo-Nogales, en las inmediaciones de la ciudad de Hermosillo, existen buenos afloramientos de esta unidad, en donde puede apreciarse como es afectada por abundantes diques.

Desde el punto de vista geohidrológico, se consideran poco permeables, funcionando como el basamento geohidrológico regional y como barreras al flujo del agua subterránea, salvo que se encuentren alteradas y fracturadas.

Rocas metamórficas

Estas rocas están representadas por aureolas de metamorfismo de contacto, compuestas por tactitas y mármol. Se hallan distribuidas a lo largo de los contactos de la caliza con las rocas intrusivas, por lo que sus afloramientos son muy locales.

4.2.1.5.2 Litología

En el área se tienen rocas sedimentarias de tipo conglomerado y calizas; son pertenecientes a la era cenozoica de sistema terciario.

Las rocas sedimentarias (del latín *sedimentum*, asentamiento) se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.

Una roca preexistente expuesta en la superficie de la tierra pasa por un *Proceso Sedimentario* (erosión o intemperismo, transporte, depósito, compactación y diagénesis) con el que llega a convertirse en una roca sedimentaria; a esta transformación se le conoce como **litificación**. Debido a que las rocas sedimentarias son formadas cerca o en la superficie de la tierra su estudio nos informa sobre el ambiente en el cual fueron depositadas, el tipo de agente de transporte y, en ocasiones, del origen del que se derivaron los sedimentos.

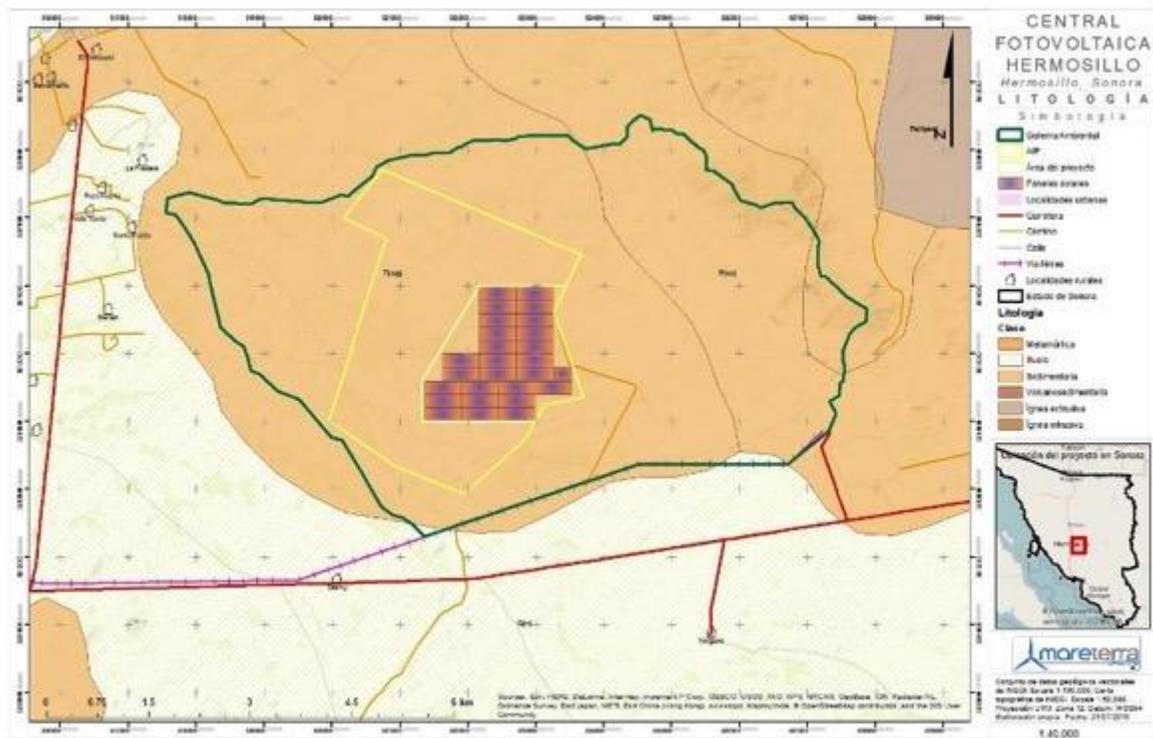
Las rocas sedimentarias generalmente se clasifican, según el modo en que se producen, en **detríticas** o **clásticas**, y **químicas** o **no clásticas**.

Las rocas de tipo conglomerado se engloban en la clasificación de las detríticas; las cuales son acumulaciones mecánicas de partículas o sedimentos de rocas preexistentes denominadas “detritus” o “clastos” formados por los materiales producto de la intemperie y la erosión en la superficie; éstos son transportados y finalmente depositados, por lo que presentan una textura denominada clástica.



Las calizas son rocas carbonatadas, compuestas de calcita, aunque la dolomita puede ser un constituyente importante. El carbonato de calcio en la gran mayoría de los casos se ha extraído del agua del mar por acción de organismos diminutos y luego depositado en capas que finalmente se consolidan en rocas. Estas rocas son de estructura de grano fino y uniforme, a veces bastante densas. Algunas calizas son casi calcita pura, mientras que otras contienen materiales parecidos a la arcilla y varios óxidos como impurezas.

Figura 18: Litología en el área de estudio



4.2.1.5.3 Geomorfología

La geomorfología del área corresponde a una etapa erosiva madura ya que existen distancias considerables de una elevación a otra. Las elevaciones mayores se presentan en la Sierra Espinazo Prieto (Bachoco) y no sobrepasan los 700 msnm; los demás cerros tienen una elevación promedio de 500 msnm. Los afloramientos de rocas graníticas presentan una morfología de domos esféricos, fácil de diferenciar, al igual que las mesetas de rocas volcánicas y los picos kársticos de rocas carbonatadas.

La región se encuentra ubicada en la vertiente del Pacífico y está drenada por corrientes intermitentes dispuestas en patrones de drenaje integrado. Los valles presentan una



etapa de rejuvenecimiento, evidenciado por la erosión de los depósitos terciarios y la presencia de terrazas aluviales recientes.

4.2.1.5.4 Fisiografía

El área de estudio se localiza dentro de la provincia fisiográfica de Llanura Sonorense, en la subprovincia de Sierras y Llanuras Sonorenses. Se ubican al noreste de México; aunque la mayor parte de esta llanura se localiza en el estado de Sonora, políticamente se extiende por los estados de Baja California y Sonora.

Limita al norte con Estados Unidos; al este, tiene límites con la provincia de la Sierra Madre del Occidente; por el sur, limita con la provincia de la Llanura Costera del Pacífico; y en la porción oeste, limita con la Provincia de la Península de California y el Golfo de California.

Desde el punto de vista geográfico esta provincia forma una franja con orientación Noroeste - Sureste paralela a la costa. En ella se encuentra la discontinuidad de la Sierra del Pinacate, la cual posee alturas que varían de los 75 a los 1,190 msnm. Está caracterizada por un paisaje con una serie de cráteres y mesetas de origen volcánico.

La subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses presenta sierras aisladas en dirección Noroeste - Sureste y Norte - Sur, con alturas que van de 200 a 1,400 msnm, con llanuras y lomeríos ubicados entre ellas.



Figura 19: Provincia fisiográfica



4.2.1.5.5 Topoformas

Llanura aluvial

Área sin elevaciones o depresiones prominentes de material fragmentario no consolidado, transportado y depositado y sedimentario de la época del cuaternario.

Bajada con lomerío

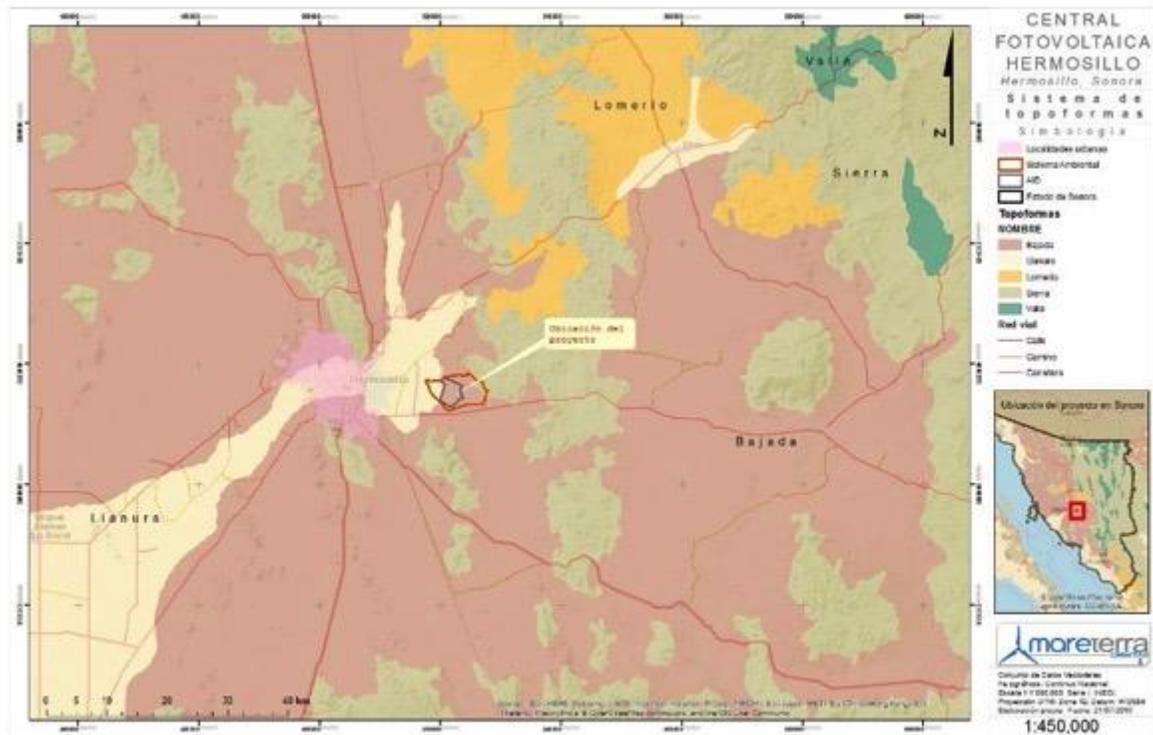
Franja de terreno suavemente inclinado formado en las bases de las cadenas montañosas con un conjunto de lomas.

Sierra Escarpada Compleja con Lomerío

Lo que representa una línea de montañas la cual tiene pendientes abruptas con rocas de origen diverso; estas estructuras se asocian a un conjunto de lomas.



Figura 20: Sistema de topoformas



4.2.1.5.6 Pendiente y relieve

Para la estimación de la pendiente media, se utilizaron los datos del Sistema de Información Geográfica; en donde, mediante la división de la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo, esto es:

$$S = \frac{H_f - H_i}{L} \times 100$$

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

H_f = Altura más alta del terreno (m).

H_i = Altura más baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

Para el SA sustituyendo los valores tenemos:

$$S = ((590 - 240) / 7,310) * 100$$



S= 4.7880 %

Para el AIP sustituyendo los valores tenemos:

$$S = ((270 - 240) / 2,982) * 100$$

S= 1.0060 %

El AP se encuentra únicamente en la cota 260, por lo que el cálculo de la pendiente en ésta área no se presenta.

La pendiente media del SA se registró con **4.79%**; mientras que para el AIP la pendiente media es de **1.00%**, ambas equivalen a pendientes planas. La clasificación citada es utilizada para la caracterización de la capacidad agrológica de los suelos. El límite de los suelos laborables se fija en el 20%, la pendiente de los suelos que no admiten ningún sistema de explotación, que no sea como reserva natural se fija en el 50%.

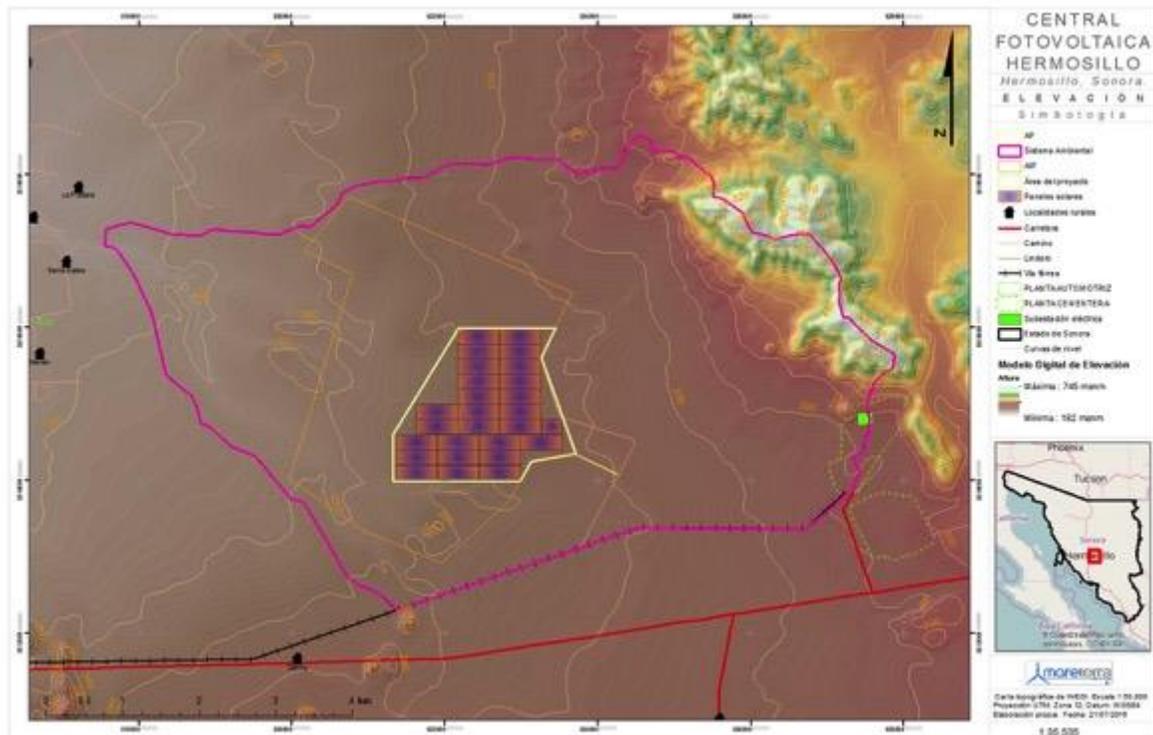
Teniendo en cuenta todos los aspectos y los resultados obtenidos, se entiende que, debido a la topografía del sitio, la zona del SA y AIP tienen pendientes planas, por lo que no es impedimento para la realización de la Central Fotovoltaica.

Tabla 7: Pendiente media en el SA y AIP

Pendiente (%)	Clasificación
0 – 10	Plano
11 – 20	Pendiente suave
21 – 30	Pendiente moderada
31 – 40	Pendiente fuerte
41 – 50	Pendiente muy fuerte
51 – 60	Escarpada
61 – 70	Escarpada
71 – 80	Escarpada
81 – 90	Escarpada
91 – 100	Escarpada



Figura 21. Modelo Digital de Elevación

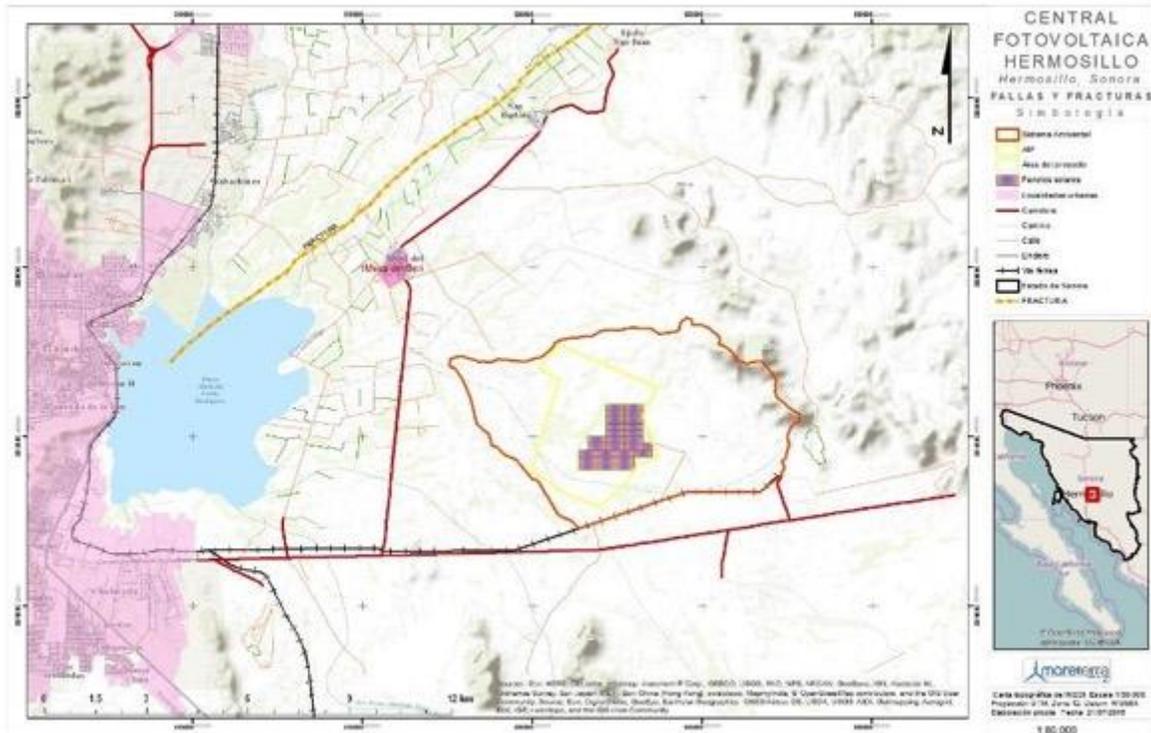


4.2.1.6 Presencia de fallas y fracturas

Conforme al conjunto de datos vectoriales (INEGI, serie V, 2011-2013) para el área se concluye que no existen fallas y/o fracturas próximas que impidan la realización del proyecto; la fractura más cercana se encuentra a 8.5 km de distancia aproximada del proyecto, y la falla a 60 km.



Figura 22: Presencia de fallas y fracturas



4.2.1.7 Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica

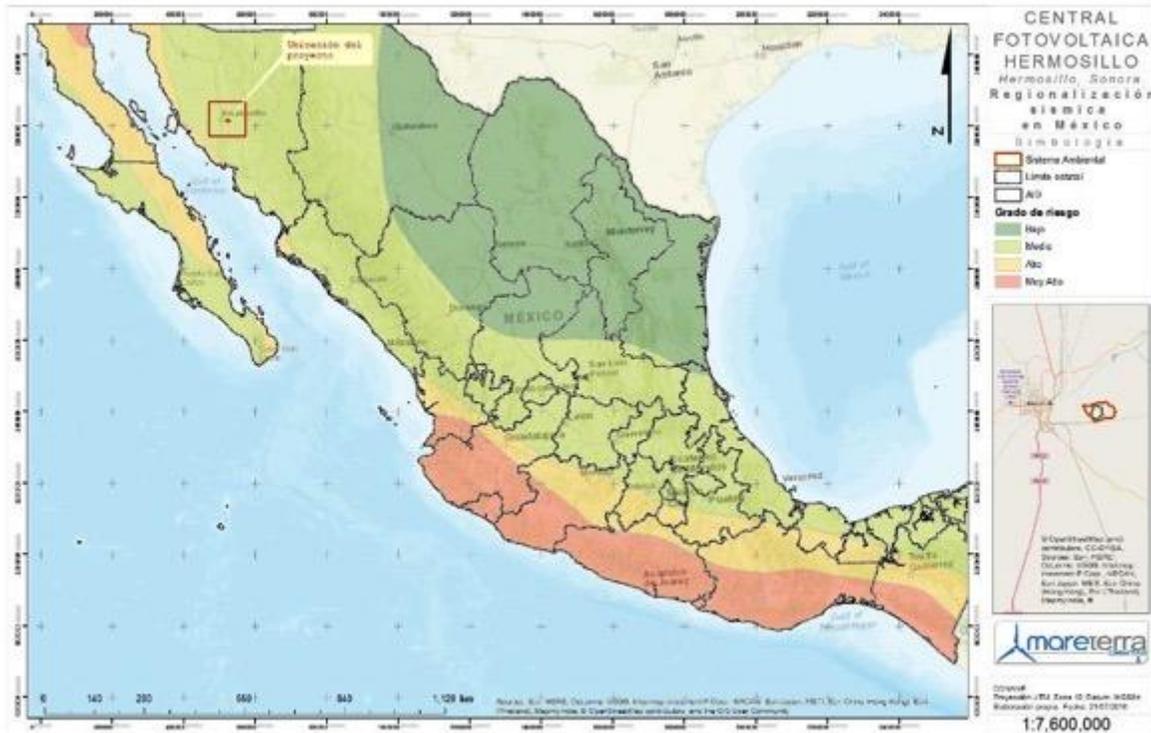
4.2.1.7.1 Sismos

Fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada Corteza Terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que percibimos como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables. El país se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo. El cinturón de fuego del pacifico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacifico.

De acuerdo a lo marcado en el Atlas Nacional de Riesgo de la CENAPRED, el área de estudio corresponde a una región sísmica de riesgo **bajo**; de media intensidad, cuyas aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.



Figura 23: Riesgo por sismos en el área de estudio



4.2.1.7.2 Deslizamiento

Los deslizamientos de laderas implican movimientos de rocas y/o suelo por la acción de la gravedad y se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Los deslizamientos de tierra sucedidos en el pasado son responsables de las características topográficas del paisaje natural actual (CENAPRED). Los hundimientos son movimientos hacia abajo y hacia fuera de la roca o del material sin consolidar, como una unidad o como una serie de unidades. Se le llama también falla de pendiente.

De acuerdo a los datos del Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED, la zona de la Central Fotovoltaica Hermosillo **no presenta ningún riesgo** de deslizamiento de laderas, ni por hundimientos.



Figura 24: Riesgo por deslizamientos en el área de estudio



4.2.1.7.3 Volcanes

En el territorio mexicano se han llegado a registrar poco más de 2,000 volcanes, la mayoría de los cuales ya no están en actividad, por lo que no representan ningún peligro. Estos se encuentran en Baja California Sur, las Islas Revillagigedo, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, D.F., Estado de México, Puebla, Veracruz y Chiapas.

El volcán más cercano al área se localiza a 265 km aproximadamente; es un estratovolcán y se encuentra en la Isla Granada, frente a la costa oriental de Baja California.



Figura 25: Volcán más cercano al área de estudio

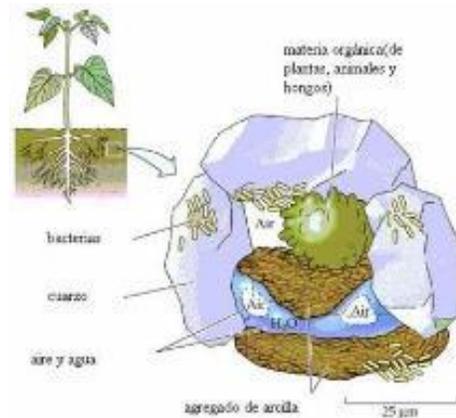


4.2.1.8 Suelos

El suelo como cuerpo natural

El suelo es la capa de transición que existe entre la Litósfera y la Biósfera. Aparece como producto de la transformación de la corteza sólida terrestre debido al influjo de condiciones ambientales específicas dentro de un hábitat biológico determinado, que dan como resultado un desarrollo específico, en función de su situación geográfica. Partiendo de este concepto, el suelo es el resultado de un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen lugar en un espesor limitado, los dos primeros metros de la superficie que es donde se asienta la mayor actividad biológica.

Los factores que condicionan la evolución de un suelo, son el clima, la topografía, los organismos vivos, material geológico, el tiempo transcurrido y el hombre (por las actividades que este desarrolle sobre él); el resultado es la formación de un perfil de suelo, sucesión típica de capas horizontales que denota el conjunto de factores que han intervenido en su formación.



Desde el punto de vista de su composición, el suelo es un material complejo compuesto por sólidos (material orgánico y mineral), líquidos (sobre todo el agua), gases (aire y vapor de agua, esencialmente) y una gran cantidad de microorganismos (bacterias, actinomicetos, hongos, algas, protozoarios).

Servicios ambientales

Dentro de este ciclo natural, el suelo tiene una serie de funciones vitales para el ecosistema en su conjunto. De acuerdo con Blum (1988), se reconocen cinco funciones propias del suelo en la naturaleza en general y en los ecosistemas en lo particular; dos de ellas están relacionadas con aspectos socioeconómicos del hombre y las otras tres, tienen una relación eminentemente ecológica:

Producción de biomasa. El suelo es el sostén para el desarrollo de las plantas que viven en él, los microorganismos edáficos contribuyen a crear un medio que resulta indispensable para la producción primaria de los ecosistemas terrestres. Aunque todas las funciones del suelo son importantes, la producción de biomasa es probablemente la más reconocida, tanto en términos de actividades agrícolas y forestales, como en su proyección para proporcionar biodiversidad y diferenciación paisajística.

Los microorganismos edáficos son responsables de la descomposición, conversión y síntesis de sustancias orgánicas que influyen en las propiedades físicas, químicas de los materiales minerales, creando un medio biótico que proporciona el sustrato de enraizamiento para las plantas y sirve como fuente de suministro de nutrientes, agua y oxígeno.

Filtrado, bufferización (amortiguación) y transformación de sustancias. Como ya se comentó anteriormente los fenómenos más intensos tienen lugar en un espesor limitado, los dos primeros metros de la superficie donde se asienta la actividad biológica. Estas pueden visualizarse como parte de una función más general de regulación (Rubio, 1997). Tal función opera sobre los procesos de movimiento, transporte y transformación de flujos de nutrientes, sustancias y energía. Puede ser considerada como un conjunto de



mecanismos internos del suelo que influyen para la génesis, evolución y diferenciación del perfil del suelo y también como la función para regular el intercambio de componentes con la atmósfera, cobertura vegetal, hidrósfera y ecosistemas circundantes (otras unidades de suelos o de materiales litológicos). Entre los muchos procesos implicados en esta función pueden incluirse: filtrado de sustancias procedentes de la lluvia, capacidad amortiguadora para sustancias químicas, infiltración y drenaje, capacidad de almacenamiento de sustancias y nutrientes, regulación del intercambio de energía, y el papel del suelo como fuente y sumidero de gases entre ellos los de efecto invernadero.

Hábitat biológico y reserva nutrimental. Las relaciones entre el suelo y los individuos biológicos están bien definidas y delimitadas. Por ejemplo, es fundamental el papel de los organismos edáficos en la sincronización de los ciclos biogeoquímicos de los elementos minerales, por lo tanto, en la estabilidad de los ecosistemas terrestres.

La degradación del suelo como elemento biológico produce importantes secuelas. Un suelo degradado física o químicamente moviliza componentes tóxicos alterando el ciclo de los nutrientes y afectando directamente todos los procesos microbiológicos como la mineralización, humificación y génesis de su estructura.

La reserva genética del suelo se constituye en una importante reserva potencial para procesos biotecnológicos en los campos de la industria farmacéutica y producción agroalimentaria.

Medio físico y fuente de materias primas. Esta función se refiere a la producción de bienes y servicios. Bajo esta perspectiva el suelo tiene una función económica, la cual es más o menos intensa dependiendo del uso del territorio: tierras productivas versus áreas marginales, producción agrícola, producción forestal, producción de pastos, carreteras, etc.

El suelo en el entorno o proximidades de las ciudades, bajo secano o regadío, alcanza un gran valor económico cuando se convierte en terreno urbanizable para actividades industriales, zonas residenciales o para infraestructuras turísticas. Estos cambios en el uso del suelo son generalmente llevados a cabo sin tomar en consideración la calidad y productividad del mismo. Como consecuencia muchas hectáreas de suelos de alta productividad situados alrededor de los núcleos urbanos están siendo irreversiblemente eliminadas por la expansión urbana e industrial que cubre la superficie del suelo con edificaciones, carreteras y otras infraestructuras.

Medio histórico. El territorio y los paisajes actuales constituyen la herencia de procesos climáticos, geomorfológicos y edafológicos pasados. Sobre esos escenarios el hombre ha desarrollado numerosas actividades (agricultura, ganadería, usos forestales, usos socio-económicos, usos culturales, usos de recreo), cuya reconstrucción es de gran interés para los estudiosos que tratan de conocer la historia y los acontecimientos paleo ambientales importantes.



4.2.1.8.1 Tipos de suelos presentes en el área de estudio de acuerdo con la clasificación de FAO-UNESCO e INEGI

Los tipos de suelo y asociaciones encontradas, sobre la base de clasificación Edafológica de la FAO-UNESCO para el área de estudio son:

- **Xh / 2**

Xerosol háplico con textura media

- **Yh + Re + Yk/ 2/ G**

Yermosol háplico asociado a Regosol eútrico y Yermosol cálcico con textura media y fase física gravosa

- **Yk + Rc/ 2**

Yermosol cálcico asociado a Regosol calcárico con textura media

- **Hh + Xk/ 2**

Feozem háplico asociado a Xerosol cálcico con textura media

- **I + Rc +E/ 2**

Litosol asociado a Regosol calcárico y Rendzina con textura media

A continuación se define cada tipo de suelo encontrado y sus características:

TIPO DE SUELO

Primer nivel jerárquico de la clasificación de un suelo, generalmente definido por el horizonte de diagnóstico.

Xerosol (X)

Se localizan en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte de México. Su vegetación natural es de matorral y pastizal. Son el tercer tipo de suelo más importante por su extensión en el país (9.5%). Tienen por lo general una capa superficial de color claro por el bajo contenido de materia orgánica. Debajo de esta capa puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien, muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza. Su rendimiento agrícola está en función a la disponibilidad de agua para riego. El uso pecuario es frecuente sobre todo en los estados de Coahuila, Chihuahua y Nuevo León. Son de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en laderas o si están directamente sobre caliche o tepetate a escasa profundidad.

Yermosol (Y)

Son suelos localizados en las zonas más áridas del norte del país como los Llanos de la Magdalena y Sierra de la Giganta en Baja California Sur, Llanuras Sonorenses, Bolsón de



Mapimí y la Sierra de la Paila en Coahuila. Ocupan el 3% del territorio nacional y su vegetación típica es el matorral o pastizal. En ocasiones presentan capas de cal, yeso y sales en la superficie o en alguna parte del subsuelo. La capa superficial de los Yermosoles es aún más pobre en humus y generalmente más clara que los Xerosoles. Su uso agrícola está restringido a las zonas donde se puede contar con agua de riego. Cuando existe este recurso y buena tecnología los rendimientos esperados normalmente son muy altos. La explotación de especies como la candellilla, nopal y lechuguilla son comunes en estos suelos.

Regosol (R)

Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen.

En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

Se incluyen en este grupo los suelos arenosos costeros y que son empleados para el cultivo de coco y sandía con buenos rendimientos. Para uso forestal y pecuario tienen rendimientos variables.

Feozem (H)

Del griego *phaeo*: pardo; y del ruso *zemljá*: tierra. Literalmente, tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos. Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobretodo de la disponibilidad de agua para riego.

Litosol (I)

Del griego *lithos*: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los



climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lamerías y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión, es muy variable dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua.

Rendzina (E)

Del polaco *rzedzic*: ruido. Connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos -por debajo de los 25 cm- pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. En el estado de Yucatán se utilizan también para la siembra de henequén con buenos rendimientos y para el maíz con rendimientos bajos. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión y no tienen subunidades.

SUBUNIDAD DE SUELO

Segundo nivel jerárquico de la clasificación de un suelo, generalmente definido por la característica de diagnóstico.

Háplico (h): Suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo.

Eútrico (e): Suelos ligeramente ácidos a alcalinos y más fértiles que los suelos dístricos.

Cálcico (k): Suelos con una capa de color blanco, rica en cal, y que se encuentra en forma de polvo blanco o caliche. En los Chernozems y Castañozems esta capa tiene más de 15 centímetros de espesor. Los suelos con esta subunidad tienen fertilidad que va de moderada a alta.

Calcárico (c)

Suelos ricos en cal y nutrientes para las plantas.

TEXTURA



Uno de los factores climáticos que intervienen en la erosión y es de los principales para poder calcular la erosión de un sitio es la lluvia, que se estima a través de factores o índices de erosividad que son datos derivados de características energéticas de las lluvias, que cuantifican la capacidad potencial de las mismas para generar erosión por salpicadura, erosión laminar y por surcos. El índice más conocido y usado frecuentemente es el factor **R** según Wischmeier y Smith.

El factor **R** se calcula como producto de la energía cinética (E) en MJ mm/ha hr año basada en la siguiente relación:

Para la descripción de **R** en la zona se emplearon los datos de la estación meteorológica "Hermosillo II", que se ubica en las coordenadas; 26°05'53" N 110°57'15" W; con registros de 59 años correspondientes al periodo de 1951 a 2010.

Para estimar **R** en el ámbito regional, se puede utilizar la precipitación anual, con un modelo lineal muy simple. Existen en el país 14 diferentes regiones en las cuales se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (**P**) se puede estimar el valor de **R** de la **EUPS**. En este caso para el sitio del proyecto el valor de erosividad será calculado aplicando la ecuación correspondiente para la **región VI**.

Figura 27: Mapa de regiones con igual Erosividad en la República Mexicana



$$R = 2.8559 p - 0.002983 p^2$$

Donde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

p = Precipitación media anual de la región.



Tabla 8: Precipitación media mensual

Precipitación Media Mensual (mm)													
Estación	Periodo	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
"Hermosillo II" (26139)	1951- 2010	18	18	6.9	3.5	3.1	6.7	95	94	62	17	16	25
Coordenadas de localización: 29°05'56" N 110°57'15" W 221.0 msnm													
Fuente: CNA Registro Mensual de Precipitación Media en mm													

4.2.1.9.1 Erosión potencial (E_p)

$$E_p \text{ (Erosión potencial)} = R K LS$$

Donde:

- E_p = Erosión potencial
- R = Erosividad de la lluvia
- K = Erosividad del suelo
- LS = Longitud y grado de pendiente

Para el SA, sustituyendo los valores tenemos:

$$E_p = (2660.5693) (0.027) (7.8351)$$

$$E_p = 562.8348 \text{ t/ha/año}$$

Para el AIP, sustituyendo los valores tenemos:

$$E_p = (2660.5693) (0.027) (1.3600)$$

$$E_p = 97.6963 \text{ t/ha/año.}$$

El resultado de la erosión potencial, si el suelo del área de influencia del proyecto estuviera completamente desprovisto de vegetación y sin medidas de mitigación, sería de **97.6963 t/ha/año**; lo que corresponde a una pérdida potencial de suelo **muy severa**, principalmente por el tipo y uso de suelo del área. Para el Sistema Ambiental, la erosión potencial aumenta obteniendo un valor total de **562.8348 t/ha/año**, que según la clasificación de pérdida de suelo emitida por la FAO corresponde a una pérdida de suelo **catastrófica**.

4.2.1.9.2 Erosión actual

$$E_a \text{ (Erosión actual)} = R K LS C$$

Donde:

- E_a = Erosión actual



R = Erosividad de la lluvia
K = Erosividad del suelo
LS = Longitud y grado de pendiente
C = Factor de protección del suelo

Para el SA, sustituyendo los valores tenemos:

Ea = (2660.5693) (0.027) (7.8351) (0.01)
Ea = 5.6283 t/ha/año

Para el AIP, sustituyendo los valores tenemos:

Ep = (2660.5693) (0.0270) (1.3600) (0.01)
Ep = 0.9770 t/ha/año

El resultado de la erosión potencial, tomando en cuenta el factor de protección del suelo (vegetación actual) del área de influencia del proyecto es de **0.9770 t/ha/año**, que significa una pérdida potencial de suelo **ligera**; utilizando esta misma fórmula para el SA la erosión actual es de **5.6283 t/ha/año**, lo que equivale a una pérdida de suelo **moderada**, debido al tipo de suelo, a la poca pendiente y a la baja incidencia pluvial.

Debido a que el área del proyecto (AP), se encuentra en una sola cota los datos de erosión únicamente se presentan para el SA y el AIP

Hidrología

4.2.1.9.3 Hidrología superficial

El área de estudio se localiza dentro de la región hidrológica Sonora Sur (RH 9); se localiza en la porción oriental del estado de Sonora, parte de Chihuahua y una pequeña zona del norte de Sinaloa. Abarca una superficie de 136,518 km² de los cuales 3,787 corresponden a los Estados Unidos de América.



Las corrientes de importancia son los ríos Sonora, Yaqui y Mayo que drenan, en gran parte, los escurrimientos provenientes de la Sierra Madre Occidental.



Dentro de esta región se localiza la cuenca del río Sonora, la cual está situada en la porción centro-septentrional de Sonora y al oeste de la región hidrológica 9, cubre una extensión de 26,010 km² ubicados totalmente dentro de la entidad, posee una precipitación media anual de 376 mm y una pendiente general que va de fuerte, en el extremo norte, a baja, en el suroeste de la cuenca.

El rasgo hidrográfico más notable es el río Sonora, originado en la sierra de Cananea, el cual recorre 294 km hasta verter sus aguas en la presa Abelardo L. Rodríguez, lugar por donde se le une por margen derecha el río San Miguel de Horcasitas. Durante su desarrollo, el río Sonora conserva una pendiente media de 0.38% y dirección preferencial norte-sur hasta Mazocahui donde cambia al suroeste hasta la ciudad de Hermosillo.

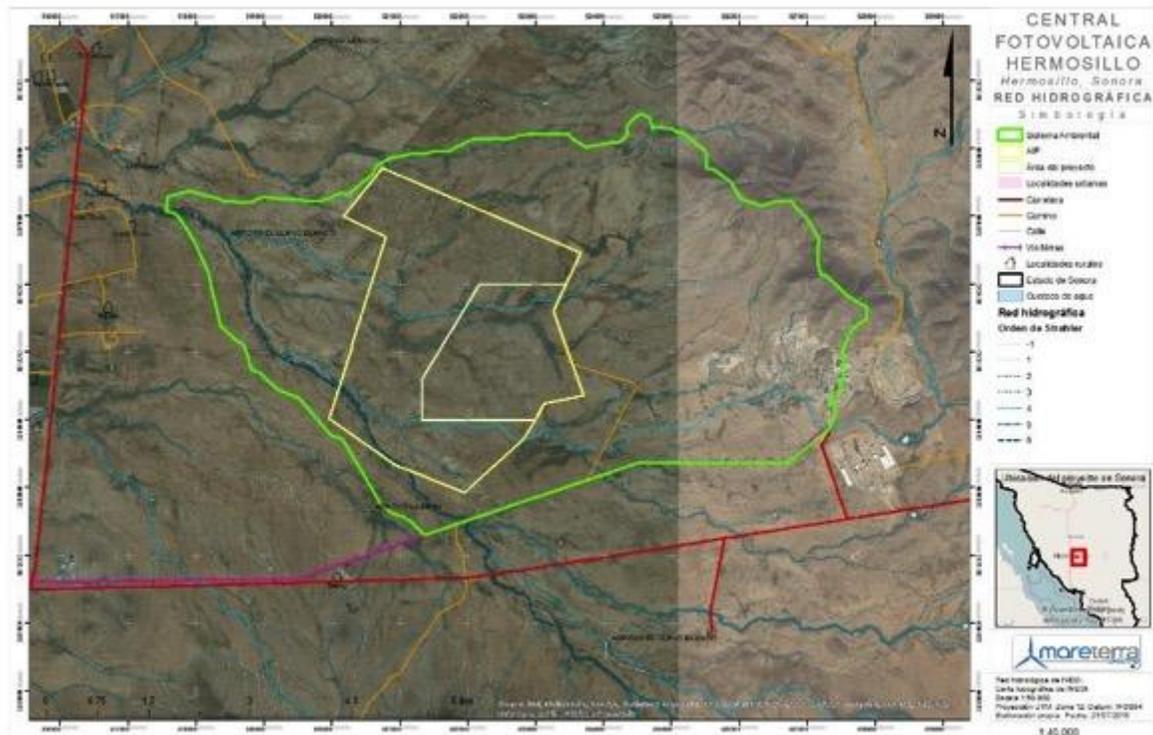
El río San Miguel de Horcasitas nace al norte de la población de Cucurpe, tiene una longitud de 166 km, con pendiente media de 0.77%, con una orientación norte- sur hasta las cercanías de Rayón donde cambia al suroeste hasta la ciudad de Hermosillo, el afluente de mayor relevancia es el Río El Zanjón, captado por la margen derecha.

El uso de agua principal del agua superficial es el agrícola, seguido por el doméstico, industrial, pecuario y recreativo.

En el área de estudio del proyecto solo se encuentran una serie de corrientes de agua de tipo intermitente, los cuales solo presentan agua en época de lluvias; se encontraban secos cuando se realizaron las verificaciones y salidas de campo para la elaboración del estudio de la Central Fotovoltaica Hermosillo.



Figura 28: Red hidrográfica



El área de estudio se localizan en la cuenca hidrológica denominada **Río Sonora** (subcuenca **El Cajoncito Arroyo del Carrizo**), la cual se localiza en la región hidrológica número nueve "Sonora Sur"; la cuenca tiene un área de 27,329 km² y se halla en la porción oeste de la región hidrológica. Su principal afluente es el río San Miguel de Horcasitas, que representa el 30% de la extensión total de la cuenca. El río Sonora, se origina en la sierra de Magallanes, 5 km al este de Cananea, formándose por la unión de varias corrientes que descienden de la propia Sierra de Magallanes, Los Ajos y Bacanuchi. Desemboca en la zona de inundación de la presa Abelardo Rodríguez L., obra a la cual descargó directamente sus volúmenes hasta el año de 1991, fecha en que se puso en operación aguas arriba de esta obra, la presa Ing. Rodolfo Félix Valdez "El Molinito". Tiene una longitud de 294 km, una pendiente media de 0.8% y corre en dirección preferencial norte-sur hasta Mazocahui donde cambia al suroeste hasta la ciudad de Hermosillo, Sonora.

El río San Miguel de Horcasitas, nace al norte de la población de Cucurpe en la Sierra Azul y desemboca en el río Sonora. Tiene una longitud de 166 km y una pendiente media de 0.77%, con un área de cuenca de 8,393 km². El río corre con una orientación de norte-sur hasta las cercanías de Rayón, donde cambia de rumbo al suroeste hasta la ciudad de



Hermosillo. El afluente de mayor importancia es el río Zanjón, captado por su margen derecho 22 km antes de su confluencia con el río Sonora y juntos desembocan en el área de inundación que alimenta a la presa Abelardo Rodríguez L., ambos escurrimientos son de flujo intermitente.

Figura 29: Cuenca hidrológica

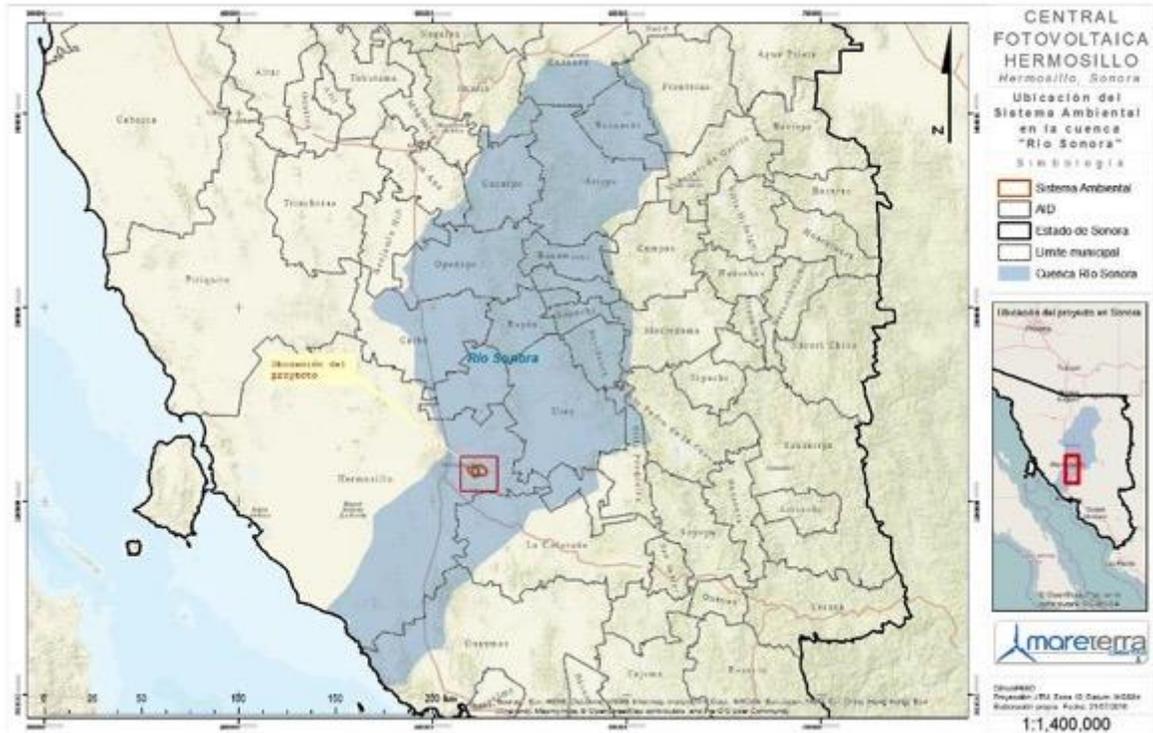
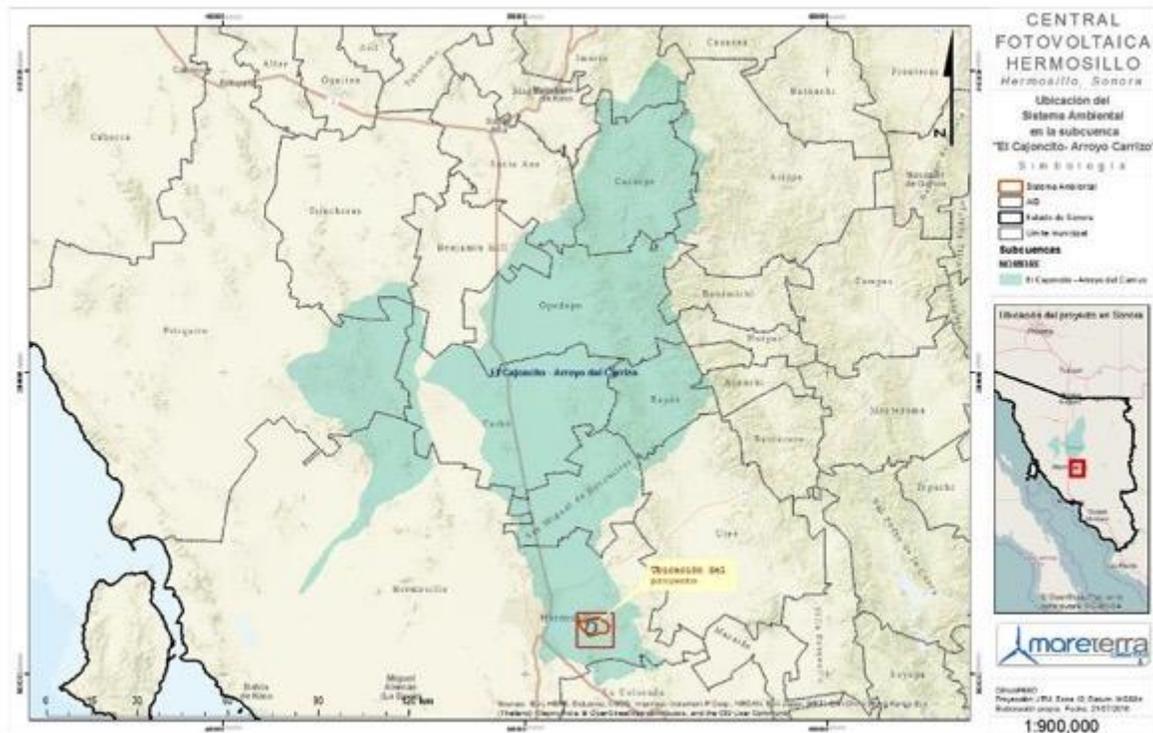




Figura 30: Subcuenca hidrológica



4.2.1.9.4 Hidrología subterránea

El SA y área del proyecto se encuentran sobre el acuífero de Mesa del Seri-La Victoria, localizado en su totalidad en una porción del centro del estado de Sonora.

El acuífero Mesa del Seri-La Victoria, definido con la clave 2621 del Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se encuentra ubicado en el municipio de Hermosillo, Sonora y se localiza al este de la ciudad capital.

Geográficamente, el área está delimitada por las siguientes coordenadas: 110° 45' y 110° 57' Longitud Oeste (506 000 a 525 000 UTM), y 29° 01' y 29° 12' Latitud Norte. (3 209 000 a 3 230 000 UTM, abarcando una superficie de 1049 km²).

Colinda al norte con los acuíferos Río San Miguel y Río Zanjón, al poniente con el acuífero Costa de Hermosillo, al sur con el acuífero La Poza, y al oriente con los acuíferos del Río Sonora y Santa Rosalía; todos ellos pertenecientes al estado de Sonora.

El acuífero se localiza en su totalidad dentro del Municipio de Hermosillo, destacando en él la ciudad de Hermosillo, cabecera del Municipio, y comunidades rurales como Mesa del Seri, La Victoria y San Pedro.



Desde el año de 1967, en el Diario Oficial de la Federación, se señala que “excepto cuando se trate de alumbramientos para usos domésticos nadie podrá efectuar nuevos alumbramientos de aguas del subsuelo en la zona vedada sin previo permiso escrito de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, la que solo lo expedirá en los casos en que de los estudios correspondientes se deduzca que no se causarán los daños que con el establecimiento de la veda tratan de evitarse”.

El acuífero es de tipo libre con condiciones locales de semi-confinamiento debido a la presencia de lentes irregulares de sedimentos arcillosos y/o rocas volcánicas interestratificadas. Su explotación se localiza en el cauce del río Sonora y arroyos tributarios, así como en la planicie de inundación. El lecho del río Sonora está conformado por arenas de alta permeabilidad.

Tabla 9: Datos del Acuífero

CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CUBICOS ANUALES							
ESTADO DE SONORA							
2621	Mesa del Seri- La Victoria	73	16	98.537054	120	0	-41.537054

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.

DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento establecido la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece la Metodología para calcular la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

$$DAS = Rt - DNCOM - VCAS$$

Donde:

DAS = Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica.

R = Recarga total media anual.

DNCOM = Descarga natural comprometida.

VCAS = Volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA.

Recarga total media anual



La recarga total media anual que recibe el acuífero (R_t), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso particular, su valor es de **73.0 Mm³/año**, de los cuales 30 son recarga natural y los 43 Mm³ restantes corresponden a la recarga inducida.

Descarga natural comprometida

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Para el caso del acuífero Mesa del Seri–La Victoria, el volumen de la descarga natural comprometida es de **16.0 Mm³/año**, que corresponde a las salidas subterráneas hacia el acuífero Costa de Hermosillo.

Rendimiento permanente

El rendimiento permanente es la recarga total media anual menos la descarga natural comprometida. Por lo tanto, para el caso del acuífero Mesa del Seri – La Victoria el rendimiento permanente es **57.0 Mm³ anuales**.

Volumen concesionado de aguas subterráneas

El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), de la Subdirección General de Administración del Agua, con fecha de corte al 30 de abril del 2007 es de **94'824,004 m³/año**.

Disponibilidad de aguas subterráneas

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, de acuerdo con la expresión, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPGA.

$$\text{DAS} = 73.00 - 16.00 - 94.824004$$

$$\text{DAS} = -37.824004 \text{ Mm}^3 \text{ anuales}$$

La cifra indica que no existen volúmenes adicionales para otorgar nuevas concesiones, sino que, por el contrario, se tiene un déficit de 37'824,004 m³ anuales que se están extrayendo a costa del almacenamiento no renovable del acuífero Mesa del Seri-La Victoria.



4.2.1.9.5 Volúmenes y gasto hidráulico

El escurrimiento superficial se estimó con el método de escurrimiento medio o volumen medio (SAR-CP, 1982), para pequeñas cuencas o áreas de drenaje reducido, el cual requiere el promedio de lluvia en el área de la cuenca, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento.

Los volúmenes de escorrentía y gasto hidráulico del Área de influencia del proyecto:

$$\mathbf{Vm = A C Pm}$$

Donde:

A = Área de captación (km²).

C = Coeficiente de escurrimiento.

Pm = Precipitación Total Anual (mm).

Vm = Volumen medio anual; promedio que puede escurrir en miles de m³.

Sustituyendo valores en la ecuación para el AIP, tenemos:

$$\mathbf{Vm = (11.54 \text{ Km}^2) (0.110545091) (364.6 \text{ mm}) (1,000)}$$

$$\mathbf{Vm = 465,116.7024 \text{ m}^3}$$

Sustituyendo valores en la ecuación para el AP, tenemos:

$$\mathbf{Vm = (3.5898 \text{ Km}^2) (0.110545091) (364.6 \text{ mm}) (1,000)}$$

$$\mathbf{Vm = 144685.9565 \text{ m}^3}$$

Sustituyendo valores en la ecuación, para el SA:

$$\mathbf{Vm = (40.25 \text{ Km}^2) (0.110545091) (364.6 \text{ mm}) (1,000)}$$

$$\mathbf{Vm = 1'622,265.795 \text{ m}^3}$$

Para calcular el gasto máximo, se recurrió al Método Racional Modificado, el cual utiliza la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Q = 0.028 C L A}$$

Donde:

0.028 = Constante numérica.

C = Coeficiente de escurrimiento.

L = Lluvia máxima en 24 hrs. (mm).

A = Área de captación (has).

Q = Escurrimiento máximo (m³/s).

Sustituyendo en la ecuación para el Área de influencia del proyecto:

$$\mathbf{Q = 0.028 (0.110545091) (152.6 \text{ mm}) (1154.39 \text{ ha})}$$

$$\mathbf{Q = 545.0770 \text{ m}^3/\text{seg.}}$$



Sustituyendo en la ecuación para el Área del proyecto:

$$\begin{aligned} Q &= 0.028 (0.110545091) (152.6 \text{ mm}) (358.98 \text{ ha}) \\ Q &= 169.5595598 \text{ m}^3/\text{seg.} \end{aligned}$$

Sustituyendo en la ecuación, para el SA:

$$\begin{aligned} Q &= 0.028 (0.110545091) (152.6 \text{ mm}) (4,024.83 \text{ ha}) \\ Q &= 1,901.1567 \text{ m}^3/\text{seg.} \end{aligned}$$

4.2.1.10 Infiltración

Infiltración del agua en el suelo

Para evaluar la infiltración de lluvia que penetra al suelo en el sitio, se determinan: la precipitación mensual de la zona, los diferentes valores de infiltración básica de los suelos, la cobertura vegetal del suelo y su pendiente. Determinados los valores anteriormente mencionados, se puede evaluar la infiltración mediante la ecuación presentada por Schosinsky & Losilla (2000).

El estudio del balance de suelos se basa en el principio de la conservación de la materia. O sea, el agua que entra a un suelo, es igual al agua que se almacena en el suelo, más el agua que sale de él. Las entradas son debidas a la infiltración del agua hacia el suelo y las salidas se deben a la evapotranspiración de las plantas, más la descarga de los acuíferos.

Uno de los factores que más influyen en la infiltración de la lluvia en el suelo, es el coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo (**K_{fc}**), que está dado tentativamente por la ecuación de Schosinsky & Losilla, 2000.

El valor de **fc** corresponde a la permeabilidad del suelo saturado, en los primeros 30 centímetros de profundidad, por considerar que este es el espesor que está en contacto directo con el agua de lluvia. Dicho valor se obtiene en el campo, con la prueba de anillos aplicada en la superficie del terreno. También se puede obtener con el permeámetro de Guelph o con la prueba de Porchet, ambas aplicadas a una profundidad no mayor de 30 cm. Sin embargo, pueden existir diferencias entre los métodos utilizados.

El valor de **K_{fc}**, fue derivado para los valores de lluvia mensual. Por lo tanto, la fracción que infiltra debido a la textura del suelo, nos permite obtener la infiltración mensual. Además del coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo, influye la pendiente del terreno y la vegetación. Estos coeficientes, vienen a conformar el coeficiente de infiltración del suelo (**C_i**).

Para la estimación del cálculo de la infiltración en una zona se utilizó la ecuación de Schosinsky & Losilla, 2000:



$$P_i = (C_i) (P - RET)$$

Donde:

P_i = Precipitación de infiltración mensual al suelo.

C_i = Coeficiente de infiltración en el suelo.

P = Precipitación mensual.

RET = Retención de agua de lluvia mensual en el follaje.

La infiltración total anual en la zona que abarcan las estaciones meteorológicas muestra un valor de **253.87** mm/año.

Tabla 10: Infiltración

Precipitación de infiltración mensual al suelo (P _i)						
Fórmula	C _i	P	Ret	Actual	Sin Mitigación	Con Mitigación
P _i = (C _i) (P -	0.8667803	17.70	5.00	11.01	8.72	14.68
P _i = (C _i) (P -	0.8667803	18.30	5.00	11.53	9.13	15.37
P _i = (C _i) (P -	0.8667803	6.90	5.00	1.65	1.30	2.20
P _i = (C _i) (P -	0.8667803	3.50	3.50	0.00	0.00	0.00
P _i = (C _i) (P -	0.8667803	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
P _i = (C _i) (P -	0.8667803	6.70	5.00	1.47	1.17	1.96
P _i = (C _i) (P -	0.8667803	94.90	11.39	72.39	61.74	96.52
P _i = (C _i) (P -	0.8667803	93.70	11.24	71.47	60.92	95.29
P _i = (C _i) (P -	0.8667803	62.30	7.48	47.52	39.35	63.36
P _i = (C _i) (P -	0.8667803	16.60	5.00	10.05	7.97	13.41
P _i = (C _i) (P -	0.8667803	16.00	5.00	9.53	7.55	12.71
P _i = (C _i) (P -	0.8667803	24.90	5.00	17.25	13.67	23.00
Total				253.87	211.53	338.50

4.2.1.10.1 Escenario del cambio en la capacidad de infiltración del área propuesta para el cambio de uso de suelo, sin tomar en cuenta medidas de mitigación.

Una vez realizadas las obras de desmonte, el área afectada modificará la capacidad de infiltración a razón de la pérdida de vegetación, en las zonas donde se instalarán las celdas fotovoltaicas:

Esta estimación se realizó en base a la fórmula:

$$P_i = (C_i) (P - RET)$$

Donde:

P_i = Precipitación de infiltración mensual al suelo.



Ci = Coeficiente de infiltración en el suelo.

P = Precipitación mensual.

RET = Retención de agua de lluvia mensual en el follaje.

Sustituyendo los datos tenemos que:

$$\mathbf{P_i} = (0.686780295) (364.6 - 56.6) = 211.53 \text{ mm/año}$$

$$\mathbf{P_i} = \mathbf{211.53 \text{ mm/año.}}$$

Este resultado es el reflejo del decremento de la vegetación por la construcción de obras, sin tomar en cuenta la aplicación de técnicas de conservación de agua, del tipo mecánica o vegetativa. Este valor muestra la capacidad de infiltración que tendría el área sin aplicar ninguna medida de mitigación.

4.2.1.10.2 Escenario del cambio en la capacidad de infiltración del área propuesta para el cambio de uso de suelo, tomando en cuenta mediadas de mitigación.

Una vez aplicadas las medidas de mitigación (técnicas de conservación de agua) sobre el área sujeta al cambio de uso de suelo, la capacidad de infiltración se recuperará en la medida de la aplicación de dichas técnicas, siendo así que la infiltración aumentará con respecto a la infiltración perdida.

Esta estimación se realizó en base a la fórmula:

$$\mathbf{P_i} = \mathbf{(C_i) (P - RET)}$$

Donde:

Pi = Precipitación de infiltración mensual al suelo.

Ci = Coeficiente de infiltración en el suelo.

P = Precipitación mensual.

RET = Retención de agua de lluvia mensual en el follaje.

K = Tipo de uso de suelo.

P = Mediadas de conservación de agua.

Sustituyendo los datos tenemos que:

$$\mathbf{P_i} = (0.866780295) (364.6 - 71.708) = 338.50 \text{ mm/año}$$

$$\mathbf{P_i} = 253.87 / 0.75 = \mathbf{338.50 \text{ mm/año}}$$

Al implementar las medidas de conservación de agua y suelo la infiltración del área del proyecto aumentaría a **338.50 mm/año** que es el reflejo de la implementación de técnicas del tipo mecánico.



4.2.2 Aspectos bióticos

Los factores o aspectos bióticos se definen como todos los organismos vivos que interactúan con otros organismos vivos, refiriéndonos a la flora y fauna de un lugar o zona específica, así como sus interacciones.

4.2.2.1 Vegetación

La vegetación es el elemento biótico visible dentro del paisaje, concibiendo al paisaje como la interacción de factores bióticos y abióticos. Las comunidades vegetales se definen a través de su fisionomía, que procede de la forma de vida (biotopo) de sus especies dominantes, sumado a los factores climáticos, edáficos y bióticos del medio. Así sus componentes proporcionan particularidad al mismo, dándole un comportamiento fenológico sucesional a lo largo del año (Miranda y Hernández, 2014).

México posee una de las floras más diversas en el continente americano. Esta copiosa variedad de especies vegetales se manifiesta por su ubicación entre la zona templada norte y tropical, además de su considerable extensión subtropical, aunado a sus climas y suelos con topografías accidentadas y complejas estructuras geológicas. Los tipos de vegetación que cubren este territorio, van desde selvas altas preferentemente distribuidas en las regiones húmedas del sureste y vertiente del Atlántico, hasta los matorrales y desiertos áridos del norte y península de Baja California.

Según la Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero; COTECOCA (1974), el estado de Sonora cuenta con 17 tipos de vegetación nomenclaturales, diferenciados regionalmente lo más homogéneamente posible por su clima, suelo, topografía, geología y flora. En algunas zonas del estado, la vegetación ha sufrido perturbaciones e introducción de especies exóticas. Sin embargo, se ha logrado obtener la composición florística original de sitios con vegetación intacta.

Diferentes autores han clasificado y denominado la cubierta vegetal mexicana en distintos tipos de vegetación en los cuales determinan sus características fisonómicas con el fin de facilitar su estudio y comprensión. Debido a esto existen diferentes nomenclaturas y rangos de delimitación entre ellas. Por tal razón, la nomenclatura utilizada en este documento, se basa en aquella obra que más se acerque en descripción y tratamiento para el medio observado en campo.

4.2.2.1.1 Vegetación Potencial para el Sistema Ambiental, Área de influencia del Proyecto y Área del Proyecto

Conforme a la información obtenida de los trabajos literarios de COTECOCA (1974), Rzedowski (2006) y Miranda y Hernández (2014), además de la información vectorial de Uso de Suelo y Vegetación de la serie V del INEGI (2011-2013), y cotejando las delimitaciones establecidas por cada autor, se identificó al **Matorral Arbosufrutescente** (bosque espinoso, pr. p.; selva baja espinosa caducifolia; mezquital xerófilo) como el tipo de vegetación potencial para área de estudio.



Por lo que se describe a continuación:

Matorral Arbosufrutescente (Mezquital Xerófilo)

Este tipo de vegetación en México se localiza en extensas áreas semiáridas o áridas del norte del país (Baja California, Sonora y Tamaulipas) y en forma de manchones restringidos en la cuenca alta del Papaloapan, partes bajas de la cuenca del Balsa e Istmo de Tehuantepec (Miranda y Hernández, 2014; Rzedowski, 2006). Conforme a COTECOCA (1974), en el estado de Sonora, esta vegetación se delimita en la porción central del territorio estatal, ocupando en su totalidad al municipio de Carbo y partes de los municipios de Benjamín Hill, Cajeme, Empalme, Guaymas, Hermosillo, La Colorada, Mazatán, Opodepe, Pitiquito, Rayón, San Miguel de Horcasitas, Santa Ana y Trincheras.

Frecuentemente se le encuentra asociado en sus extremos limítrofes, a la selva baja espinosa perennifolia y diversos tipos de matorrales (Miranda y Hernández, 2014). Presenta un problema particularmente agudo, en donde esta comunidad no se encuentra bien delimitada, y algunas de sus especies distintivas pasan en forma muy paulatina a otros tipos de vegetación. Por tal circunstancia, se deben las diferentes maneras de considerar y clasificar, por varios autores, a este y otros tipos de vegetación relacionados (Rzedowski, 2006).

Esta comunidad se caracteriza por la presencia de miembros arbóreos y arbustivos bajos y caducifolios de la familia Fabaceae (entre 4 a 8 m), con hojas compuestas de foliolos pequeños (compositifolios minimifoliolados) y tallos armados con espinas. Se presenta a manera de manchones dispersos de vegetación abierta, con un estrato inferior formado por gramíneas primariamente anuales.

Como especies distintivas se encuentran la aceitilla (*Bouteloua aristidoides*), palo brea (*Cercidium sonora*), choyas (*Cylindropuntia* spp.), cóсахui del sur (*Krameria erecta*), estafiate (*Ambrosia confertiflora*), gatuña (*Mimosa laxiflora*), grama china (*Bouteloua erecta*), guayacán (*Guaiaacum coulteri*), hierba del toro (*Carlowrightia arizonica*), hierba del vaso (*Encelia farinosa*), jito (*Forchammeria watsonii*), mezquite (*Prosopis juliflora*), nopales (*Opuntia* spp.), ocotillo macho (*Fouquieria macdougali*), palo blanco (*Ipomoea arborescens*), palo blanco (*Mariosousa willardiana*), palo chino (*Havardia mexicana*), palo fierro (*Olneya tesota*), palo verde (*Parkinsonia microphylla*), papache (*Zizyphus obtusifolia*), pitahaya (*Stenocereus thurberi*), quelite (*Amaranthus palmeri*), sámoda (*Coursetia glandulosa*), San Juanico (*Jacquinia pungens*), sangregados (*Jatropha* spp.), sina (*Lophocereus schottii*), torotes (*Bursera* spp.), vinorama (*Acacia constricta*) y zacate liebrero (*Bouteloua rothrockii*). En áreas localizadas, y como intrusiones de matorrales áridos, se puede encontrar gobernadora (*Larrea tridentata*) y ambrosia (*Ambrosia deltoidea*).



4.2.2.1.2 *Vegetación actual dentro del Sistema Ambiental, Área de Influencia del Proyecto y Área del Proyecto*

Para la definición y nomenclatura del tipo de vegetación, se analizó la literatura contenida en los trabajos de la Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero, COTECOCA (1974), Rzedowski (2006) y Miranda y Hernández (2014), considerando la nomenclatura de COTECOCA como la más certera y a utilizar en este documento.

De acuerdo con la bibliografía analizada se concluye que el tipo de vegetación es **Matorral Arbosufrutescente** que tiene su equivalente como Mezquital Xerófilo en la clasificación de INEGI (SERIE V, 2011-2013).

Durante las salidas al sitio del proyecto se constató que este tipo de vegetación existe en el Sistema Ambiental, pero para el Área de Influencia del Proyecto y para el Área del Proyecto se encontró una sucesión secundaria de este tipo de vegetación denominado: **Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Arbosufrutescente** (Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Xerófilo). La presencia de esta se debe principalmente a los impactos producidos por las actividades antropogénicas en el predio del proyecto (ganadería extensiva), que inciden directamente en la vegetación, ya que se ha retirado la cobertura vegetal (desmonte) para dar lugar a pastizales inducidos para sostener al ganado vacuno.

A continuación se describe la vegetación original dentro del predio, solo como referencia:

Matorral Arbosufrutescente en Planicies con Palo Verde, Palo Fierro y Hierba del Vaso (Matorral Xerófilo)

Esta comunidad ocupa la mayor parte del área del matorral arbosufrutescente, comprendiéndose de extensas planicies con *Cercidium praecox* (palo brea), *Encelia farinosa* var. *farinosa* (flor del rocío o incienso) y *Olneya tesota* (palo fierro), además de la constante presencia de *Acacia farnesiana* (huizache), *Bouteloua rothrockii*, *Cylindropuntia fulgida* (choya), *Parkinsonia aculeata* (palo verde), *Prosopis velutina* (mezquite), *Stenocereus alamosensis* (pitayo sina) y *Stenocereus thurberi* (pitayo dulce) como especies dominantes.

Este tipo de vegetación se desarrolla en climas cálido áridos alrededor de los 250 msnm, sobre suelos aluviales profundos, de color pardo-grisáceo, con buen drenaje y bajo contenido de materia orgánica. La precipitación media anual fluctúa entre los 200 a 300 mm, con un régimen de lluvias en verano y una temperatura oscilante entre los 22 a 24 °C en promedio anual. La altura de este matorral fluctúa entre los 4-8 (10) m, presentando manchones irregulares de vegetales dispersos y áreas abiertas con un estrato inferior dominado por gramíneas. Alcanzando así su mayor altura y densidad en las orillas de los arroyos y bajíos.

La vegetación actual es:



Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Arbosufrutescente en planicies con palo verde y palo fierro

La vegetación secundaria de matorral arbosufrutescente es el estado sucesivo del matorral arbosufrutescente. Esto significa que hay indicios de que la composición del matorral ha sido eliminada o perturbada. Una característica particular es la presencia de *Pennisetum ciliare* (Zacate buffel), que es un pasto introducido como planta forrajera, oriundo de Eurasia tropical, y en constatación de expansión como especie invasiva. Se puede observar la ausencia de *Acacia farnesiana* (huizache), *Cylindropuntia fulgida* y *Parkinsonia aculeata*, y la escasa presencia de individuos de *Encelia farinosa* var. *farinosa* (hierba del vaso) y *Stenocereus alamosensis* (pitayo sina); componentes florísticos principales de la vegetación de Matorral Arbosufrutescente (Matorral Xerófilo).

4.2.2.1.3 Método

Se realizaron recorridos, toma de datos y toma de fotografías en el área de estudio. Se colectó, procesó y determinó el material a nivel específico. Posteriormente, se efectuó un análisis estructural y comparativo de la vegetación del sitio.

Todos los puntos de muestreo fueron ubicados geográficamente por medio de un GPS con Datum WGS84.

4.2.2.1.3.1 Trabajo de Gabinete (determinación del material botánico)

Con el objetivo de identificar los taxa observados y registrados durante el trabajo de campo, se determinó el material por medio de la información obtenida de trabajos literarios especializados localmente (COTECOCA, 1974; Van Devender, *et al.*, 2010), así como trabajos especializados en grupos taxonómicos a nivel familiar o genérico teniendo preferencia por aquellas obras en las que se incluyeran claves taxonómicas. De igual forma, se compararon las muestras y fotografías con los ejemplares tipos digitalizados y disponibles en la base de datos de Jstor Global Plants (www.plants.jstor.org). Por otro lado, se estableció y verificó la nomenclatura utilizada conforme a los datos obtenidos en la base de datos Tropicos del Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org/>) y la literatura científica.

4.2.2.1.3.2 Tipo de muestreo utilizado

Con el fin de definir la vegetación directa existente en el área total del proyecto, se eligió el sistema de parcelas de muestreos circulares de 500 m² de superficie (adaptado de Olvera-Vargas *et al.*, 1993) para el total del área del proyecto.

Este método minimiza el error en el recuento de árboles y efecto de borde, que se presenta en otros métodos como el de transectos.

Dentro de cada punto de muestreo o parcela se registraron la fecha de muestreo, localidad, coordenadas, altitud, datos de fisiografía y pendiente para cada sitio. Se

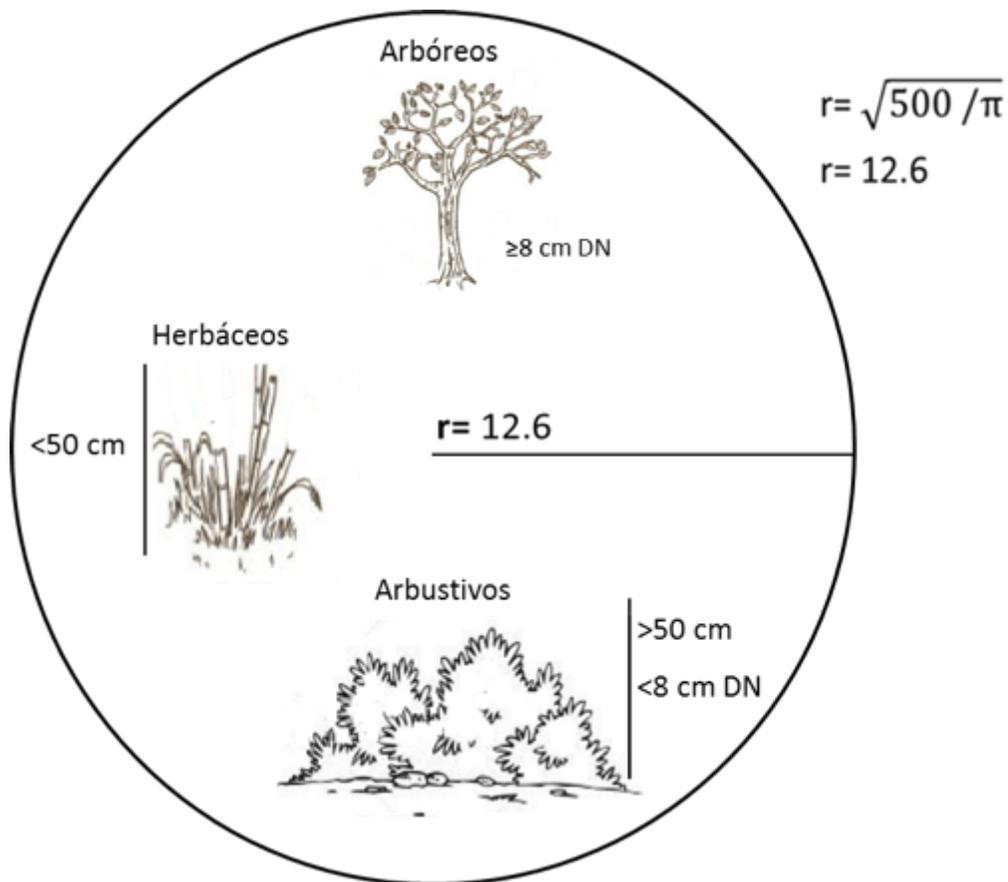


registraron los individuos arbóreos, arbustivos y herbáceos observados, designando identidad taxonómica y tomando medidas de altura, cobertura y Diámetro Normal (DN a 1.30 de altura) para cada uno.

Para el análisis de los individuos se definieron tres categorías conforme a lo siguiente:

- **Arbóreos:** Todos aquellos individuos de 8 cm de DN o mayores. Se registró especie taxonómica, DN y altura total en 500 m².
- **Arbustivos:** Todos aquellos individuos mayores a 50 cm de altura y menores a 8 cm de DN. Se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en 500 m².
- **Herbáceos:** Todos aquellos individuos de 0 a 50 cm de altura. Para estos se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en porcentaje en una superficie de 100 m².
- **Cactáceas:** Todos aquellos individuos pertenecientes a la familia de las Cactáceas. Se registró especie taxonómica y altura total en 500 m².

Figura 31: Representación esquemática del método de muestreo de la vegetación, adaptado de Olvera-Vargas et al., (1993).





IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.



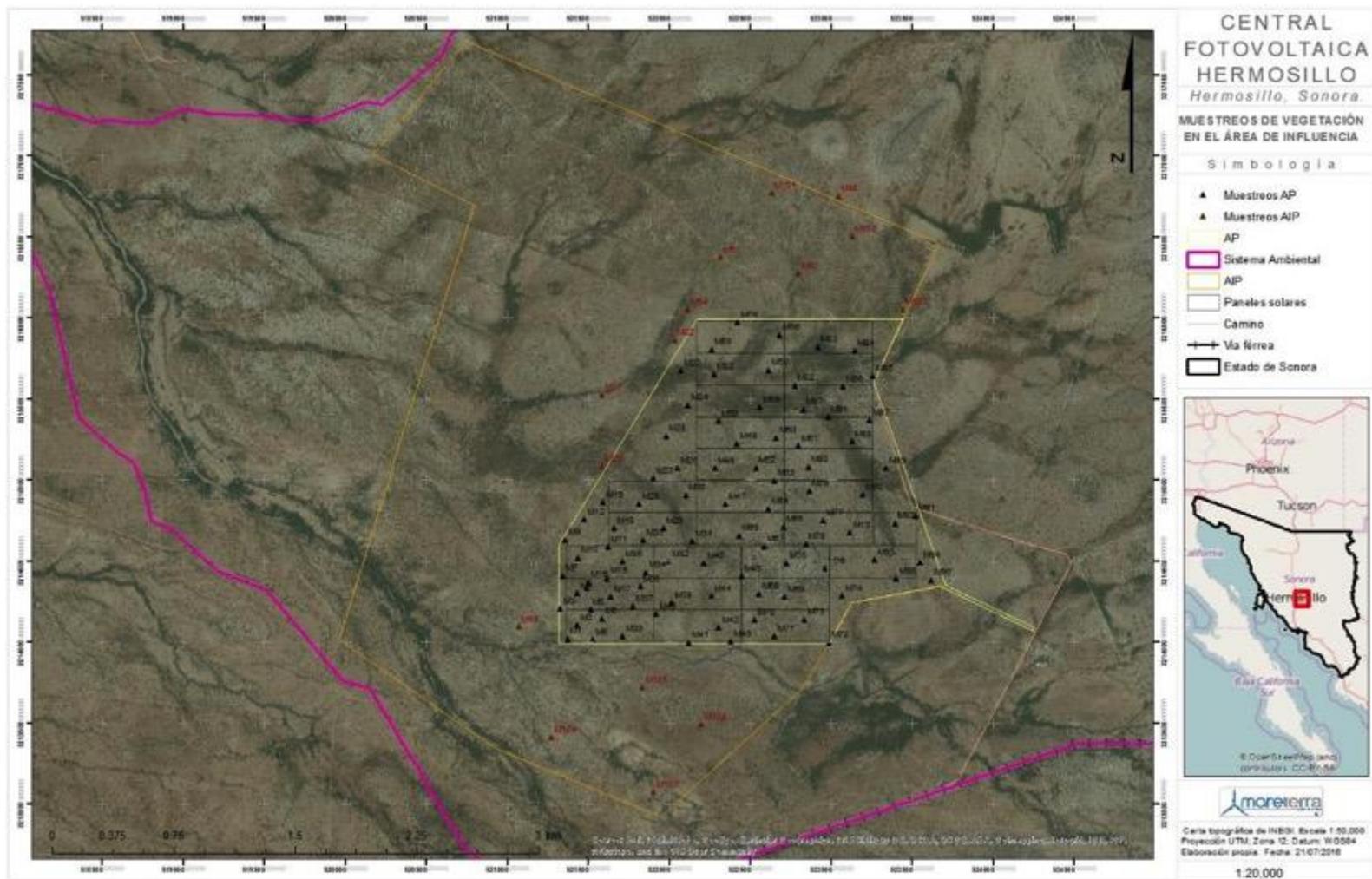
Tabla 11: Coordenadas de muestreos del AIP y AP

Las coordenadas de los sitios o puntos de muestreo dentro del área del proyecto son los siguientes:

Coordenadas del AIP		
Datum WGS 84 R12		
No de Muestreo	Este	Norte
M20	521586	3215079
M21	521587	3215522
M22	522034	3215860
M51	522315	3216370
M54	522117	3216049
M57	522798	3216271
M98	523044	3216750
M99	521070	3214088
M100	523442	3216051
M101	522632	3216769
M102	523130	3216499
M103	521903	3213066
M104	521275	3213407
M105	521836	3213714
M106	522199	3213487



Figura 32: Puntos de muestreos en el Área de Influencia del Proyecto





Las coordenadas de los sitios o puntos de muestreo dentro del área del proyecto son los siguientes:

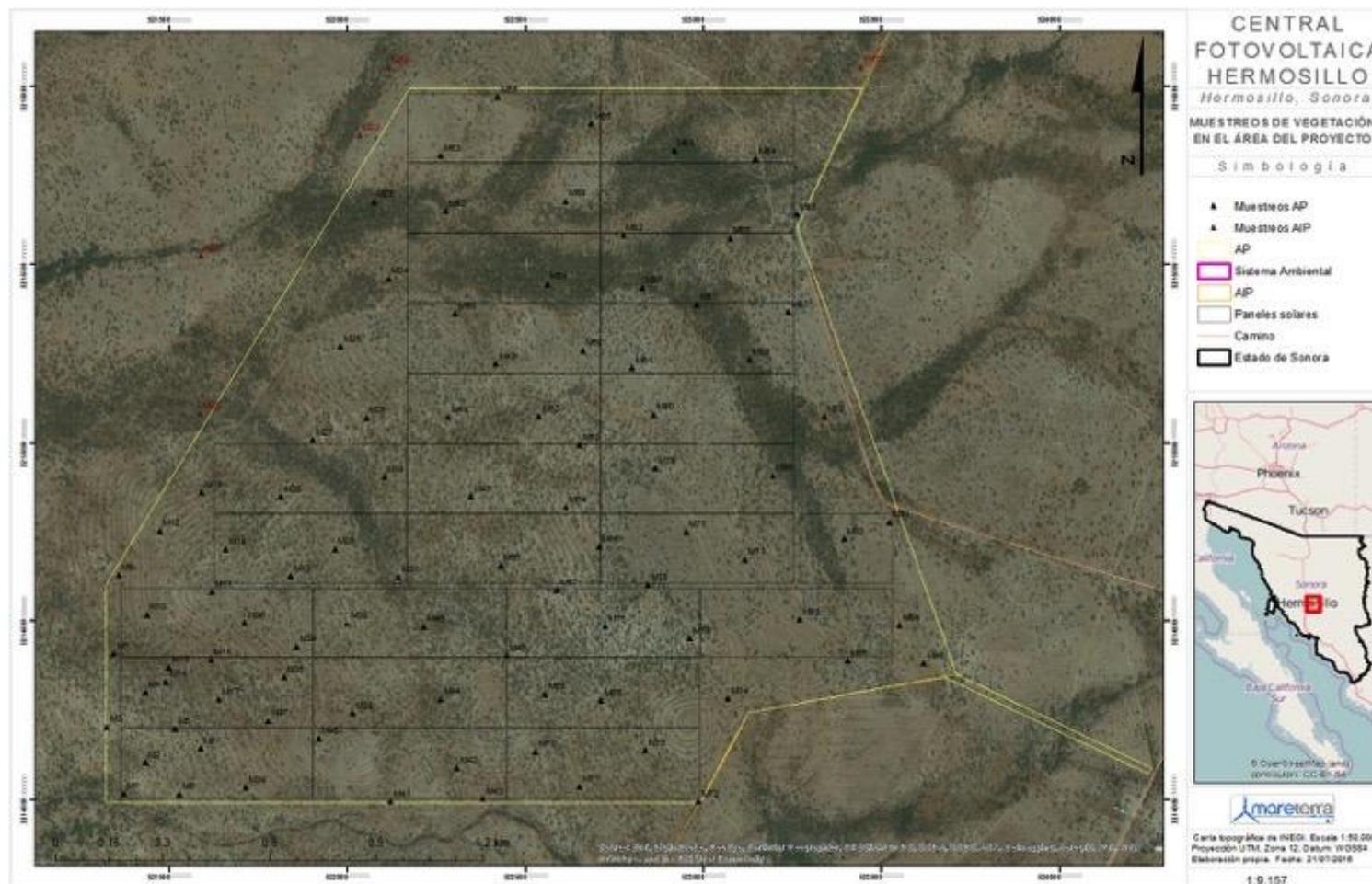
Coordenadas del AIP											
Datum WGS 84 R12											
No de Muestreo	Este	Norte									
M1	521372	3214013	M31	522143	3214620	M61	522800	3215206	M88	523129	3215231
M2	521432	3214099	M32	522000	3214491	M62	522537	3215071	M89	523338	3215070
M3	521325	3214200	M33	521840	3214623	M63	522651	3214991	M90	523194	3214905
M4	521432	3214297	M34	521857	3214425	M64	522613	3214817	M91	523522	3214774
M5	521515	3214194	M35	521822	3214339	M65	522430	3214653	M92	523394	3214727
M6	521527	3214011	M36	521711	3214492	M66	522706	3214705	M93	523269	3214501
M7	521343	3214404	M37	521778	3214217	M67	522588	3214584	M94	523551	3214485
M8	521587	3214139	M38	522014	3214237	M68	522554	3214292	M95	523404	3214386
M9	521357	3214626	M39	521714	3214030	M69	522713	3214274	M96	523618	3214378
M10	521437	3214515	M40	521919	3214168	M70	522528	3214130	M97	522827	3215432
M11	521620	3214580	M41	522121	3213991	M71	522651	3214032			
M12	521473	3214750	M42	522307	3214085	M72	522986	3213991			
M13	523117	3214670	M43	522380	3213998	M73	522836	3214134			
M14	521492	3214326	M44	522261	3214278	M74	523069	3214279			
M15	521617	3214388	M45	522447	3214400	M75	522725	3214482			



Coordenadas del AIP			Coordenadas del AIP			Coordenadas del AIP			Coordenadas del AIP		
Datum WGS 84 R12			Datum WGS 84 R12			Datum WGS 84 R12			Datum WGS 84 R12		
No de Muestreo	Este	Norte	No de Muestreo	Este	Norte	No de Muestreo	Este	Norte	No de Muestreo	Este	Norte
M16	521499	3214367	M46	522216	3214481	M76	522961	3214449			
M17	521639	3214276	M47	522347	3214846	M77	522951	3214746			
M18	521659	3214698	M48	522283	3215069	M78	522843	3214599			
M19	521590	3214858	M49	522417	3215219	M79	522864	3214926			
M23	522074	3215673	M50	522303	3215359	M80	522860	3215077			
M24	522115	3215457	M52	522277	3215648	M81	522981	3215385			
M25	521980	3215267	M53	522261	3215802	M82	522774	3215579			
M26	522052	3215067	M55	522421	3215967	M83	522917	3215817			
M27	521903	3215005	M56	522683	3215892	M84	523146	3215794			
M28	521813	3214846	M58	522613	3215675	M85	523261	3215638			
M29	521965	3214699	M59	522561	3215443	M86	523074	3215571			
M30	522103	3214901	M60	522660	3215256	M87	523238	3215364			



Figura 33: Puntos de muestreos en el Área de Influencia del Proyecto





4.2.2.1.4 Índice de Valor de Importancia

Para el análisis de la estructura de la vegetación de los muestreos se calcularon los tres atributos más importantes de cualquier comunidad vegetal: dominancia, densidad y frecuencia, tanto absolutas como relativas. Con dichos resultados se obtuvo el valor de importancia relativo para cada especie (IVI). Estos valores se obtuvieron mediante el método sugerido por Curtis & McIntosh (1951) y Mueller & Ellenberg, (1974), es un indicador de la importancia fitosociológica de una especie, dentro de una comunidad. Puede ser aplicado para clasificar u ordenar comunidades vegetales.

Su principal ventaja es que es cuantitativo y preciso; no se presta a interpretaciones subjetivas, también aporta elementos cuantitativos fundamentales en el análisis ecológico.

Este índice se desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{IVI} = \text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

Donde:

Dominancia: Es la proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo.

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{AB de la especie } n}{\text{Sumatoria del AB de todas las especies}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia de la especie } n}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

Se calcula por medio del **Área Basal (AB)**: Que es el diámetro del tronco a 130 de altura. Se mide el tronco principal del árbol y cada rama igual o mayor a 8 centímetros de diámetro y se suman todas ellas para calcular el valor del individuo en la unidad de muestreo.

$$\text{Área Basal: } \text{AB} = \frac{\pi}{4} \text{DN}^2$$

Densidad/Abundancia: Es el número de individuos expresado por unidad de área o volumen. La densidad relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies.

$$\text{Densidad de una especie} = \frac{\text{Número de individuos de la especie } n}{\text{Área muestreada}}$$



$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de la especie } n}{\text{Sumatoria de las Densidades de todas las especies}} \times 100$$

Frecuencia: Es el número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras. La frecuencia relativa se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies.

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de ocurrencias de la especie } n}{\text{Número de sitios muestreados}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la especie } n}{\text{Sumatoria de las Frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

4.2.2.2 Resultados

4.2.2.2.1 Área de influencia del proyecto

En el Área de influencia del proyecto se realizaron 15 muestreos de 500 metros cuadrados, la especie más Dominante fue *Olneya tesota* con más del 50% de la dominancia del dosel arbóreo.

Tabla 12: Dominancia arbustiva del estrato arbóreo

Nombre Científico	Dominancia	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa
<i>Acacia aff. constricta</i>	0.01717404	0.093361042	9.336104172
<i>Celtis pallida var. pallida</i>	0.000976029	0.005305861	0.530586077
<i>Cercidium praecox</i>	0.010385556	0.056457675	5.645767471
<i>Olneya tesota</i>	0.099066922	0.538544868	53.85448677
<i>Prosopis velutina</i>	0.054825367	0.298040148	29.80401477
<i>Ziziphus obtusifolia var. canescens</i>	0.001525045	0.008290407	0.829040745
Total	0.183952959	1	100



En cuanto a la densidad del estrato arbóreo la especie que más individuos presentó fue *Prosopis velutina* con 18 individuos:

Tabla 13: Densidad arbustiva del estrato arbóreo

Nombre Científico	No de individuos	Densidad	Densidad Absoluta	Densidad relativa
<i>Acacia aff. constricta</i>	1	0.000133333	0.027027027	2.702702703
<i>Celtis pallida var. pallida</i>	1	0.000133333	0.027027027	2.702702703
<i>Cercidium praecox</i>	4	0.000533333	0.108108108	10.81081081
<i>Olneya tesota</i>	12	0.0016	0.324324324	32.43243243
<i>Prosopis velutina</i>	18	0.0024	0.486486486	48.64864865
<i>Ziziphus obtusifolia var. canescens</i>	1	0.000133333	0.027027027	2.702702703
Total	37	0.004933333	1	100

La especie más frecuente fue *Prosopis velutina* con presencia en 9 de los 15 muestreos realizados.

Tabla 14: Frecuencia arbustiva del estrato arbóreo

Nombre Científico	Apariciones	Frecuencia	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
<i>Acacia aff. constricta</i>	1	0.066666667	0.041666667	4.166666667
<i>Celtis pallida var. pallida</i>	1	0.066666667	0.041666667	4.166666667
<i>Cercidium praecox</i>	4	0.266666667	0.166666667	16.66666667
<i>Olneya tesota</i>	8	0.533333333	0.333333333	33.33333333
<i>Prosopis velutina</i>	9	0.6	0.375	37.5
<i>Ziziphus obtusifolia var. canescens</i>	1	0.066666667	0.041666667	4.166666667
Total	24	1.6	1	100

Los valores del índice de importancia más altos fueron para *Olneya tesota*

Tabla 15: VIR del estrato arbóreo

Nombre Científico	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad relativa	IVI
<i>Acacia aff. constricta</i>	9.336104172	4.166666667	2.702702703	16.20547354
<i>Celtis pallida var. pallida</i>	0.530586077	4.166666667	2.702702703	7.399955446
<i>Cercidium praecox</i>	5.645767471	16.66666667	10.81081081	33.12324495
<i>Olneya tesota</i>	53.85448677	33.33333333	32.43243243	119.6202525
<i>Prosopis velutina</i>	29.80401477	37.5	48.64864865	115.9526634
<i>Ziziphus obtusifolia var. canescens</i>	0.829040745	4.166666667	2.702702703	7.698410114
Total	100	100	100	300



Para el estrato arbustivo la especie con el mayor del Índice de Importancia fue *Celtis pallida* var. *pallida* con el 107.8% del total de las especies presentes.

Tabla 16: VIR del estrato Arbustivo

Nombre Científico	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Densidad relativa	VIR
<i>Acacia aff. constricta</i>	0.171270893	21.42857143	27.77777778	49.3776201
<i>Celtis pallida</i> var. <i>pallida</i>	95.15049637	7.142857143	5.555555556	107.8489091
<i>Cercidium praecox</i>	1.427257446	14.28571429	11.11111111	26.82408284
<i>Olneya tesota</i>	1.205239621	21.42857143	16.66666667	39.30047772
<i>Prosopis velutina</i>	1.546195566	14.28571429	22.22222222	38.05413207
<i>Randia obcordata</i>	0.11893812	14.28571429	11.11111111	25.51576352
<i>Ziziphus obtusifolia</i> var. <i>canescens</i>	0.380601985	7.142857143	5.555555556	13.07901468
Total	100	100	100	300

Durante los muestreos para el Área de Influencia del Proyecto, se registraron 22 individuos pertenecientes a la familia de las cactáceas:

Cactáceas		
Nombre Científico	Cantidad de individuos	Atura promedio
<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	22	3.2

4.2.2.2.2 Área del Proyecto

La especie que presentó la mayor área basal fue *Olneya tesota*, por lo que tuvo la mayor dominancia en el estrato arbóreo

Tabla 17: Dominancia arbustiva del estrato arbóreo

Nombre Científico	Dominancia	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa
<i>Acacia aff. constricta</i>	0.002501074	0.002090637	0.209063675
<i>Celtis pallida</i> var. <i>pallida</i>	0.023424691	0.019580598	1.958059787
<i>Cercidium praecox</i>	0.12104282	0.10117917	10.11791701
<i>Olneya tesota</i>	0.577122771	0.48241443	48.24144305
<i>Prosopis velutina</i>	0.470705132	0.393460386	39.34603863
<i>Ziziphus obtusifolia</i> var. <i>canescens</i>	0.001525045	0.001274779	0.127477851
Total	1.196321533	1	100



En cuanto a la densidad del estrato arbóreo la especie que más individuos presentó fue *Prosopis velutina* con 93 individuos:

Tabla 18: Densidad arbustiva del estrato arbóreo

Nombre Científico	No de individuos	Densidad	Densidad Absoluta	Densidad relativa
<i>Acacia aff. constricta</i>	1	2.0202E-05	0.004484305	0.448430493
<i>Celtis pallida var. pallida</i>	4	8.08081E-05	0.01793722	1.793721973
<i>Cercidium praecox</i>	37	0.000747475	0.165919283	16.59192825
<i>Olneya tesota</i>	87	0.001757576	0.390134529	39.01345291
<i>Prosopis velutina</i>	93	0.001878788	0.417040359	41.70403587
<i>Ziziphus obtusifolia var. canescens</i>	1	2.0202E-05	0.004484305	0.448430493
Total	223	0.004505051	1	100

La especie más frecuente fue *Prosopis velutina* con presencia en 51 de los 91 muestreos realizados.

Tabla 19: Frecuencia arbustiva del estrato arbóreo

Nombre Científico	Apariciones	Frecuencia	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
<i>Acacia aff. constricta</i>	1	0.01010101	0.007692308	0.769230769
<i>Celtis pallida var. pallida</i>	3	0.03030303	0.023076923	2.307692308
<i>Cercidium praecox</i>	27	0.272727273	0.207692308	20.76923077
<i>Olneya tesota</i>	47	0.474747475	0.361538462	36.15384615
<i>Prosopis velutina</i>	51	0.515151515	0.392307692	39.23076923
<i>Ziziphus obtusifolia var. canescens</i>	1	0.01010101	0.007692308	0.769230769
Total	130	1.313131313	1	100

Los valores del índice de importancia más altos fueron para *Olneya tesota*

Tabla 20: VIR del estrato arbóreo

Nombre Científico	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Abundancia relativa	IVI
<i>Acacia aff. constricta</i>	0.209063675	0.769230769	0.448430493	1.426724938
<i>Celtis pallida var. pallida</i>	1.958059787	2.307692308	1.793721973	6.059474068
<i>Cercidium praecox</i>	10.11791701	20.76923077	16.59192825	47.47907603
<i>Olneya tesota</i>	48.24144305	36.15384615	39.01345291	123.4087421
<i>Prosopis velutina</i>	39.34603863	39.23076923	41.70403587	120.2808437
<i>Ziziphus obtusifolia var. canescens</i>	0.127477851	0.769230769	0.448430493	1.345139113
Total	100	100	100	300



Para el estrato arbustivo la especie con el mayor del Índice de Importancia fue *Olneya tesota* con el 107.8% del total de las especies presentes.

Tabla 21: VIR del estrato Arbustivo

Nombre Científico	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Abundancia relativa	VIR
<i>Acacia aff. constricta</i>	3.992286433	9.493670886	10.45751634	23.94347366
<i>Atamisquea emarginata</i>	2.894709196	1.265822785	0.653594771	4.814126752
<i>Bursera laxiflora</i>	2.894709196	1.265822785	0.653594771	4.814126752
<i>Caesalpinia palmeri</i>	3.896370474	4.430379747	13.7254902	22.05224042
<i>Celtis pallida var. pallida</i>	3.881054552	5.063291139	2.941176471	11.88552216
<i>Cercidium praecox</i>	4.625309533	13.92405063	10.13071895	28.68007912
<i>Condalia warnockii var. kearneyana</i>	2.812003219	6.962025316	4.575163399	14.34919193
<i>Fouquieria macdougalii</i>	3.859612262	0.632911392	0.326797386	4.81932104
<i>Jatropha cardiophylla</i>	0.337716073	1.265822785	2.614379085	4.217917943
<i>Mimosa laxiflora</i>	4.883893977	1.265822785	4.248366013	10.39808278
<i>Olneya tesota</i>	54.66175866	16.4556962	14.37908497	85.49653983
<i>Prosopis velutina</i>	4.973919673	19.62025316	20.26143791	44.85561075
<i>Randia obcordata</i>	3.760365089	12.02531646	11.4379085	27.22359004
<i>Ziziphus obtusifolia var. canescens</i>	2.526291662	6.329113924	3.594771242	12.45017683
Total	100	100	100	300

Durante los muestreos para el Área del Proyecto, se registraron 138 individuos pertenecientes a la familia de las cactáceas:

Cactáceas		
Nombre Científico	Cantidad de individuos	Atura promedio
<i>Cylindropuntia thurberi</i>	1	3
<i>Lophocereus schottii var. schottii</i>	112	3.5
<i>Pachycereus pringlei</i>	1	0.3
<i>Stenocereus thurberi</i>	2	4.5
Total	138	

No existen diferencias significativas entre el AIP y el AP, ya que los valores del índice de importancia son muy similares y las especies son comunes y compartidas a ambas superficies; por lo tanto, los componentes principales en cada área son los mismos. El estado de la vegetación presenta un disturbio antrópico de moderado a severo, esto se puede inferir a partir de las especies encontradas y los rastros de actividades agropecuarias en el predio.



En el Sistema Ambiental se registró un número mayor de especies florísticas debido a lo amplio de la superficie todas las especies del AIP y del AP se encontraron en el Sistema Ambiental.

La única especie listada en la NOM 059 SEMARNAT 2010, con categoría de Protección especial (Pr) es ***Olneya tesota*** (palo fierro).

4.2.2.3 Fauna

La distribución de la biodiversidad en el planeta no es homogénea, encontrando que el 70% de las especies conocidas se distribuyen en un área representativa al 10% del territorio continental. México es uno de los países dentro de esta área y considerado como megadiverso, ocupando el 1.4% de la superficie terrestre y concentrando entre el 10 y 12% de la biodiversidad total. El país alberga una diversidad biológica derivada del amplio rango de condiciones climáticas, biográficas y fisiológicas y traducida en un estimado de 4,390 especies de vertebrados y 25,000 a 30,000 especies de plantas vasculares (CONABIO, 2016).

Debido a esta riqueza de vertebrados silvestres, el territorio nacional ocupa el segundo lugar en riqueza y endemismos de reptiles con 864 especies (Flores Villela y García Vázquez, 2014), el tercer lugar en mamíferos con 554 especies (Sánchez Cordero *et al.*, 2014), el cuarto en anfibios (Parra-Olea *et al.*, 2014) y el onceavo en aves (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014).

La fauna silvestre es un componente de la biodiversidad que representa valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra. (Zamorano De Haro, 2009). Es considerado un recurso natural renovable básico, ya que forma parte de la riqueza y diversidad de los ecosistemas, así como del patrimonio natural de cada región. Desde el punto de vista económico, ofrece una gama de posibilidades, como alimentos, medicina y ornamento, además de ser uno de los atractivos principales del turismo de naturaleza, generando ingresos directos y empleos para las regiones en desarrollo.

Sonora tiene el 17° lugar en cuanto a diversidad de vertebrados endémicos de Mesoamérica presentes en nuestro país, así como el 14° a nivel estatal.

Metodología

El trabajo de campo se realizó dentro del Sistema Ambiental (SA) y el Área de influencia del proyecto (AIP), el criterio principal para la ubicación de los sitios de muestreo de vertebrados, consistió en ubicar los puntos de muestreo escogidos de manera aleatoria cubriendo en su mayor parte, el área de estudio.

Con el apoyo de binoculares, bastones herpetológicos y guías de campo especializadas sobre los distintos grupos de vertebrados, se realizaron muestreos dentro del SA y el ADP



cubriendo gran parte del polígono. Se realizaron recorridos matutinos y vespertinos, a pie para la obtención de registros directos (visuales) e indirectos (cantos, rastros de huellas, excretas, huesos, madrigueras, etc.) de las especies de animales presentes en el área. Por otra parte, mediante el uso de un GPS, se georreferenciaron en coordenadas (UTM), todos los puntos de muestreo realizados para posteriormente, describirlos en una base de datos.

Los objetivos de este estudio son conocer las especies de vertebrados de la zona, así como el impacto de las celdas solares sobre estos grupos en especial.

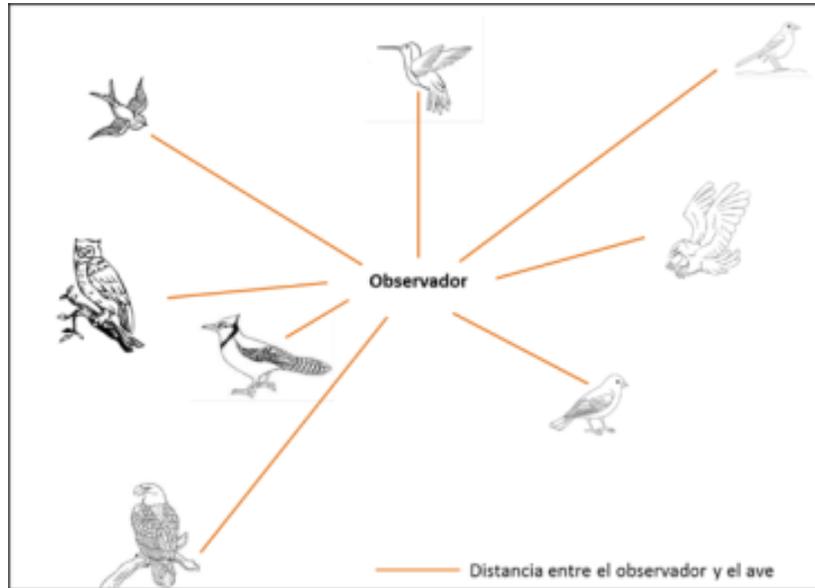
Los métodos de muestreo consistieron en puntos de conteo, búsqueda de nidos y la colocación de redes de niebla para aves y murciélagos, así como un detector de llamados para murciélagos. Estos métodos son muy efectivos para la observación de estos grupos (Ralph, *et al*, 1996). Otros métodos implementados fueron la búsqueda de rastros de mamíferos, la colocación de cámaras de fototrampeo y búsqueda de anfibios y reptiles mediante trayectos en línea (Gonzales García, 2011).

Conteo por puntos

Se identificaron y contaron las aves desde un sitio definido o punto de conteo (Figura.32). Los individuos se contaron una sola vez, a lo largo de un transecto de más de un kilómetro (1,200 metros). Se situaron seis puntos, comenzando a partir de las 7:00 de la mañana hasta alrededor de las 9:30 de la mañana. Estos a su vez, separados por 200 metros cada uno, con el objetivo de reducir las posibilidades de contar a los mismos individuos. En cada punto la observación duró ocho minutos, para registrar toda ave visible o audible en un radio de 100 metros, así como las alturas de vuelo. Cada punto fue georreferenciado en coordenadas UTM. El equipo utilizado fueron unos binoculares Vortex 10x42, un Rangefinder (Bushnell), guías de campo especializadas en estos grupos, libretas de campo, GPS y brújulas.



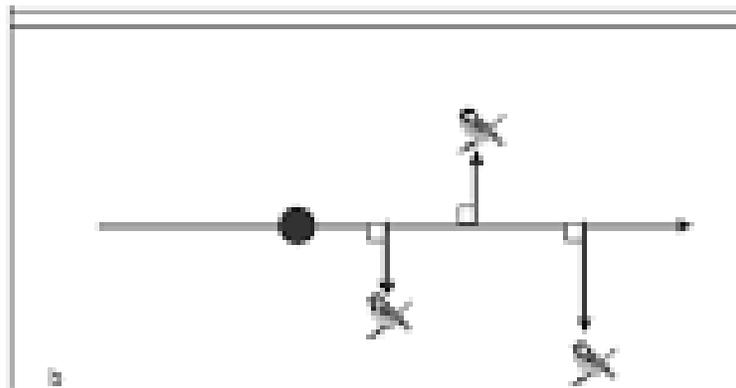
Figura 34: Esquema conteo por puntos



Trayectos de línea.

Este método consiste en el recorrido por un transecto lineal a pie lentamente, registrando todas las especies visibles, audibles, o identificables mediante rastros según la experiencia del observador. La longitud del transecto dependerá de cuanto se decida muestrear (Figura 33). A la par de la búsqueda de aves, se registraron los rastros de mamíferos así como anfibios y reptiles que se encontraron en los recorridos.

Figura 35: Esquema de Trayectos de línea





Redes de niebla

Para la captura de aves y murciélagos se utilizaron redes de niebla. Se colocaron tres redes de niebla (10 x 2.6 m, 8 x 2.6 m y 5 x 2.6 m) en lugares estratégicos que ofrecieran mejores probabilidades de captura, por ser una posible ruta de vuelo o sitio de forrajeo. Estas a su vez, se colocaron en postes de aluminio. Una vez instaladas las redes se revisaban en un periodo de 15 minutos evitando así, que los individuos se enreden demasiado lo que pudiera provocarles heridas graves o asfixia.

Así también, se realizó una caminata de búsqueda intensiva de mamíferos dentro del Sistema Ambiental y el Área Directa del Proyecto, los recorridos se realizaron a pie buscando los rastros del grupo de nuestro interés, se buscaron huellas, excretas, marcas en arboles así, como la observación directa de algunas especies. Estos se registraron en libretas de campo, se les tomó fotografía y mediante las guías de campo se determinaron las especies. Otro método que se implementó, fue la colocación de cámaras de fototrampeo, para la obtención de fotografías de mamíferos del Sistema Ambiental y Área del Proyecto. Se colocaron dos cámaras dentro de un arroyo seco y dos en sus alrededores, donde se facilita la obtención de rastros. Debido a la arena suelta donde es común encontrar huellas y excretas, además de ser zona de paso de muchas especies. Las cámaras se instalaron sobre árboles y arbustos con una lata de sardina como atrayente. El atrayente se colocó a una distancia aproximada de tres metros de la cámara.

Por su parte, para el grupo de anfibios y reptiles, se realizaron caminatas de búsqueda intensiva para localizar la mayor parte de individuos posibles, se removieron piedras, troncos caídos, para lo cual el equipo utilizado constó de ganchos herpetológicos, sacos herpetológicos y cámaras fotográficas. Los individuos observados se anotaron en las libretas de campo para posteriormente integrarlos a las bases de datos.

Trabajo de Gabinete

La información obtenida para el presente estudio tiene como fuentes principales los registros de ejemplares observados e identificados de manera indirecta. Adicionalmente, se realizó un trabajo complementario de información, a partir de una revisión de literatura, que incluyeron artículos publicados en revistas científicas, libros y guías de identificación, listados de fauna incluidos en la región a la que pertenece el área de estudio.

Corredores biológicos

Se puede definir como corredor biológico a la región por la cual se puede mantener una conectividad entre zonas protegidas (parques nacionales, reservas biológicas) o remanentes de ecosistemas originales con sitios que contengan una biodiversidad importante (CONABIO).

Por ejemplo, en el caso de dos áreas protegidas conectadas por una región de bosques no protegidos, el manejo sostenible permite mantener la composición y estructura del



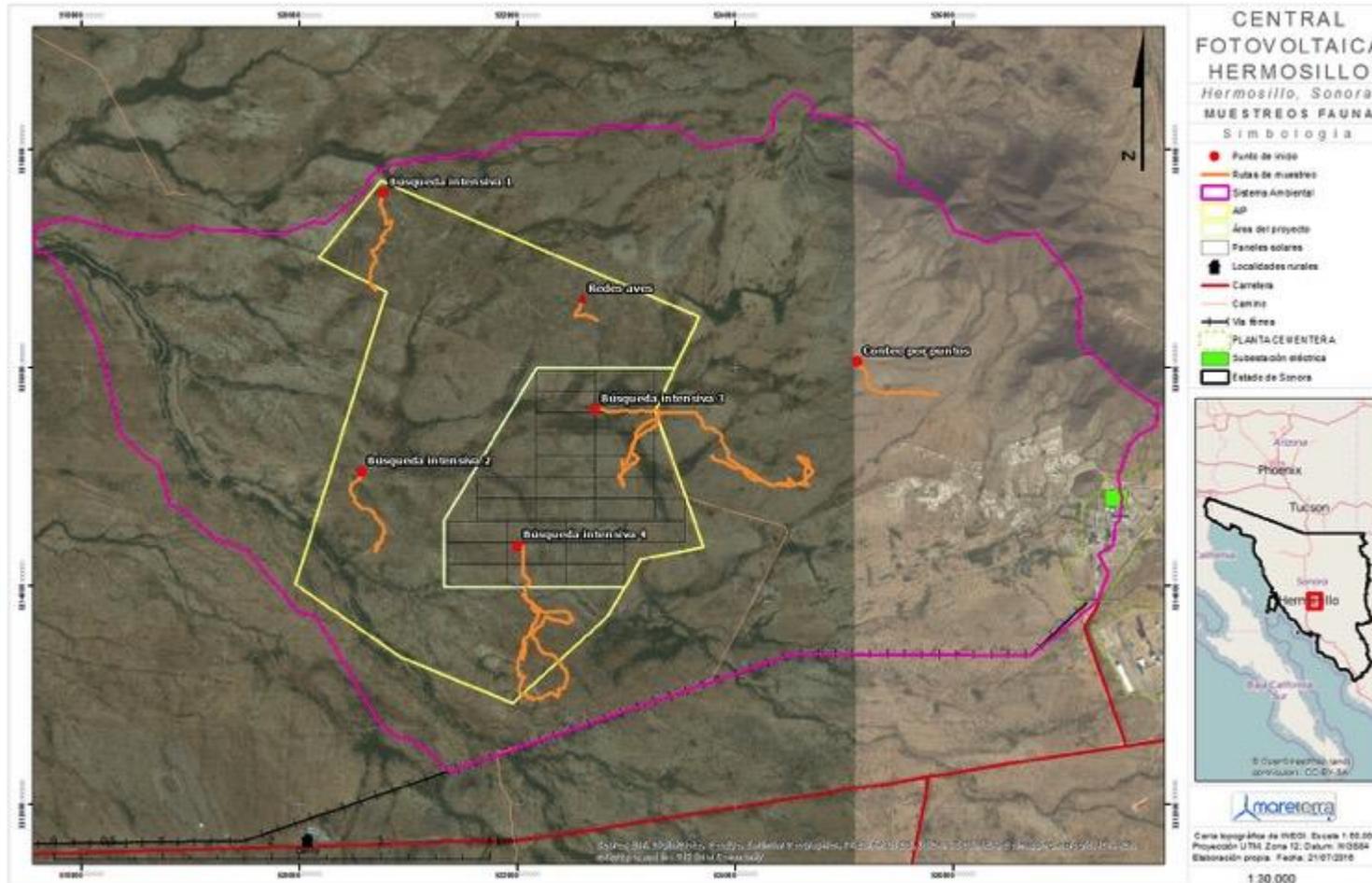
ecosistema forestal conservando la conectividad, en lugar de transformarlo en áreas de cultivo que constituirían barreras para algunas especies. El flujo de las especies estará relacionado al grado de modificación de los ecosistemas originales.

Usualmente estas conectividades o uniones pueden ser naturales, como ríos, crestas, pasos de animales o bosques de ribera; o culturales como carreteras, líneas de alta tensión, vegetación nativa entre campos de cultivo. (Chassit O. y Morera C. 2007).

El concepto se está ampliando a los corredores ecológicos regionales, donde la «franja de vegetación» se convierte en una estrategia para la gestión del paisaje. Este concepto abarca todas las áreas protegidas y los intersticios entre ellos.



Figura 36: Puntos de muestreo de Fauna





BIODIVERSIDAD Y RIQUEZA

Aves

La presencia de aves está estrechamente relacionada con la condición de sus hábitats, pues muchas son sensibles a cambios mínimos en ellos. La biología, taxonomía e historia de vida de este grupo es bien conocida. Está representado por diversos gremios alimenticios: frugívoros, insectívoros, carnívoros, nectarívoros, y se encuentran especies tanto especialistas como generalistas. Presentan comportamientos ecológicos y sociales muy variados, con niveles de plasticidad diversos. Hay especies con distribuciones muy amplias, así como otras muy locales. Proveen servicios ambientales. Y por último, son muy accesibles a ser observados.

La avifauna del estado de Sonora no ha sido estudiada a fondo, se considera los estudios realizados por Banks a finales de la década de los sesenta y principio de los setentas como los más importantes, los estudios más recientes se concentran en la región de la Isla tiburón (Morales, 2006).

Mediante el trabajo de campo se registraron un total de 28 especies de aves, distribuidas en 6 órdenes, 16 familias y 25 géneros. La especie más abundante fue *Poocetes gramineus* o gorrión cola blanca.

El gorrión cola blanca (*P. gramineus*) es un ave de pastizal, un gorrión de cuerpo robusto que habita en prados, campos, praderas, bordes de carreteras aunque prefiere los campos abiertos con hierbas o malezas en todas las estaciones, con frecuencia en zonas bastante secas con mucho terreno descubierto, su dieta se basa en insectos y semillas, en verano por su abundancia prefiere alimentarse de insectos mientras que en invierno por su disponibilidad las semillas es lo que completa su dieta. (National Audubon Society)

El criterio taxonómico utilizado para los nombres científicos, nombres comunes, así como la biología de las especies fue basado en Integrated Taxonomic Information System (ITIS), (Kauffman, 2005), National Audubon Society (2016), así como la estacionalidad de las aves fue tomado de (Howell y webb, 1995).

Tabla 22: listado de especies de aves registradas

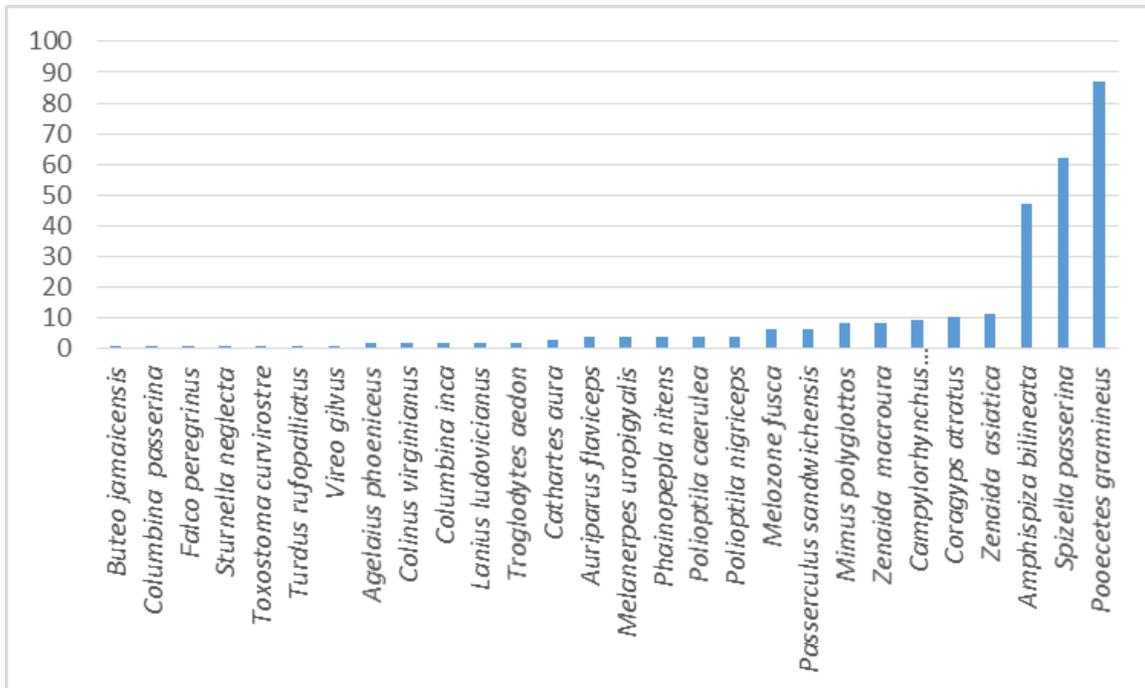
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo</i>	<i>Buteo jamaicensis</i>
	Cathartidae	<i>Cathartes</i>	<i>Cathartes aura</i>
		<i>Coragyps</i>	<i>Coragyps atratus</i>
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina</i>	<i>Columbina inca</i>
			<i>Columbina passerina</i>
		<i>Zenaida</i>	<i>Zenaida asiatica</i>
			<i>Zenaida macroura</i>



ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco</i>	<i>Falco peregrinus</i>
Galliformes	Odonthophoridae	<i>Colinus</i>	<i>Colinus virginianus</i>
Passeriformes	Emberizidae	<i>Amphispiza</i>	<i>Amphispiza bilineata</i>
		<i>Melospiza</i>	<i>Melospiza fusca</i>
		<i>Passerculus</i>	<i>Passerculus sandwichensis</i>
		<i>Pooecetes</i>	<i>Pooecetes gramineus</i>
		<i>Spizella</i>	<i>Spizella passerina</i>
	Icteridae	<i>Agelaius</i>	<i>Agelaius phoeniceus</i>
		<i>Sturnella</i>	<i>Sturnella neglecta</i>
	Laniidae	<i>Lanius</i>	<i>Lanius ludovicianus</i>
	Mimidae	<i>Mimus</i>	<i>Mimus polyglottos</i>
		<i>Toxostoma</i>	<i>Toxostoma curvirostre</i>
	Poliptilidae	<i>Poliptila</i>	<i>Poliptila caerulea</i>
			<i>Poliptila nigriceps</i>
	Ptilonotidae	<i>Phainopepla</i>	<i>Phainopepla nitens</i>
	Remizidae	<i>Auriparus</i>	<i>Auriparus flaviceps</i>
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus</i>	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>
		<i>Troglodytes</i>	<i>Troglodytes aedon</i>
Turdidae	<i>Turdus</i>	<i>Turdus rufopalliat</i>	
Vireonidae	<i>Vireo</i>	<i>Vireo gilvus</i>	
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes</i>	<i>Melanerpes uropygialis</i>



Figura 37: Cantidad de especies identificadas en los trabajos de campo



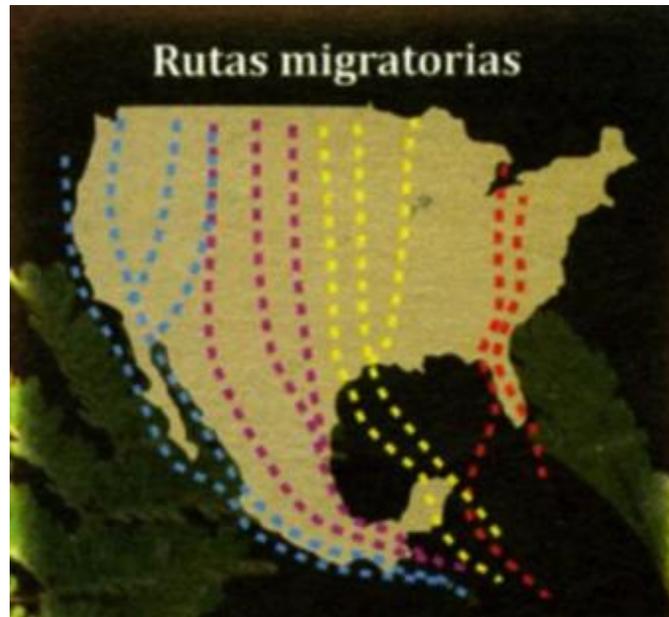
Rutas migratorias de aves

La migración es el proceso mediante el cual, los individuos viajan grandes distancias. Básicamente está ligado a la disponibilidad de alimento y a los climas. Aproximadamente, seis billones de aves atraviesan el continente, dos veces por año, desde las zonas de Canadá y Estados Unidos, hasta México y América del Sur (Faaborg *et al.*, 2010).

En el norte del continente americano, se han descrito cuatro rutas migratorias: la ruta del pacífico, la ruta del centro, la ruta del Mississippi y la ruta del Atlántico. Todas las rutas migratorias atraviesan todo el país, y se cruzan formando una especie de cuello de botella en el estado de Oaxaca, en la zona del Istmo de Tehuantepec.



Figura 38: Mapa de las rutas migratorias de aves de Estados Unidos a México.



El estado de Sonora, particularmente la zona del Sistema Ambiental y del Área de influencia del proyecto son parte de la ruta de migración del Pacífico, esta ruta reúne a las aves que se reproducen en el occidente de Norteamérica, migran por toda la costa oeste de Canadá y Estados Unidos y siguen su camino hacia el sur a través de la costa Pacífica de México.

Sitios de anidación

La selección del lugar de anidamiento y la construcción del nido son aspectos de gran importancia en la biología de las aves, ya que el nido es el lugar donde se llevarán a cabo la puesta de huevos y la crianza de los polluelos por lo que deben ser lugares seguros que proporcionen seguridad contra depredadores y condiciones climáticas. Los nidos son variables en forma y localización, hay aves que no construyen nido, solo utilizan las depresiones en el suelo para colocar los huevos como los tapacaminos, existen otras que anidan en agujeros naturales, otras que producen en los árboles al romperse las ramas. También existen los que pueden perforar los árboles como los pájaros carpinteros, los que cavan en el suelo. Algunas especies utilizan los nidos o cavidades fabricadas por otras aves o animales (Navarro & Benitez, 1999)

Las zonas de percha, son lugares donde las aves duermen o descansan durante el día. Varían dependiendo de la especie en cuestión, pero en general se sitúan en partes altas, como las ramas de las copas de árboles, cactus altos, edificios, postes y cables de luz, etc.



La mayoría de los mamíferos se refugian y hacen sus madrigueras en zonas conservadas y medianamente conservadas, donde encuentren oquedades debajo de árboles o rocas. Algunos roedores como la ardilla arborícola, los murciélagos y los coatíes, hacen sus nidos en las copas de los árboles.

Otros mamíferos excavan sus propias madrigueras, mientras que otros, como las liebres, no necesitan de un refugio, así que anidan sobre el suelo en depresiones preparadas por las madres.

Así como los mamíferos, los reptiles también buscan refugio en huecos de árboles y rocas, preferentemente en zonas de vegetación conservada, pero también se les encuentra cerca de los asentamientos humanos.

En lo que se refiere a la búsqueda de nidos, se encontró que en tanto en el Sistema Ambiental y el Área de influencia del proyecto la mayoría de los pitayos (*Stenocereus thurberi*) alojaban nidos de diferentes especies de aves. La mayor parte de los nidos fueron de palomas (*Zenaida* spp.) entre otros. En zonas de pastizal, se pudo observar algunos refugios del gorrión cola blanca (*P. gramineus*) a nivel del suelo, formados por pastos amacollados formando una especie de refugios. Estos se revisaron, ninguno contenía huevos o polluelos.

También se registraron las madrigueras que se encontraron ya que éstas suelen ser utilizadas por anfibios o reptiles como refugio, ya sea de las temperaturas extremas o de sus depredadores por mamíferos de talla mediana también como refugio sin embargo no se tuvo avistamientos en las madrigueras registradas.

Mamíferos no voladores

Los mamíferos son un grupo muy diverso con gran variedad de tamaños, patrones de actividad (diurna, nocturna, crepusculares, terrestres y arborícolas), alimentación (frugívoros, carnívoros, herbívoros, omnívoros y carroñeros) y comportamiento social complejo (solitarios, los que viven en pareja, en pequeños grupos, colonias medianas o grandes manadas). Ecológicamente este grupo es de gran importancia para los ecosistemas, pues contribuyen a la herbivoría, polinización de plantas, dispersión de semillas, control de poblaciones de insectos y herbívoros, entre otras funciones (Wilson, 2002).

La fauna de mamíferos de México, es una de las más diversas del mundo, representa el segundo lugar en especies vivas, debido a la convergencia entre dos regiones biogeográficas (Arita y Ceballos, 1997).

La mastofauna encontrada dentro del SA y AIP se resume en la siguiente tabla, no se encuentra ninguna especie bajo alguna norma en la NOM-059-2010 y cabe mencionar que los registros indirectos no aportan información para estimar la abundancia del sitio, sin embargo, representa la presencia de especies de este taxa en el área.



Figura 39: Especies de mamíferos identificadas

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>
Carnivora	Canidae	<i>Canis</i>	<i>Canis latrans</i>
		<i>Urocyon</i>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>
	Felidae	<i>Lynx</i>	<i>Lynx rufus</i>
	Procyonidae	<i>Procyon</i>	<i>Procyon lotor</i>
	Mephitidae	<i>Mephitis</i>	<i>macroura</i>
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus</i>	<i>Dasypus novencictus</i>
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus</i>	<i>Lepus alleni</i>
		<i>Sylvilagus</i>	<i>Sylvilagus audubonii</i>

La especie *L. alleni* o Liebre antílope fue el mamífero más avistado durante el trabajo de campo, esto puede deberse a que sus horarios de alimentación son por las tardes o muy temprano y a pesar de tener hábitos nocturnos es frecuente observarla a mediodía sentada bajo la sombra de la vegetación.

Reptiles y Anfibios

Actualmente el grupo que abarca a los anfibios y reptiles no ha sido resuelto respecto a sistemática y taxonomía, y como el resto de los taxones continúa modificándose (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004). El censo actual es de 15 familias de anfibios en México, con 55 géneros y 393 especies, y de 37 familias de reptiles con 161 géneros y 1234 especies. El total de ambos grupos es de 53 familias, 216 géneros y 1627 especies (Liner, 2007).

En Sonora se tiene una riqueza de herpetofauna con 192 especies, lo cual se puede atribuir en parte a algunas especies isleñas y marinas y los endemismos únicos del Desierto de Sonora, así como las especies tropicales (Lemos & Smith 2009)

El total de especies registradas durante los trabajos de campo en el SA y AIP fueron de tres especies de reptiles, no se tuvo registro de anfibios, esto se puede deber a que la mayoría de las búsquedas fueron a la madrugada y atardecer, a la falta de cuerpos de agua que son indispensables para completar el ciclo de vida de los anfibios.

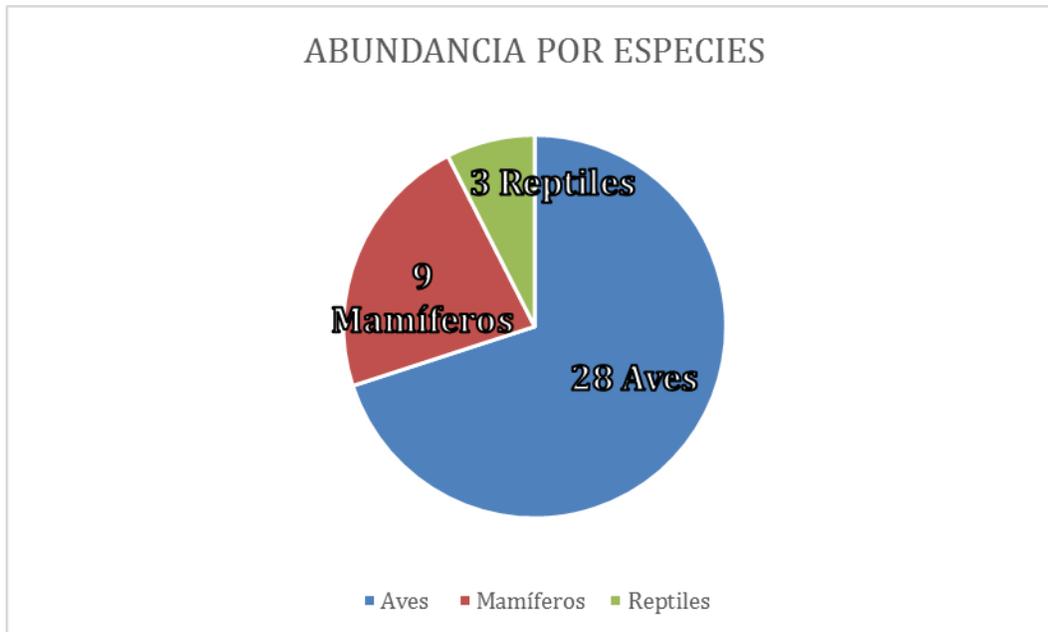
Figura 40: Herpetofauna identificada

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Squamata	Colubridae	<i>Hypsiglena</i>	<i>torcuata</i>	Culebra-nocturna ojo de gato



	Iguanidae	<i>Urosaurus</i>	<i>bicarinatus</i>	Lagartija arbórea tropical
		<i>Holbrookia</i>	<i>maculata</i>	Lagartija sorda menor

Figura 41: Abundancia de las especies identificadas



Índices de diversidad

La diversidad de especies se calculó para aves y memíferos por medio del índice de Shannon-Wiener (H') base logaritmo natural y el inverso de Simpson ($1/D$), por considerar que este índice es poco sensible a la presencia de las especies menos abundantes.

Índice de Shannon-Wiener (H')

Este índice se representa como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos, aunque algunos ecosistemas considerados muy ricos pueden alcanzar valores de 5 o más.

Dónde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

P_i = proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*): n_i / N

n_i = número de individuos de la especie *i*



N = número de todos los individuos de todas las especies

Índice de Simpson:

Este nos indica la diversidad basada en la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. Para lo cual se utiliza el índice de dominancia y después el de diversidad:

Dominancia de Simpson: $D = \sum (n_i/N)^2$

Índice de diversidad de Simpson: $D = 1 - (S \cdot n(n-1)/(N(N-1)))$

D ~ 1 ausencia de diversidad (solo existe una especie) o equitatividad.

Índice inverso de Simpson: 1/D, corresponde al valor menor posible que es 1 (comunidad con solo 1 especie); a mayor diversidad mayor es el índice; el valor máximo es el número de especies de la comunidad (riqueza de especies).

Dónde:

n_i = número organismos i

N = número total de individuos de todas las especies.

Resultados

Se elaboraron los índices de Shannon y Simpson para cada grupo faunístico:

Aves

De acuerdo a los índices de **Shannon y Simpson** se puede concluir que la diversidad en este grupo es baja:

Índice de Shannon H'			
Riqueza S= 28	Cantidad de individuos: 294	Índice	2.3254
H max = Ln S			3.33220451
Equitatividad (J)	J= H/Hmax		0.6978854
Índice de diversidad de Shannon: H =		H =-S(pi) x Ln (pi)	
también		H =-S(pi) x Log² (pi)	



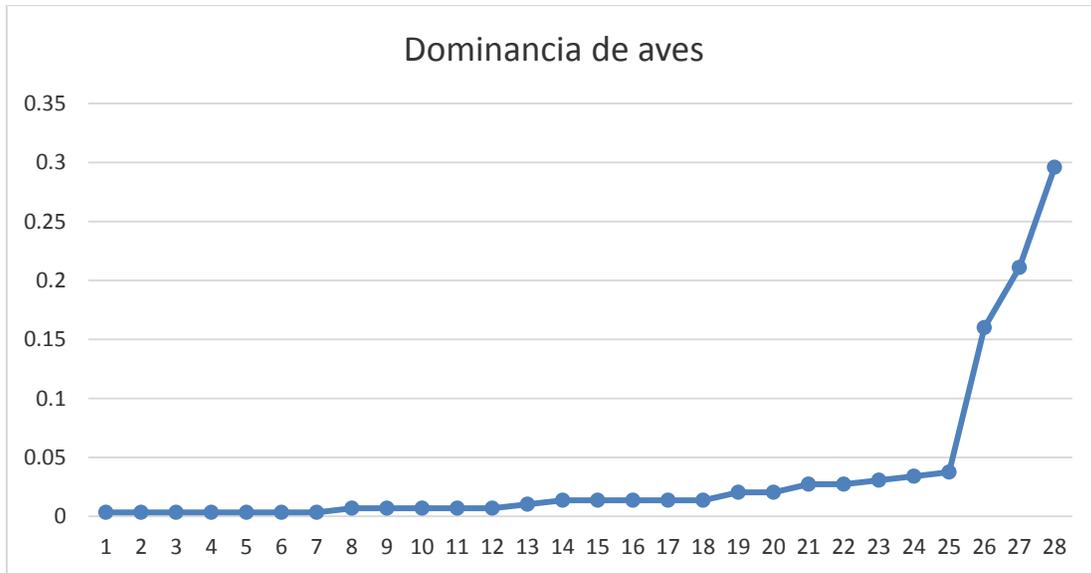
Figura 42: Abundancia de aves



Índice de dominancia de Simpson		
$D= S n(n-1)/(N(N-1))$	D=	0.161895
$D= S (n/N)^2$	D=	0.16475
Índice de diversidad de Simpson		
$D= S (N(N-1))/n(n-1)$	D=	6.176825
$D= S 1/(n/N)^2$	D=	6.069944
$D= 1 - (S n(n-1)/(N(N-1)))$	D=	0.835254



Figura 43: Dominancia de aves



Mamíferos

De acuerdo a los índices de **Shannon y Simpson** se puede concluir que la diversidad en este grupo es baja:

Tabla 23: Diversidad de Mamíferos

Índice de Shannon H'			
Riqueza S= 9	Cantidad de individuos: 97	Índice	0.8640
H max = Ln S		2.197224577	
Equitatividad (J)	J= H/Hmax	0.393227368	
Índice de diversidad de Shannon: H =		H =-S(pi) x Ln (pi)	
también		H =-S(pi) x Log² (pi)	



Figura 44: Abundancia de Mamíferos

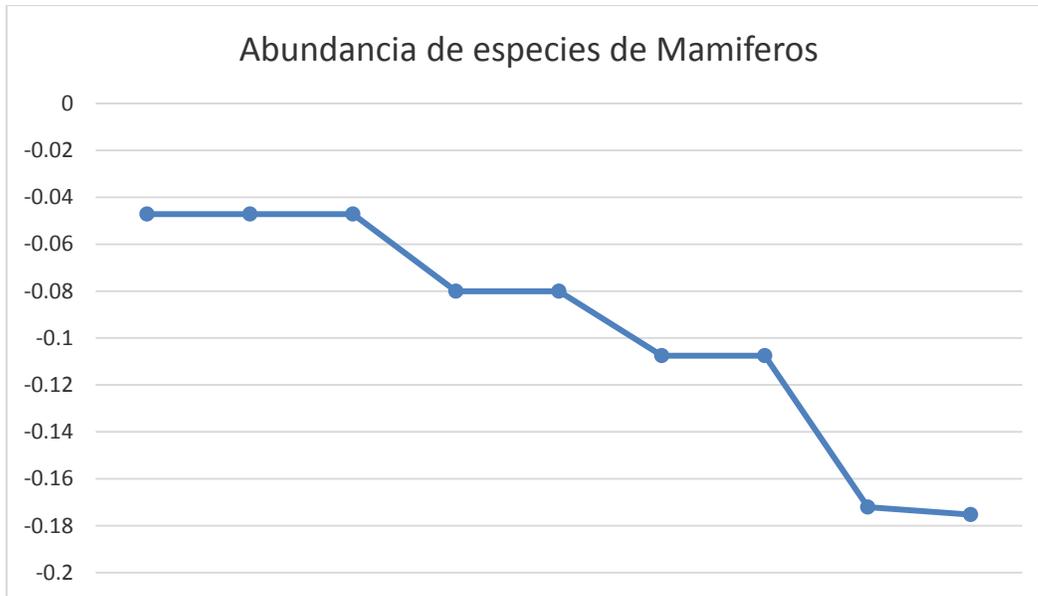


Figura 45: Dominancia de Simpson

Índice de dominancia de Simpson		
$D= S n(n-1)/(N(N-1))$	D=	0.649914
$D= S (n/N)^2$	D=	0.65352
Índice de diversidad de Simpson		
$D= S (N(N-1))/n(n-1)$	D=	1.538665
$D= S 1/(n/N)^2$	D=	1.530168
$D= 1 - (S n(n-1)/(N(N-1)))$	D=	0.346477



Figura 46: Dominancia de Mamíferos



Conclusiones:

De acuerdo a los análisis de diversidad de Shannon y Simpson aplicados en aves y mamíferos de la zona, se concluye que la diversidad de especies es baja. Esto es debido a las alteraciones en la zona del proyecto. Las actividades antropogénicas han propiciado entre otras cosas al cambio en la vegetación. Las poblaciones de especies se desplazaron a lugares donde no se vea afectados sus hábitos de alimentación.

4.2.3 Paisaje

Desde el análisis del paisaje como recurso, hay dos grandes enfoques al momento de abordar su estudio: uno es lo que podría llamarse paisaje total o ecológico: que se centra en el contenido territorial, que identifica al paisaje con el medio, y como indicador o fuente de información del territorio y el otro el paisaje visual, cuya consideración corresponde más a la percepción del observador función de su posición y de las características del territorio.

Para analizar el impacto visual del proyecto fotovoltaico, analizaremos primero el paisaje desde un enfoque ecológico con el objetivo de entender los procesos modeladores de éste, y el contexto de la realidad territorial en el que se instalará la central, y posteriormente se procederá a analizarlo desde un enfoque visual desde los distintos puntos desde donde el proyecto podrá ser observado.

Cuando hablamos del paisaje total, este abarca el conjunto de elementos del territorio visto desde arriba y desde fuera de él, mientras que en el paisaje visual sólo se abarca la superficie observable al situarse el observador dentro del propio territorio



4.2.3.1 Descripción del paisaje desde un enfoque ecológico

El paisaje total o ecológico, es la interpretación del paisaje como recurso, y su enfoque se basa en el estudio del contenido territorial, a través de las características ecológicas-geográficas del territorio. La importancia faunística, botánica, los valores geomorfológicos, la fisiografía, la hidrología, el grado de humanización, y los valores patrimoniales y culturales entre otros, se contemplan de forma interrelacionada. Ante una acción externa, el paisaje se manifiesta como una unidad funcional - unidad de paisaje.

Según la Guía para el Estudio del Medio Físico, puede decirse que los paisajes resultan de la combinación de la geomorfología, el clima, la fauna y flora, el agua, las incidencias de las alteraciones de tipo natural y finalmente las modificaciones antrópicas.

4.2.3.1.1 Agentes modeladores del paisaje en el área de estudio

Con base en MOPT, 1992, los factores que determinan el paisaje en el área de estudio son:

- El relieve, que constituye la estructura básica de cualquier tipo de paisaje. En este caso, la central se situará sobre la provincia fisiográfica “Llanura Sonorense”, sin apenas pendiente ni estructuras elevadas predominantes.
- La composición y propiedades del suelo determinan su especial comportamiento frente a los procesos formadores del relieve. El suelo donde se asentará el proyecto es predominantemente “Xerosol háplico”, suelo seco, de color claro, y con poca materia orgánica en la superficie. Debajo de esta capa hay un suelo rico en arcillas y su rendimiento agrícola está en función de la disponibilidad de agua de riego. El uso pecuario es frecuente en este tipo de suelos, como ocurre en este caso. Normalmente, si no hay pendiente, la susceptibilidad a la erosión en este suelo es baja, sin embargo, en el área del proyecto, existe tepetate a escasa profundidad, lo que ha ocasionado que el relieve este caracterizado por los surcos erosionados por el paso de corrientes de agua, actualmente secas debido a la sequía que existe en la región.
- El agua es considerado como agente activo del territorio. En este caso, como se ha explicado anteriormente, el agua de años ha generado los surcos característicos del relieve, ya sin agua.
- La vegetación también es un gran determinante del paisaje. En este caso, la vegetación es bastante homogénea. Predomina en el área del proyecto la vegetación secundaria de mezquital modificado de forma muy notable por la actuación humana, que ha transformado parte de ella en pastizal inducido para la cría de ganado.
- La incidencia humana, a través de los asentamientos humanos y las actividades desarrolladas, destaca por su capacidad modeladora. El suelo del área de estudio se ha explotado durante años para la actividad agropecuaria, con cría de ganado y agricultura de riego, lo que ha hecho que el paisaje se encuentre altamente antropizado. La actividad



agropecuaria durante décadas ha ido asociada al desarrollo de pequeños asentamientos humanos y la construcción de carreteras, caminos y la vía férrea. Además, existen construcciones de diverso tipo, como la central de Ciclo Combinado, la Subestación Eléctrica, múltiples líneas de transmisión eléctrica que atraviesan toda el área, y la cementera.

Por último, cabe mencionar que la sobreexplotación de los acuíferos por este tipo de actividades, aunado a años de sequía en la zona, ha ocasionado el descenso de la productividad de la actividad agropecuaria, dando como resultado granjas y casas abandonadas.

4.2.3.2 Descripción del paisaje desde un enfoque visual

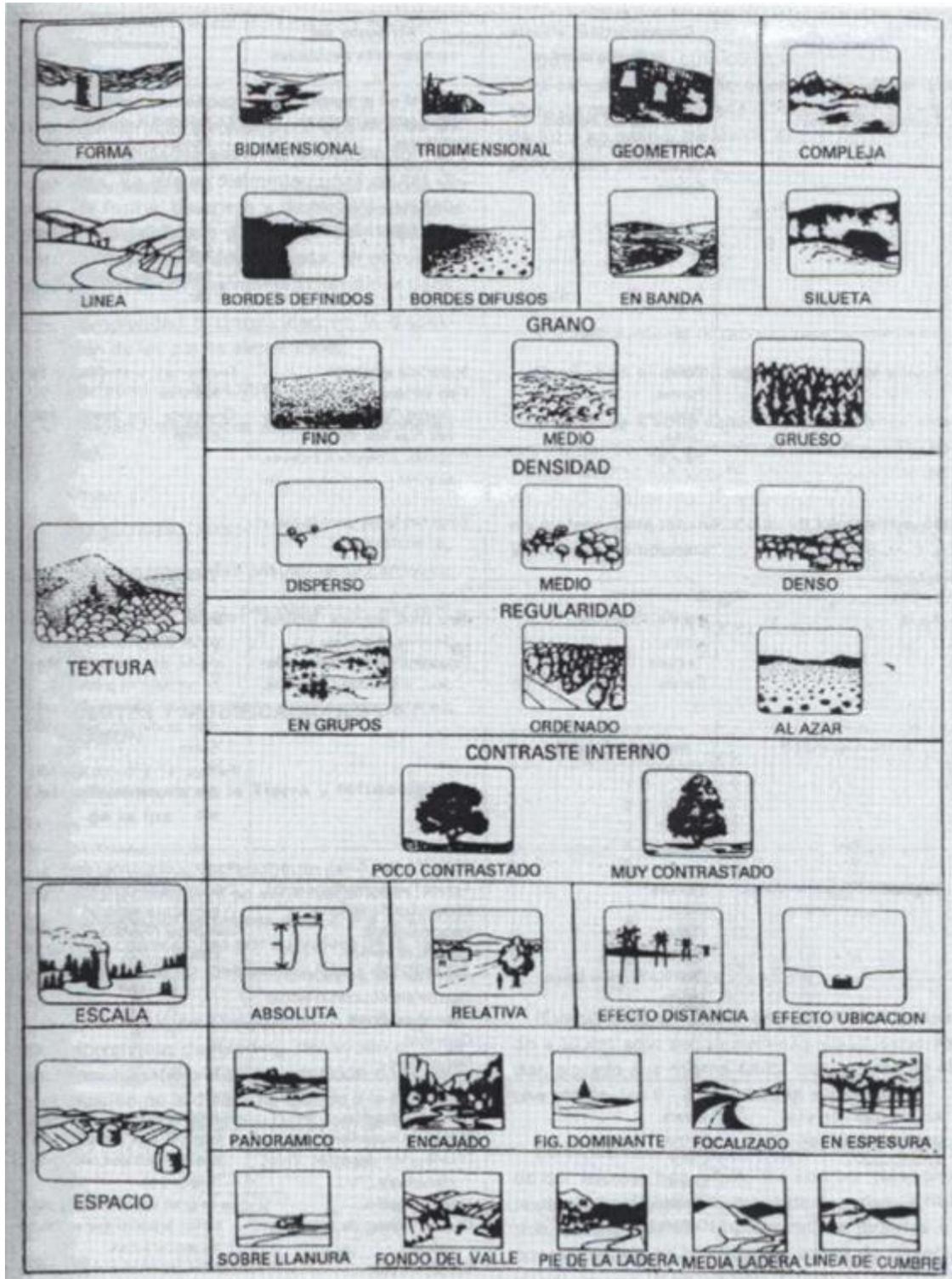
El enfoque visual considera fundamentalmente los aspectos que confluyen el proceso de percepción del paisaje, es decir, es lo que el observador es capaz de apreciar del territorio. La delimitación del espacio estudiado abarca la superficie definida por la visión del observador, y es lo que se denomina cuenca visual. La cuenca visual viene determinada por una serie de parámetros que se especifican “ad casum”: condiciones de visibilidad, altura de la posición del observador, y altura de éste, formas de relieve.

Una vez determinada la cuenca visual, es importante saber qué áreas dentro de ésta tienen una mayor accesibilidad, ya que éstas serán las que tengan mayor incidencia visual al tener mayor número de observadores potenciales. Estos puntos pueden ser áreas pobladas, carreteras, miradores, o cualquier zona considerada de interés público.

Una vez determinados los puntos con mayor incidencia visual, se procede a realizar un análisis en campo de las características visuales y componentes del paisaje desde la perspectiva de ellos. Para ello se describen los elementos visuales básicos de los componentes: forma, línea, color, textura, escala, y espacio (Figura 47)



Figura 47: Características visuales básicas de los componentes del paisaje (Tomado de MOPT, 1992)





4.2.3.2.1 Determinación de la cuenca visual

La operación básica en los estudios de análisis visual es la determinación de la cuenca visual. Ésta se define como la zona que es visible desde el punto (o conjunto de puntos) a estudiar, el cual puede ser una carretera, un embalse o cualquier otro proyecto (MOTMA, 1992). En este caso, la cuenca visual será la zona visible desde el área donde se implantará la central fotovoltaica.

Para realizar este cálculo se necesitan fundamentalmente datos topográficos (de la altitud en cada punto), así como de la altura de la vegetación (o edificaciones u otros elementos) circundante.

El proceso de cálculo se basa en algoritmos matemáticos puramente geométricos que determinan la posible intercepción por otros puntos del territorio de las rectas que definen las visuales entre dos puntos.

4.2.3.2.2 Determinación de los puntos con mayor incidencia visual

Los puntos con mayor número de observadores potenciales se encuentran en la carretera Hermosillo-El Novillo-Sahuaripa y Mesa del Seri-E.C (Hermosillo-Sahuaripa). Se tomó en cuenta la visibilidad desde Mesa del Seri, por ser la localidad rural cercana con mayor número de habitantes, y por tanto de observadores potenciales. Desde varios puntos de estas carreteras se tomaron fotografías con orientación hacia el proyecto. Estos puntos están marcados en la 18 y numerados del 1 al 9.

Tabla 24: Localización cuencas visuales

Punto de toma de fotografía	Referencia	Coordenada X	Coordenada Y
1	Mesa del Seri	516242.00	3219629.00
2	Camino 2	516260.00	3217902.00
3	Camino 1	516043.00	3215801.00
4	Camino 3	515899.00	3214379.00
5	Camino 4	515792.00	3213432.00
6	CCC 1	515571.00	3212212.00
7	CCC 2	515629.00	3211821.00
8	Carretera 1	517439.00	3211545.00
9	Carretera 2	521200.00	3211629.00



A continuación, se procede a analizar la calidad visual desde los puntos 1, 4, 7 y 8. El resto de imágenes desde los puntos 2, 3, 5, 6 y 9 no se analizan a detalle por tener una cuenca visual prácticamente igual a otra ya descrita, pero se adjuntan en el anexo 4.4.

Figura 48: Fotografía desde punto 1, Mesa del Seri, hacía la ubicación del proyecto (situado a 7 km de distancia, al noroeste del AIP)



El relieve de este punto de la cuenca visual, como toda ella, es llano. La pendiente es muy baja, sin modelado y sin rasgos dominantes. Presenta un relieve ondulado al fondo de la unidad del paisaje, frente al relieve plano, del uso predominante y principal que encontramos en primer plano.

La cuenca visual desde este punto presenta un alto grado de antropización, a pesar de que se observa una cobertura vegetal relativamente continua; se trata de una cobertura vegetal asociada al uso ganadero con manchas de matorral. Como elementos introducidos por el hombre se observan los postes y líneas de transmisión, y la cerca de alambre y palos, además de la carretera y el camino.

En cuanto a las características visuales básicas, la imagen es bidimensional, con líneas de borde definidos. La textura se de grano medio, debido al matorral, distribuidos al azar.



Cromáticamente predominan los tonos marrones. Verdosos pálidos, que contrastan con el azul del cielo. La cuenca visual desde este punto está enmarcada por la carretera que sale desde Mesa de Seri hacia la carretera que lleva a Hermosillo, y por una terracería que se adentra en el terreno pecuario.

Figura 49: Fotografía desde punto 4, con orientación este, hacia la ubicación del proyecto (situado a 5.5 km aproximadamente).



El relieve de este punto de la cuenca visual, como todo el conjunto, es llano. La pendiente es muy baja, sin modelado y sin rasgos dominantes. La cuenca visual desde este punto presenta un alto grado de antropización, a pesar de que se observa una cobertura vegetal relativamente continúa. Se trata de una cobertura vegetal secundaria asociada al uso ganadero en la que se distinguen manchas de matorral. Presenta un relieve ondulado al fondo de la unidad del paisaje, frente al relieve llano del uso predominante y principal que encontramos en primer plano.

Se observan varias estructuras antrópicas: la cerca de alambre, la línea y las torres de transmisión.

Visualmente nos encontramos con un espacio bidimensional con poca diversidad de elementos en cuanto a formas y con una textura de grano fino y denso en la zona de pastizal, y de grano medio, poco densa, y ordenada al azar, en relación al matorral. Como líneas destacan la cerca y las líneas de transmisión eléctrica. Cromáticamente dominan



los tonos marrones y verdes apagados, que contrastan con el azul del cielo, el cual ocupa una gran parte de la imagen debido a la característica panorámica del espacio.

Figura 50: Fotografía desde punto 7, próximo a la CCC, con orientación noreste hacía la ubicación del proyecto (a unos 6.3 km aproximadamente)



Desde este punto de la carretera, con orientación noreste, se aprecia un paisaje de relieve muy llano y especialmente antropizado, en el que predomina en primer plano el cancel rojo, y en segundo las instalaciones de una Central de Ciclo Combinado (CCC) junto a una subestación. En la parte superior de la imagen aparecen líneas de transmisión. Desde el punto de vista natural no se observan elementos significativos.

Respecto a la percepción de las características visuales básicas, se aprecia una imagen de textura predominantemente fina, con elementos repartidos al azar, en la que destaca como forma predominante la CCC, con una escala de efecto distancia. El espacio es abierto, con una figura dominante (la CCC) sobre una llanura. Predominan los colores ocres-verdosos pálidos, que contrastan con el rojo del cancel, y el azul del cielo.



Figura 51: Fotografía desde punto 8, con orientación Noreste, hacia la ubicación del proyecto, situado a unos 4.60 km aproximadamente.



Esta fotografía fue tomada desde la carretera estatal Hermosillo-El Novillo-Sahuaripa con orientación hacia el Noreste, donde se ubicará el proyecto objeto de estudio.

El relieve desde esta ubicación es, al igual que en los puntos anteriores, muy plano, situado sobre una llanura, con una pendiente nula, y sin rasgos geomorfológicos dominantes.

Este espacio también se encuentra antropizado, como podemos observar por la carretera, y el poste y líneas de transmisión. El componente biótico observable es la vegetación, de pastizal inducido, con ciertas manchas de matorral.

Referente a las características visuales básicas, nos encontramos con un espacio bidimensional, con líneas de bordes definidos. La textura predominante de la imagen, es de grano fino debido a la vegetación de pastizal, con algunos elementos de grano medio (los matorrales) distribuidos al azar. En la percepción del espacio, destaca como figura dominante el poste de la línea de transmisión sobre la llanura, ante el espacio abierto donde se observa una gran proporción de cielo.



4.2.3.3 *Análisis de la calidad visual*

El principal objetivo de estudiar el paisaje para los estudios territoriales, es sin duda saber determinar la calidad visual del paisaje, que viene asociado al valor natural del territorio y su interés por conservarlo. Esta cualidad del medio físico es la principal en el análisis del paisaje y sobre ella las otras consideraciones visuales del paisaje.

La calidad visual de un paisaje es el grado de excelencia de éste, de otra manera, su mérito para que su esencia, su estructura actual, se conserve (Ramos, 1987).

La calidad visual está ligada a la belleza de los escenarios, y esto lo convierte en una cualidad subjetiva, que se ve afectada directamente por el observador. Esto hace que su análisis sea complejo, porque su valoración no sólo depende de qué ve el observador (el contenido de la escena) sino también de cómo lo ve, siendo la apreciación de la belleza particular en cada uno

El U.S. Forest Service, establece una tabla para determinar los objetivos de calidad visual que se corresponden con los posibles grados de alteración que son aceptables en un paisaje.

- Clase A: de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes
- Clase B: de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea, textura, pero que resultan comunes en la región estudiada y no excepcionales.
- Clase C: de calidad baja, áreas con muy poca variedad den la forma, color, línea y textura.

Para ello se evalúan tres clases de calidad escénica según los rasgos biofísicos de un territorio.



Variedad paisajística	Clase A	Clase B	Clase C
	Alta	Media	Baja
Morfología o Topografía	Pendientes de más del 60%, laderas muy modeladas, erosionadas y abarrancadas o con rasgos muy dominantes	Pendientes entre 30-60%, vertientes con modelados suave o ondulados	Pendiente entre 0-30%, sin modelado y sin rasgos dominantes
Forma de las rocas	Formas rocosas sobresalientes. Pedrizas, afloramientos y taludes	Rasgos obvios pero que no resaltan; similares a los de la clase alta, sin destacar especialmente	Apenas existen rasgos apreciables
Vegetación	Alto grado de variedad. Grandes masas boscosas. Gran diversidad de especies.	Cubierta Vegetal casi continua, con poca variedad en la distribución. Diversidad de especies media.	Cubierta vegetal continua, sin variación en su distribución
Formas de Agua: Lagos	Presencia de lagos grandes o con rasgos muy característicos, alto reflejo, mucha vegetación de ribera	Lagos medianos, pocos reflejos	Lagos pequeños y sin reflejos
Formas de Agua: Arroyos y ríos	Cursos de agua con numerosos e inusuales cambios en el cauce, meandros o gran caudal	Cursos de agua con características bastante comunes en su recorrido y caudal	Torrentes y arroyos intermitentes con poca variación en caudal, saltos, rápidos y meandros.

Fuente: Clase de calidad escénica (U.S.D.A Forest Service, 1974)

4.2.3.3.1 Calidad visual en el área de estudio

La cuenca visual estudiada tiene una pendiente menor al 30%, sin modelado ni rasgos dominantes, no existen rocas con rasgos apreciables ni destacables. La cubierta vegetal es casi continua, con poca variedad en la distribución y una diversidad de especies media. Los surcos que se han generado en el terreno objeto de estudio han sido erosionados por la acción de torrentes y arroyos intermitentes, ya secos.

Por todas estas características se puede concluir que el paisaje objeto de estudio tiene una calidad visual media-baja, **de clase predominantemente C.**

4.2.3.4 Análisis de la fragilidad visual

Al igual, que el estudio de calidad, el estudio de fragilidad puede resultar básico de cara a establecer recomendaciones de protección, y sobre todo para la evaluación de impactos ambientales.

Se define la fragilidad visual del paisaje como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él y expresa el grado de deterioro que el paisaje



experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones (Aguiló 1981;MOPT, 1992).

Otros autores también definen este concepto por la cualidad denominada capacidad de absorción visual, que representaría el efecto contrario al de fragilidad visual. La unidad de paisaje analizada es menos frágil cuanto más pueda ocultar o mitigar las acciones (absorber cambios) que sobre ella han sido llevadas a cabo por las actividades. La fragilidad visual indica, pues, el grado de alteración o el impacto que se alcanzaría en el caso hipotético de la implantación de una actividad concreta en la unidad territorial.

Mientras que la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio (propia de sus elementos), dependiente de la valoración estética del observador de los elementos que componen ese paisaje, no ocurre así con la fragilidad visual. El grado de fragilidad territorial, además de los caracteres intrínsecos, también depende del tipo y magnitud de la actividad que se desarrolla.

La fragilidad visual, por lo tanto, se centra en identificar las posibles modificaciones del territorio, y se determina la posibilidad de ocultar o integrar en el paisaje los nuevos elementos de la actuación, de modo que la apreciación del observador sea la que no cambie.

Existen diversos modelos para su análisis, pero todos incluyen factores como la visibilidad, efecto pantalla de la vegetación, pendiente y morfología del terreno o accesibilidad al paisaje.

Para llevar a cabo este análisis se tendrán en cuenta ciertos componentes asociados a las características del espacio y su influencia en la capacidad de absorción:

- **Densidad de la vegetación:** A mayor densidad de vegetación de especies leñosas, menor fragilidad.
- **Altura de vegetación:** La vegetación tiene un alto poder enmascarante, pero depende de la complejidad de la estructura, la densidad de estratos. Por lo tanto, a mayor complejidad de la vegetación, menor es la fragilidad visual.
- **Contraste cromático suelo vegetación:** A mayor contraste de color entre suelo y vegetación, mayor es la fragilidad.
- **Contraste cromático vegetación:** A mayor contraste cromático de la vegetación, mayor camuflaje tiene el territorio. Si los colores, no se distribuyen de manera homogénea, tiene mayor efecto de camuflaje. Las manchas monocromáticas son muy frágiles.
- **Estacionalidad de la vegetación:** Se reduce el efecto pantalla en zonas donde la mayoría de especies son caducifolias.
- **Pendiente:** A menor pendiente, mayor capacidad de absorción del territorio.
- **Iluminación:** A mayor iluminación para el observador, mayor fragilidad. Esto depende de la orientación del terreno. El Sur y Oeste, son más frágiles.



- **Los puntos y zonas singulares**, hacen que el observador se sienta atraído a mirar, por lo tanto, si un territorio alberga puntos y zonas singulares, su fragilidad es mayor.
- **La mayor amplitud y tamaño de vistas** supone un incremento de su fragilidad visual al ser visible desde más puntos. Lo más habitual es que se utilicen las características geomorfológicas del territorio para evaluarlo.
- **La distancia del terreno y de la actividad que se vaya implantar en el mismo, a carreteras o núcleos urbanos constituye un aumento de la presencia de observadores potenciales al mismo.** Por lo tanto, a mayor cercanía, mayor es la fragilidad visual.

4.2.3.4.1 Fragilidad visual en el área de estudio

Las características del área de estudio, tales como: la escasa densidad de vegetación, la homogeneidad de colores y formas o la amplitud de vistas, lo hacen inclinarse hacia una zona que podría considerarse como potencialmente frágil visualmente. Sin embargo, debido a la poca diferencia de altura entre la ubicación del proyecto y los puntos desde donde éste será potencialmente visible, aunado a la poca altura que alcanza el proyecto, y al efecto pantalla que ejercerán los matorrales, se considera que la fragilidad visual es escasa.

Por tanto, la "capacidad de absorción visual" se refiere a las posibilidades del terreno para enmascarar la alteración conservando su integridad visual o la aptitud del territorio para admitir cambios sin notable quebranto de sus aspectos visuales.

Para concluir en la obtención de la fragilidad, se optó por aplicar la siguiente tabla, que combina los conceptos de calidad y visibilidad de cada unidad:

Determinación de la fragilidad		CALIDAD				
		Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
VISIBILIDAD	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Media	Media
	Baja	Muy Baja	Baja	Baja	Media	Alta
	Media	Baja	Baja	Media	Alta	Alta
	Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta
	Muy Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta

La calidad visual de la zona es Media-Baja, y la visibilidad Baja, por tanto, se concluye que la fragilidad es Baja.



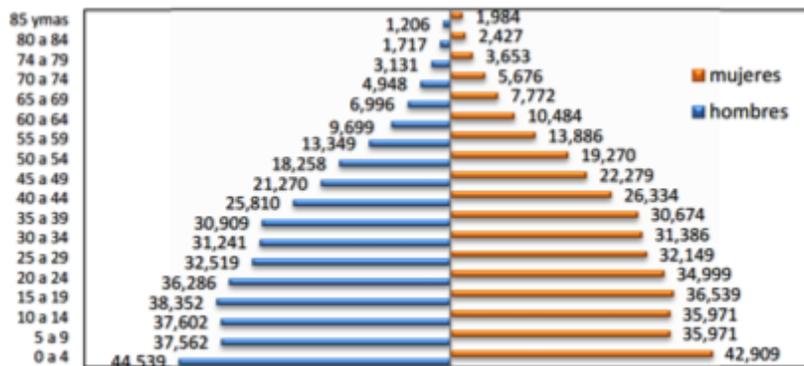
4.2.4 Medio socioeconómico

4.2.4.1 Demografía

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2010, la población total del municipio de Hermosillo fue de 784,342 habitantes, de los cuales 392,697 son hombres y 391,645 mujeres, de los cuales el 50.1% son hombres y el 49.9% son mujeres.

Respecto a la estructura poblacional se observa que el 11.1% de la población total municipal van de los 0 a los 4 años de edad, y el 9.3%, lo que explica el número de nacimientos en el municipio, con respecto a los datos obtenidos en el censo para el 2005 en el que el 9.4% corresponde a los grupos de 10 a 14 y de 15 a 19 años; mientras que la población joven (20-29 años), representa el 8.6%, el 22.3% de los 30 a los 44, el 13.8% de los 45 a los 59 años, y por último la población adulta mayor de 60 años representa el 7.1% del total poblacional.

Figura 52: Estructura de la población por edad y género



Fecundidad

El número total de nacimientos en el municipio de Hermosillo es de 667,7999, es decir el 85%, el 15% restante migró al municipio para ubicar su lugar de residencia. La tasa de crecimiento poblacional entre 2005 y 2010 fue de 2.4%, lo que representa un crecimiento superior en 0.1% con respecto a la tasa de crecimiento estatal que fue de 2.3%.

4.2.4.2 Educación

Hermosillo cuenta con los diferentes niveles de educación necesarios para atender a la población demandante, sin embargo, en el municipio existen 11,631 (2.9%) personas analfabetas, con un grado promedio de escolaridad de 10.3 años tanto en hombres como en mujeres. El 94.8% de la población joven (entre 12 y 24 años) asiste a la escuela.



Tabla 25: Educación ciclo escolar 2010-2011 en el municipio de Hermosillo

Educación Ciclo Escolar 2010-2011	Número
Escolaridad promedio (años de estudio)	10.4
Alumnos inscritos en educación media superior	30,713
Egresados de educación media superior	19,039
Alumnos inscritos en educación superior	40,755
Egresados de educación superior	4,924

Fuente: INEGI y Gobierno del Estado de Sonora, Anuario Estadístico de Sonora, 2011. Secretaría de Educación y Cultura.

Según el censo de población y vivienda 2010, en Hermosillo la tasa de alfabetización de las personas de entre 15 y 24 años es de 98.6% y la de las personas de 25 años o más de 97%. La asistencia escolar para las personas de 3 a 5 años es de 46.3%; de 6 a 11 años es del 97.2%; de 12 a 14 años es del 94.6% y de 15 a 24 años es del 49.8%.

Tabla 26: Población de 8 a 14 años que no sabe leer ni escribir, 2010

	Total	No sabe leer ni escribir	Porcentaje
Hombres	53,020	1,199	2.26%
Mujeres	50,465	781	1.55%
Total	103,485	1,980	1.91%

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010

Salud

En este sector el 22.6% de la población no tiene derecho a ningún servicio, el 77.4% es derechohabiente en alguna institución de salud pública o privada.

La demanda de servicios médicos de la población del municipio, es atendida por organismos oficiales y privados tanto en el medio rural como urbano.



Tabla 27: Población total según derechohabiencia a servicios de salud, 2010

INSTITUCIÓN	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
IMSS	185,421	187,268	372,689
ISSSTE	22,311	27,336	49,647
ISSSTE ESTATAL	28,346	35,063	63,409
PEMEX, Defensa Nacional o Marina	38,160	48,338	86,498
Seguro popular o para una nueva generación	1,894	1,753	3,647
Institución privada	19,019	19,067	38,086
Otra institución sin especificar	3,327	3,319	6,646
NO derechohabiencia	99,982	77,658	177,640

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010

4.2.4.3 Marginación

Se denomina marginación o exclusión a una situación social de desventaja económica, profesional, política o de estatus social, producida por la dificultad que una persona o grupo tiene para integrarse a algunos de los sistemas de funcionamiento social (integración social). La marginación puede ser el efecto de prácticas explícitas de discriminación que dejan efectivamente a la clase social o grupo social segregado al margen del funcionamiento social en algún aspecto o, más indirectamente, ser provocada por la deficiencia de los procedimientos que aseguran la integración de los factores sociales, garantizándoles la oportunidad de desarrollarse plenamente. El municipio de Hermosillo, tiene un grado de marginación **Muy bajo**.

Tabla 28: Indicadores de marginación Hermosillo

Hermosillo	
Población total	784,342
% Población de 15 años o más analfabeta	2.11%
% Población de 15 años o más sin primaria completa	10.80%



% Viviendas particulares habitadas sin drenaje ni excusado	0.83%
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	0.72%
% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	1.93%
Viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento	31.27%
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	4.72%
Índice de marginación	-1.77165
Grado de marginación	Muy bajo

Según estimaciones del CONEVAL (2010) se contabilizó un total del 2.11% de la población analfabeta, un 10.80% de la población de 15 años o más sin primaria terminada, y un total del 19.24% de la población económicamente activa ocupada con ingresos de hasta dos (2) salarios mínimos.

El 0.83% de las viviendas del municipio no cuentan con drenaje ni servicio sanitario exclusivo, y el 0.72% no cuenta con energía eléctrica; el 1.93% no tiene agua entubada y el 4.72% tiene piso de tierra. Además, el 31.27% tiene algún tipo de hacinamiento.

Hacia 2005, el municipio contaba con un Grado de Desarrollo Humano Alto (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Humano, 2005), según los indicadores que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 29: Índices de desarrollo

Indicador	Valor
Tasa de mortalidad infantil	10.03
Tasa de alfabetismo	97.43
Tasa de asistencia escolar de la población de 6 a 24 años	73.47
Ingreso per cápita anual ajustado a cuentas nacionales (dólares PPC)	15,310
Índice de salud	0.9396



Indicador	Valor
Índice de educación	0.8945
Índice d ingreso	0.8397

El cálculo de la pobreza para este nivel de desagregación se realiza con base en la información del Censo de Población y Vivienda 2010 y la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos 2012, ambas publicadas por el INEGI. Hermosillo, 200,364 personas (25.4 por ciento).

4.2.4.4 Migración

La migración es uno de los tres fenómenos demográficos determinantes del volumen, composición y evolución de la población. Sus efectos se expresan en el crecimiento de la población para el total del país, para cada entidad, municipio y localidad; por lo que incide directamente en la forma en que la población se distribuye en el territorio nacional.

La conducta migratoria de hombres y mujeres es sustancialmente distinta, reflejo de ello es el predominio masculino en la migración reciente, tanto a nivel nacional como en la entidad.

Tabla 30: Población total por lugar de nacimiento según sexo, 2010

Lugar de nacimiento	Total	Hombres	Mujeres
En la entidad federativa	667,799	331,722	336,077
En otra entidad federativa	99,831	52,347	47,484
En Estados Unidos de América	5,492	2,806	2,686
En otro país	1,079	642	437
No especificado	10,141	5,180	4,961
Total	784,342	392,697	391,645

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010

4.2.4.5 Población económicamente activa (PEA)

La Población Económicamente Activa (PEA) que corresponde a personas mayores de 14 años, que realizan alguna actividad económica; corresponden a 580,710 personas (28%). La ciudad cuenta con una tasa de ocupación alta del 94.5%, por otro lado, en su gran



mayoría, de la población no económicamente activa la no disponibilidad para trabajar predomina con un 85.4%. La PNEA está clasificada por los estudiantes, quehaceres domésticos, pensionados y/o jubilados, edad avanzada, incapacitados para trabajar por el resto de su vida y otros inactivos.

Tabla 31: Población Económicamente Activa en el municipio de Hermosillo

Indicadores de ocupación	Número	%
Población de 14 años y más	580,710	100
Población Económicamente Activa	360,396	62
Población Ocupada	340,574	94.5
Población Desocupada	19,822	5.5
Población No Económicamente Activa (PNEA)	220,314	37.9

Fuente: INEGI, Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. II Trimestre del 2012, ENOE

Vivienda

Como se puede apreciar en el siguiente recuadro, el sector con mayor número de personas laborando es el industrial y de servicios, el cual ha desplazado al sector primario que se basaba en la agricultura y la ganadería, por lo que se erigió como el sector de mayor relevancia para el municipio. La población ocupada en estos sectores de actividad económica, donde el sector servicios emplea 71.4% de la población ocupada en el municipio, el sector industrial ocupa 26.7% del total y el sector primario 1.2% de la población ocupada municipal.

El sector primario está organizado por la agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza. El sector primario emplea 1.2% de la PEA, es decir 4,235 habitantes. El sector industrial lo integra la industria extractiva y de electricidad, las industrias manufactureras y de Construcción que representa el 26.7% de la PEA, sobresaliendo las actividades de industria manufactureras con el 15.6% del sector industrial, así como la construcción que absorbe al 9.4%.

El sector servicios representa el 71.4% del total de la población económicamente activa; las actividades que son ejemplo de este tipo de economía son: Comercio, sociales, profesionales, restaurantes y servicios de alojamiento, además de los servicios que presta el municipio.



Tabla 32: Sectores de actividad para el municipio de Hermosillo

Sector de actividad	Número	%
Población Ocupada	340,574	100
Sector Primario	4,235	1.2
Sector Industrial	91,072	26.7
Sector Servicios	243,205	71.4
No especificado	2,062	0.6

4.2.4.6 Vivienda

El análisis de la vivienda está relacionado con la identificación de las viviendas particulares, aquellas viviendas que actualmente se encuentran habitadas, deshabitadas y de uso temporal, características de los servicios básicos y de disponibilidad de bienes. De acuerdo al Censo de Población y Vivienda efectuado por el INEGI en 2010, la situación de vivienda es como sigue:

En el municipio, existen un total de 267,856 viviendas particulares, des éstas 78.5% están habitadas, 15.9% deshabitadas y un 5.4% son viviendas particulares de uso temporal. El promedio de habitantes por vivienda es de 3.6 personas.

El 99% de las viviendas particulares disponen de energía eléctrica, 97% cuentan con agua entubada y 96.5% cuentan con drenaje. Lo que resulta en un 93% de las viviendas con todos los servicios básicos.

En relación a las características de las viviendas, 95% tiene piso de mosaico, piso de cemento o algún tipo de piso diferente a tierra. Del total de viviendas habitadas, un 4.2% son viviendas que cuentan con un cuarto, el 10.9% consta de dos cuartos, y un 84.3% con 3 o más.

4.2.4.7 Factores socioculturales

4.2.4.7.1 Medios de comunicación

Circulan tres periódicos en el estado, Cambio, El Imparcial y Primera Plana, existen tres radiodifusoras en Amplitud Modulada y 19 en Frecuencia Modulada, además, hay nueve estaciones de televisión autorizadas, cuatro de Televisa, dos de TV Azteca, los tres restantes pertenecen la primera al Gobierno de Sonora, a la TV pública y otro es independiente. En el estado se recibe señal de algunos canales de USA y se cuenta con televisión por cable, telefonía local y celular.



4.2.4.7.2 Vías de comunicación

Hermosillo está comunicado a través de importantes redes carreteras, el eje carretero Federal no. 15 es un elemento integrador natural para el desarrollo regional, pues une a la mayoría de las ciudades principales del estado con los principales centros productivos y comerciales del país, de E. U. y Canadá. Se encuentra sobre la ruta CANAMEX, lo que facilita el comercio entre Canadá, Estados Unidos y México a través de ferrocarriles, carreteras, aeropuertos, así como instalaciones portuarias.

El Aeropuerto Internacional de Hermosillo es considerado como un eje central, derivado de su ubicación geográfica y por los servicios que proporciona, se encuentra ubicado a 9 km. Del centro de la ciudad y ofrece servicio de aduana, 24 rutas nacionales y 4 extranjeras (Los Ángeles, Phoenix, Tucson y la Vegas).

4.2.4.7.3 Abasto e infraestructura

Uno de los temas más relevantes en el municipio es el abasto de agua potable, Agua de Hermosillo (organismo operador de la región) tiene contabilizados 136 fuentes subterráneas, distribuidas en 12 captaciones, cuenta con tres plantas potabilizadoras con capacidad para tratar de 600 litros cada una. Del total de pozos con que cuenta el organismo, 69 han quedado fuera de servicio debido al abatimiento del manto acuífero. Las localidades más afectadas son Mesa del Seri, El Realito, La Victoria y La Sauceda.

El municipio cuenta con un total de dos mercados de abasto. Se encuentran 23 tiendas DICONSA en total en el municipio, distribuidas en distintas localidades y 49 puntos de atención LICONSA.

4.2.4.7.4 Patrimonio Histórico y cultural

Hermosillo cuenta con una amplia oferta cultural que incluye cines, centros de boliche, teatros, museos, galerías de arte, actividades deportivas y al aire libre, compras y parques. Entre los principales museos y espacios culturales se encuentran:

- El Centro Cultural Musas
- La Casa de la Cultura
- El Museo de Sonora
- El Museo Biblioteca de la Universidad de Sonora en donde se encuentra también el Teatro Emiliana de Zubeldía.
- Las capillas del Carmen y del Espíritu Santo
- El Museo de Arte Popular
- El Museo de los Seris (en Bahía de Kino)
- El Auditorio Cívico del Estado
- El teatro del COBACH
- El teatro de la Ciudad



A 100 kilómetros hacia el oeste de la ciudad se encuentra la costa, Bahía de Kino, donde hay una playa turística en donde se ofrecen actividades acuáticas. También existe la opción de hacer un recorrido a la Isla del Tiburón, que es la más grande de México, que es además una reserva ecológica donde se puede practicar el ecoturismo, la pesca deportiva, y el buceo. Se puede visitar con previo permiso de la comunidad Seri en Punta Chueca.

Además se realiza anualmente un evento cultural y artístico conocido como Las Fiestas del Pitic, en donde se invita a artistas nacionales e internacionales para que realicen presentaciones en los espacios culturales de la ciudad. Esta celebración es llevada a cabo en abril, y principalmente se conforma de una feria tradicional que incluye talleres infantiles, gastronomía regional, arte instalación, tianguis cultural, teatro infantil, observación astronómica, danza, teatro callejero, café literario, revista musical y comparsas.

Para promover la cultura de los hermosillenses el Ayuntamiento, así como algunas universidades organizan diversas ferias, exposiciones, festivales fijos cada años, tales como: en febrero, la Feria del Libro de Hermosillo, Simposio de Historia, Sociedad Sonorense de Historia. En abril, el “Colectivo Napoleón”, exposiciones plásticas; Festival internacional “Un Desierto para la Danza”. En mayo, las “Fiestas del Pitic”, Aniversario del Centro INAH, Festival “Horas de Junio”, de lectura literaria internacional. Además, la exposición de fotografía “FotoSeptiembre”, el simposio “Mujeres, protagonistas de su Propia Historia”, Simposio de Historia, UNISON, Encuentro de Lectores, conciertos didácticos en las Bibliotecas Públicas Municipales, Jornadas de lectura “Los libros abren mundos”, Festival de la Cultura Cubana y el Festival de Música “Emiliana de Zubeldía”.

Además de estos eventos, todos los miércoles del año, Radio Sonora ofrece “Conciertos Populares”; cada mes Estación Pitic presentación de obras de teatro, tocadas de rock el último sábado de cada mes y los “Conciertos de otoño”; organiza la UNISON, “Lecturas de Hermosillo” en el Instituto Sonorense de Cultura; y la Exposición de artesanías de Oaxaca, sin temporada fija. También el periódico El Imparcial organiza el Foro Sonora Siglo XXI y las Charlas de Verano, con importantes conferencias y música.

Algunos puntos de interés cultural dentro del área del centro urbano: el Centro INAH Sonora (antigua penitenciaría); el Museo de la UNISON, con una sala de arqueología y una de historia; Museo de Culturas Populares e Indígenas de Sonora en la Casa Hoeffler y espacios abiertos como las distintas plazas de la ciudad en la que tienen lugar numerosos eventos culturales.

4.2.4.7.5 Deporte

En el municipio de cuenta con catorce unidades deportivas en las que se practica béisbol. Existen 211 canchas multifuncionales para practicar deportes como básquetbol, atletismo,



béisbol, box, voleibol y fútbol rápido y de salón. Estos espacios están a cargo del Instituto del Deporte de Hermosillo.

La ciudad cuenta además con los siguientes equipos deportivos:

Naranjeros de Hermosillo. Equipo de béisbol de la Liga Mexicana del Pacífico.

Cimarrones de Sonora. Equipo de fútbol de la Liga de Ascenso de México.

Rayos de Hermosillo. Equipo de básquetbol del CIBACOPA.

Diablos de Hermosillo. Equipo de béisbol de la Liga Norte de México.

Soles de Sonora. Equipo de fútbol rápido de la Major Arena Soccer League.

4.2.5 Diagnóstico ambiental

Actualmente, la principal fuente de energía es el uso de combustibles fósiles, que supone un 80% del consumo energético a nivel mundial (EIA, 2007). La demanda de combustibles fósiles tensiona la disponibilidad de los mismos, y consecuentemente el volumen creciente de emisiones de CO² y sus inevitables repercusiones sobre el clima, ambiente y sociedad. Del 5 al 10% del total de las emisiones totales de gases de efecto invernadero están relacionadas a la extracción y uso de combustibles fósiles.

La transición del uso de energía por combustibles fósiles a un sistema basado en energías renovables es inminente, debido a la indudable crisis global ambiental y social. Smil (2003), afirma que el cambio es gradual y no se completará antes de la mitad del siglo XXI. En 2005, el 7% de la energía producida a nivel mundial provino de fuentes renovables. Actualmente el 13% de la energía mundial, proviene de fuentes renovables, aunque sólo el 3% son energías hídrica, geotérmica, solar, eólica y mareomotriz (FAO, 2010).

A partir del Acuerdo de París del 12 de diciembre de 2015, México se comprometió de manera no condicionada, a través de la COP21 (Naciones Unidas, 2015) a disminuir sus gases de efecto invernadero derivados de la energía eléctrica en un 30% para el 2030. Una de las medidas para llevar a cabo este compromiso consiste en llegar a generar el 35% de energía limpia en 2024 y 43% para 2030. La energía limpia incluye renovables, cogeneración con gas natural y termoeléctricas con captura de CO₂.

Hasta 2014, México contaba con una capacidad efectiva instalada para la generación de energía eléctrica de 65,452 MW, de los cuáles 16,047 MW provinieron de fuentes renovables de energía (eólica, solar, hidráulica, geotérmica y de biomasa), lo que representa el 24.5% del total de la capacidad instalada.

La central fotovoltaica de Hermosillo estará conformada por 100 bloques de generación de 1.2 MWp cada uno. Para la selección del sitio se hizo un estudio detallado de las condiciones medioambientales sobre todo de la intensidad de la radiación solar con el propósito de maximizar la producción de energía eléctrica.



El sitio del proyecto se localiza en el municipio de Hermosillo, Sonora; aproximadamente a 7.38 km al sureste de la localidad de Mesa del Seri.

Se realizó un análisis de las características bióticas, abióticas, visuales y sociales del área que se verá afectada por la construcción de la central, con el objetivo de determinar el alcance de estas, para posteriormente poder proponer medidas de mitigación y/o compensación, que mitiguen los efectos negativos inherentes al desarrollo de las actividades propias del proyecto. Se tomaron dos áreas de análisis, que va de lo general a lo particular, en este orden se delimitó un Sistema Ambiental (SA) y un Área de Influencia del Proyecto (AIP); dentro de la cual se ubica el área de proyecto, y se define como el área sobre la cual se espera un crecimiento del proyecto a futuro, el cual corresponde a un área de 1,154.39 ha., el primero se definió tomando como parámetros su ubicación, los parteaguas naturales, la topografía y las carreteras, cuya superficie es de 4,024.83 ha.

El clima de la zona es desértico con una temperatura media de 24.8°C; la incidencia pluvial es baja, con una época de lluvia en verano que va del mes de julio a septiembre, la precipitación media anual es de 364.9 mm al año. La velocidad del viento en el área es de 3 m/s con dirección al sureste.

El municipio de Hermosillo es uno de los lugares selectos de las regiones de interés en la república Mexicana por sus valores de radiación solar; la cual para la zona de estudio alcanza un valor máximo de 7.65 kwh/m² y un valor mínimo de 1.57 kwh/m².

El relieve del proyecto es conformado en su mayoría por zonas con pendientes bajas, con algunas bajadas y sierras dentro del SA, pero sin llegar a afectar la zona del AIP y el AP; esta geomorfología es típica de la provincia fisiográfica Llanura Sonorense, cuyas mesetas son de origen volcánico. El tipo de roca presente en el área de estudio corresponde conglomerados y calizas, las cuales provienen de la clasificación de las rocas sedimentarias, estas se caracterizan por ser compuestas por los sedimentos acumulados en el suelo, dados por el arrastre de las partículas, los cuales por efecto de las diferentes condiciones climáticas se van compactando y conformando la roca.

Los suelos presentes en el área del proyecto son Xerosoles, Regosoles y Yermosoles; los cuales son comunes en zonas áridas, son suelos con poca materia orgánica, y alto contenido de arcillas. Estos tipos de suelos pueden llegar a tener buen desarrollo agrícola, dependiendo de la disponibilidad de agua de riego.

El área del proyecto se localiza en la región hidrológica Sonora Sur, en la cuenca de Río Sonora; no hay ríos perenes, sino una serie de ríos de tipo intermitente los cuales solo llevan agua en época de lluvias. El acuífero de la zona es el de Mesa del Seri – La victoria, del cual se extrae agua para los usos públicos; actualmente no cuenta con volúmenes adicionales para otorgar nuevas concesiones, por el contrario se tiene un déficit de agua que se extrae a costa del almacenamiento no renovable del acuífero.



El riesgo potencial hidrológico que presenta el área de estudio, es por sequía, la cual se ha acentuado en los últimos años, dejando sin este recurso a las poblaciones dentro y alrededor del SA.

El tipo de vegetación presente es una sucesión secundaria de la vegetación nativa, la cual no se encuentra en buen estado de conservación; basándose en los trabajos de COTECOCA (1974), Rzedowski (2006) y Miranda y Hernández (2014), además de la información vectorial de Uso de Suelo y Vegetación de la serie V del INEGI (2011-2013), y cotejando las delimitaciones establecidas por cada autor, se identificó al **Matorral Arbosufrutescente** (bosque espinoso, pr. p.; selva baja espinosa caducifolia; mezquital xerófilo) como el tipo de vegetación potencial para el área de estudio.

La fauna es típica de desierto, la cual no es señal de disturbio, sin embargo, es capaz de adaptarse a las condiciones de perturbación originadas por acción del hombre. Algunas de las especies encontradas fueron: puma, lince, venado cola blanca, coyote, entre otras, partiendo de los resultados análisis de diversidad realizados para estos grupos faunísticos (Shannon y Simpson), se determinó que la diversidad para el área de estudio es baja.

El paisaje en el área de estudio es árido, con suelos en colores marrones rojizos, típicos de los regosoles y xerosoles, que dan indicio de una cantidad importante de arcillas. Se aprecian los tres estratos de vegetación, siendo el arbustivo el dominante. Los colores presentes en la vegetación son en la misma gama, de tonos verdes y amarillentos pálidos. La pendiente es dejando ver al espectador a gran distancia, sin embargo, la vista se ve obstaculizada por la presencia de elementos antrópicos, como lo son las edificaciones, cercados, cableados, caminos de terracerías y carreteras; los cuales son los elementos que gobiernan las cuencas visuales.

El paisaje es típico y llano, sin elementos culturales e históricos de importancia; que por efecto del hombre tiene una calidad visual baja.

El mayor problema en las comunidades rurales cercanas al AIP y al AP, es la falta de agua, la cual ha mermado por la sequía que se ha presentado la región en los últimos años. Además de la falta de lluvia, está el hecho de la sobreexplotación de los pozos de agua, que fue canalizada para abastecer a Hermosillo, dejando a los pequeños poblados sin agua.

Las actividades principales se basaban en la agricultura y la ganadería, que derivado de la falta de agua, se ha disminuido en gran medida, dejando a familias completas sin un ingreso, obligando a la población a migrar a las ciudades en busca de trabajo. La mayoría de la población existente en las comunidades rurales son niños y viejos.

La construcción de una central fotovoltaica, no derivará en una disminución de la calidad en el ecosistema que compone el área de estudio; esta aseveración se puede justificar con base en la calidad ambiental actual que presenta el sitio, el cual se ha venido degradando por la continua presencia de las actividades antrópicas; además de que el proyecto



IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

implica la ejecución de obras de conservación, mitigación y compensación, que mejorarán la calidad ambiental actual, incluso una vez terminadas las obras. Otro beneficio será la generación de empleos y nuevos ingresos para los pobladores de la zona.



5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	236
5.1. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).....	236
5.2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL	239
5.2.1. METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL PROCESO DE SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES VALIOSOS DE AMBIENTE (CVA)	239
5.1.1.1 LÍNEA DE BASE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES	241
5.2.2. MARCO CONCEPTUAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE CAMBIO E IMPACTOS GENERADOS.....	242
5.3. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN CADA ETAPA DEL PROYECTO	243
5.3.1. TÉCNICAS PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	244
5.3.2. EFECTO DEL IMPACTO	248
5.3.3. INTENSIDAD DEL IMPACTO.....	249
5.3.4. ALCANCE GEOGRÁFICO DEL IMPACTO.....	249
5.3.5. MITIGABILIDAD O COMPENSACIÓN	249
5.3.6. ELABORACIÓN DE UN CHECKLIST ESPECÍFICO	250
5.3.7. ESPACIOS DE INTERCAMBIO INTERDISCIPLINARIO DE AVANCES DE LA LÍNEA DE BASE AMBIENTAL DEL SA E IDENTIFICACIÓN DE PRINCIPALES AGENTES Y PROCESOS DE CAMBIO CON Y SIN PROYECTO	251
5.3.8. DEFINICIONES DE TRABAJO.....	251
5.3.9. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES Y EFECTOS.....	253
5.3.10. ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE LOS CAMBIOS GENERADOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL	255
5.1.1.2 HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS DE ESTIMACIÓN DE IMPACTOS APLICADAS POR LOS GRUPOS DE ESPECIALISTAS.....	255
5.1.1.3 INTENSIDAD Y TENDENCIA DE LOS IMPACTOS GENERADOS.....	256
5.1.1.4 MATRIZ DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS	259
5.3.11. PRIORIZACIÓN DE IMPACTOS.....	262
5.1.1.5 IMPACTOS NEGATIVOS.....	263
5.1.1.6 IMPACTOS POSITIVOS	263
5.3.12. CONCLUSIONES.....	263



5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1. Delimitación del Sistema Ambiental (SA)

Con base en la legislación mexicana en materia de impacto ambiental, y tomando como referencia las buenas prácticas internacionales respecto a la evaluación de impactos, se estableció un área de estudio que permitiera realizar una aproximación geográfica desde lo general hasta lo específico en términos de caracterizar el estado de afectación y los procesos de cambio que se están dando en el área de estudio, para luego evaluar las alternativas y los probables impactos residuales e indirectos del proyecto.

El área de estudio se conformó con el criterio de incluir los probables impactos de carácter acumulativo y sinérgico, a nivel local como punto de partida, para establecer paulatinamente las unidades relevantes desde el punto de vista ambiental, dentro de ese primer marco geográfico.

El **Sistema Ambiental (SA)** es el territorio que abarca los ecosistemas con relevancia para el proyecto evaluado y definido inicialmente como potencialmente afectado por el desarrollo y operación del proyecto o que podría influir en el desarrollo y operación del mismo. En la definición del Sistema se busca identificar la interacción entre los componentes bióticos y abióticos del ecosistema, con los componentes socioeconómicos y los aspectos culturales de la región.

El **Área de Influencia del Proyecto (AIP)** es aquella en donde se llevarán a cabo obras provisionales y que incluye al área de obras permanentes (Área del Proyecto).

Para llevar a cabo el análisis y el diagnóstico de un sistema territorial existen numerosos enfoques. Gómez Orea en su libro Ordenación Territorial (2007), adopta una aproximación al tema dividido por subsistemas y menciona los siguientes:

- Medio físico: elementos y procesos naturales del territorio.
- Población: sus actividades de producción, consumo y relación social.
- Sistema de asentamientos: el conjunto de asentamientos humanos y los canales a través de los que se relacionan.
- Marco legal e institucional: regula y administra las reglas de funcionamiento.

El área de estudio de los impactos identificados como significativos se conforma por un área geográficamente más pequeña inscrita dentro del Sistema Ambiental y en la que el nivel de detalle de los estudios es mayor (AIP) y Área de Proyecto (AP).

La importancia de describir el SA para efecto de un estudio de impacto ambiental radica en el reconocimiento del estado cero o sin proyecto, de la zona donde se pretende construir el mismo, para después poder valorar cuáles serán los impactos tanto adversos como benéficos que resulten de la ejecución del proyecto, cuyas alternativas, diseño y



medidas de mitigación se propongan de acuerdo a los resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Para la delimitación del Sistema Ambiental, así como del área de influencia del proyecto, se consideraron sus siguientes características:

- Ubicación y dimensión de las obras que se llevarán a cabo
- Red hidrológica
- Topografía
- Carreteras y caminos
- Parteaguas naturales

Se define como **Área del Proyecto (AP)**, al espacio físico que está ocupado en forma permanente durante la operación de toda la infraestructura requerida para la realización del proyecto.

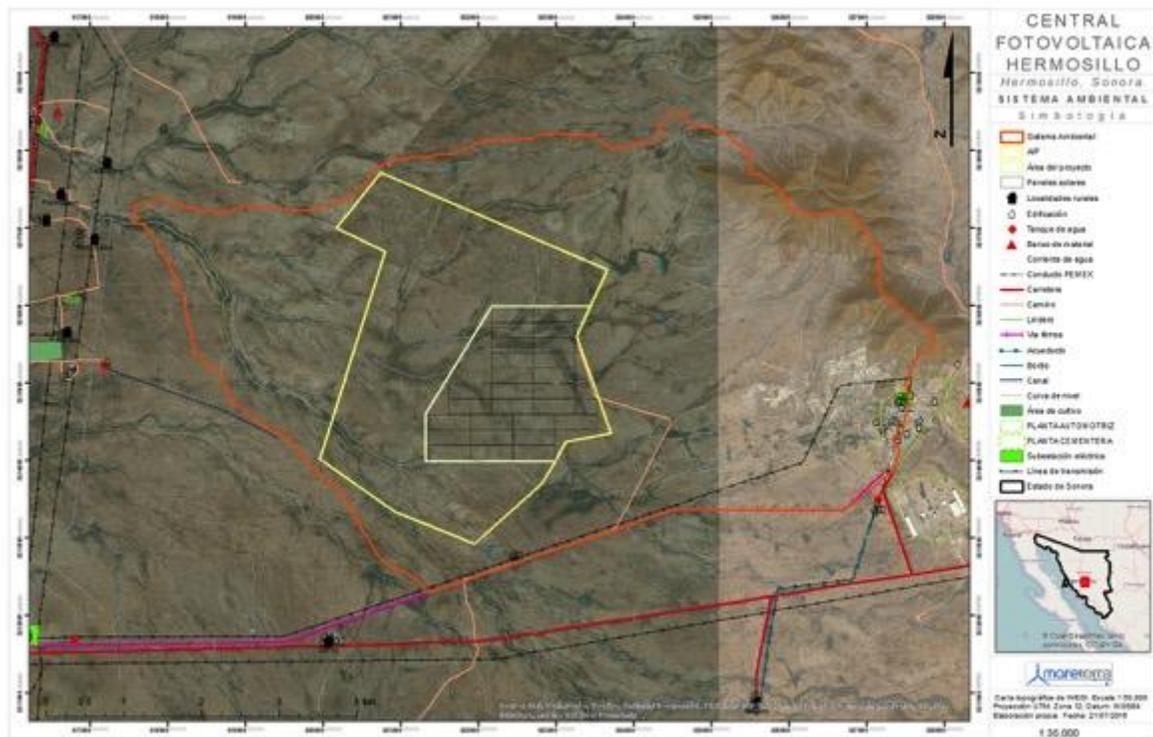
Las superficies para el AIP y el AP, son las siguientes:

- Área del proyecto: 358.98 ha (AP)
- Área de Influencia del proyecto: 1,154.39 ha (AIP)

El Sistema Ambiental que fue definido para este proyecto, se encuentra en el municipio de Hermosillo, en el estado de Sonora. La delimitación del SA define un área aproximada de 4,024.83 ha



Figura 1: Sistema Ambiental del proyecto



Una vez definido el Sistema Ambiental se procedió a describir la línea de base, tomando como puntos de partida la recopilación y análisis de información bibliográfica existente. Posteriormente se realizaron visitas a campo para el reconocimiento de la zona y recopilación de información específica tanto del medio físico, como del biótico y social. Además de definir y evaluar la línea de base ambiental, se identificaron los patrones de cambio observados en los últimos años, con la finalidad de poder extrapolar el estado del medio ambiente en el corto, mediano y largo plazo. Si bien al principio del proyecto se realiza una recopilación de información que abarca a todo el SA, el proceso de identificación de impactos contribuyó a definir las áreas del territorio donde era necesario realizar un mayor esfuerzo para obtener datos e información más precisa.

La fase de identificación de impactos está orientada a reconocer aquellos impactos potenciales significativos del proyecto, con tal de determinar las interacciones que requerirán una evaluación más detallada, así como del alcance de la misma.

Para cada medida de mitigación se hizo una predicción de cómo se atenuarán los impactos para los cuales están diseñadas.



5.2. Proceso de identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del Sistema Ambiental

Dentro del procedimiento general para elaborar la MIA-P el modelo que se siguió para identificar y posteriormente, evaluar los impactos ambientales se basó en un cribado sucesivo, tanto a nivel geográfico como conceptual, de los impactos acumulativos (algunos ya identificados en el capítulo IV) y de los posibles impactos directos e indirectos relevantes generados por el proyecto.

De manera consistente con los lineamientos internacionales de EIA propuestos por la International Association Impact Assessment (IAIA, 2009) y con los conceptos propuestos por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005) se realizó un análisis de los impactos ambientales a partir de la definición de los generadores de cambio (GC) que interactúan con y que están relacionados al proyecto.

Con posterioridad, se realizó una identificación de los Componentes Valiosos del Ecosistema (VEC, como se los conoce internacionalmente por sus siglas en inglés) o en español como Componentes Valiosos del Ambiente (CVA). Estos CVA son definidos como aquellos elementos del ambiente que tienen significancia científica, económica, social o cultural.

Se identificaron cuáles son los Servicios de los Ecosistemas prestados por cada uno de los CVA (IAIA, 2009). Finalmente se realizó un análisis sobre los posibles efectos o consecuencias (impactos) que las actividades de los proyectos fotovoltaicos podrían tener sobre los CVA y en consecuencia sobre los Servicios de los Ecosistemas.

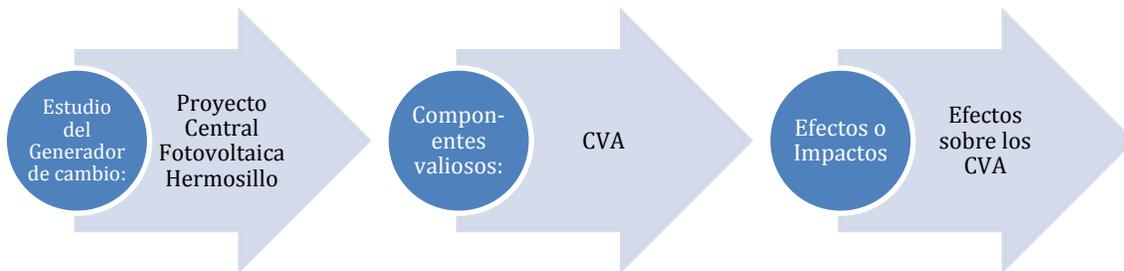
5.2.1. Metodología empleada en el proceso de selección de los Componentes Valiosos de Ambiente (CVA)

Se utilizó la siguiente metodología para seleccionar los Componentes Valiosos del Ecosistema (CVA), que conformó la base para el análisis realizado en el presente estudio¹:

¹ Los generadores de cambio (o drivers of change en inglés) tienen como consecuencia un efecto o un impacto sobre los servicios del ecosistema y afectan el bienestar humano (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2003).



De manera general la metodología presenta un análisis de los riesgos ambientales derivados de la actividad de generación de energía eléctrica bajo la utilización de módulos fotovoltaicos. El siguiente diagrama presenta el tren de análisis de la información.



Esta metodología, consistió en la elaboración de un listado de los componentes valiosos, incluyendo la caracterización con base en el concepto de servicios del ecosistema, propuesto por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA), de manera que se especifique claramente cuáles son los servicios del ecosistema que presta cada componente valioso.

Dicha determinación de los CVA se basó en el resultado de un proceso de recopilación y análisis de información de la línea de base, en la consulta específica a diferentes especialistas que participaron en la elaboración de éste documento y en la experiencia adquirida previamente en otros estudios similares realizados.



2

No se identificaron Componentes Valiosos del Ambiente, esto debido a las condiciones ambientales observadas y determinadas en el área de proyecto y Sistema Ambiental, las cuales corresponden a áreas perturbadas de vegetación secundaria arbustiva de matorral Arbosufrutescente, donde el sobrepastoreo ha modificado la naturalidad del paisaje.

5.1.1.1 Línea de base para la identificación de potenciales impactos ambientales

El primer paso en la preparación de la MIA, fue la definición de la línea de base ambiental y el *scoping* para la evaluación de impactos. Para ello primero se definió previamente el Sistema Ambiental en consenso con el grupo multidisciplinario de evaluadores.

La línea de base se realizó en función de la recopilación y análisis de información bibliográfica existente, reconocimientos de campo, análisis y procesado de imágenes satelitales.

Posteriormente, se realizaron muestreos en campo para el reconocimiento de procesos relacionados con generadores de cambio acumulativos y recopilación de información específica.

Además de definir y evaluar la línea de base ambiental, cada grupo de trabajo identificó los patrones de cambio observados en los últimos años, con la finalidad de poder realizar un marco de evaluación acumulativa inicial (IAIA, 2010 e International Finance Corporation, IFC 2012) y poder extrapolar el estado de los ecosistemas ante distintos escenarios de cambio en el corto, mediano y largo plazo.

Si bien al principio del proyecto se realiza una recopilación de información que abarca a todo el Sistema Ambiental, el proceso de identificación de impactos contribuyó a definir las áreas del territorio donde se daría la interacción directa del proyecto con bienes y

² Servicios del ecosistema: Los beneficio que la gente obtiene de las funciones de los ecosistemas (MEA, 2005).

MEA: The Millennium Ecosystem Assessment , conocida en español como la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EM) es un programa de trabajo internacional diseñado para satisfacer la necesidad de los tomadores de decisiones y el público en general, con información científica sobre las consecuencias de los cambios en los ecosistemas para el bienestar humano. opciones de respuesta frente a esos cambios MEA, M. E. A. (2005). "Evaluación de los ecosistemas del milenio." Retrieved 16 agosto, 2010, from <http://www.millenniumassessment.org/es/index.aspx>.



servicios del ecosistema y donde era necesario realizar un mayor esfuerzo para obtener datos e información más precisa.

5.2.2. Marco conceptual para la identificación de los procesos de cambio e impactos generados

La International Association of Impact Assessment define impacto como el efecto o la consecuencia de una acción (IAIA, 2009). En el MEA ya se describen las acciones como generadores de cambio que tienen como consecuencia “un efecto o un impacto sobre los servicios del ecosistema y afectan el bienestar humano” (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

En este caso la acción es provocada por el generador de cambio ligado al proyecto y el efecto o consecuencia es el impacto experimentado por un receptor específico considerado relevante o valioso; entre ellos, los servicios del ecosistema, componentes del bienestar humano y biodiversidad.

A la vez, existen interrelaciones entre distintos receptores, por lo que cambios que experimentan los servicios de los ecosistemas pueden afectar el bienestar humano a través de cambios en la seguridad, las necesidades materiales básicas para el buen vivir, la salud y las relaciones sociales y culturales (Evaluación de Ecosistemas del Milenio 2005).

Dada la complejidad de los servicios de los ecosistemas, la biodiversidad y los componentes del bienestar humano, los generadores de cambio no necesariamente producen efectos directos y específicos sobre dichos servicios.

Se pueden presentar relaciones entre diversos generadores de cambio y sus impactos, e incluso entre generadores de cambio que son independientes del proyecto, en el contexto del Sistema Ambiental.

Cuando más de un impacto tiene efecto sobre un servicio del ecosistema, se dice que se trata de efectos acumulativos si el impacto final se comporta como la suma simple de estos impactos, o sinérgicos, cuando se potencian entre sí, es decir, cuando el impacto final acumulado es mayor que la suma de los impactos individuales.

En todo caso, se trata de los efectos producidos por las acciones humanas, ya sea a través de continuas adiciones o pérdidas de los mismos materiales o recursos, o debido al efecto compuesto ocasionado por la combinación de dos o más efectos (IAIA, 2003).

El impacto final y su estimación sobre los servicios ambientales y otros componentes valiosos del ambiente son relevantes para el proceso de evaluación, independientemente de si todos los generadores de cambio están asociados al proyecto o no.

En caso en particular del proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo, durante el proceso de identificación de impactos se valoró, entre otros aspectos, la posible acumulación



incremental de cada impacto, así como la posibilidad de ser mitigados y/o compensados con buenas prácticas y/o con medidas innovadoras, es decir, con medidas que no son comúnmente aplicadas en las distintas fases del proyecto de manera rutinaria.

5.3. Identificación y descripción de los impactos ambientales en cada etapa del proyecto

Para la identificación de impactos relevantes, así como para el desarrollo de la EIA en general, el equipo de trabajo se dividió en Grupos Multidisciplinarios especializados en distintas áreas, que fueron integradas con base en la experiencia previa en el desarrollo de otras evaluaciones de impacto ambiental de proyectos de generación de energía eléctrica a partir de diversas fuentes alternativas (eólica, hidráulica, solar, etc.), especialistas en temas forestales, diversidad florística y faunística, monitoreo de fauna, uso de suelo, corredores biológicos, sistemas productivos agrícolas, impactos acumulativos, entre otros. Estos grupos fueron conformados por académicos, profesionales y su grupo de especialistas.

Con base en la evaluación preliminar del sistema ambiental, de las características del proyecto, y de un trabajo de campo inicial, cada Grupo de Especialistas (GE) realizó una propuesta inicial de los principales aspectos sociales o ambientales que consideró relevantes a ser investigados para identificar los posibles cambios históricos acumulativos y los impactos generados por el proyecto.

Una vez identificadas las hipótesis de los cambios potenciales en el sistema ambiental, se procedió a realizar trabajo de campo para reunir la evidencia necesaria para confirmar o rechazar dichas hipótesis de impactos socioambientales y realizar una caracterización preliminar de los procesos de cambio en los receptores considerados relevantes por cada coordinación.

El proceso multidisciplinario de identificación de impactos, procuró facilitar el entendimiento y construcción conjunta del amplio equipo de trabajo y consistió en realizar rondas sucesivas de talleres de especialistas e intercambio de información para afinar la selección, la descripción y la interacción de los procesos de cambio con los ecosistemas y comunidades humanas.

Bajo un esquema de aproximaciones sucesivas basado en lineamientos Delphi, las hipótesis y hallazgos de cada grupo de especialistas se intercambiaron a través de exposiciones, talleres participativos y sesiones plenarias para lograr identificar los impactos y efectos socioambientales.



5.3.1. Técnicas para evaluar los impactos ambientales

La fase de identificación de impactos fue orientada a reconocer aquellos impactos potenciales significativos del proyecto, con tal de determinar las interacciones que requerirán una evaluación más detallada, así como para definir el alcance de la misma.

Durante la etapa de identificación de impactos se fomentó el trabajo multidisciplinario, mediante la activación de espacios y dinámicas donde los diferentes especialistas participantes en la Evaluación de Impactos Ambientales tuvieron oportunidad de interactuar, con la finalidad de poder identificar las implicaciones que tienen ciertos efectos sobre otros componentes ambientales.

Este fue un ejercicio crítico para la identificación y evaluación preliminar de impactos ya que permitió identificar interrelaciones que de otra manera no se hubieran identificado.

Si bien no fue desarrollado de manera integral, se consideraron lineamientos del Método Delphi. En el caso de la ausencia de información cuantitativa que no permite la utilización de modelos matemáticos, el juicio de especialistas resultó útil en la determinación de alteraciones.

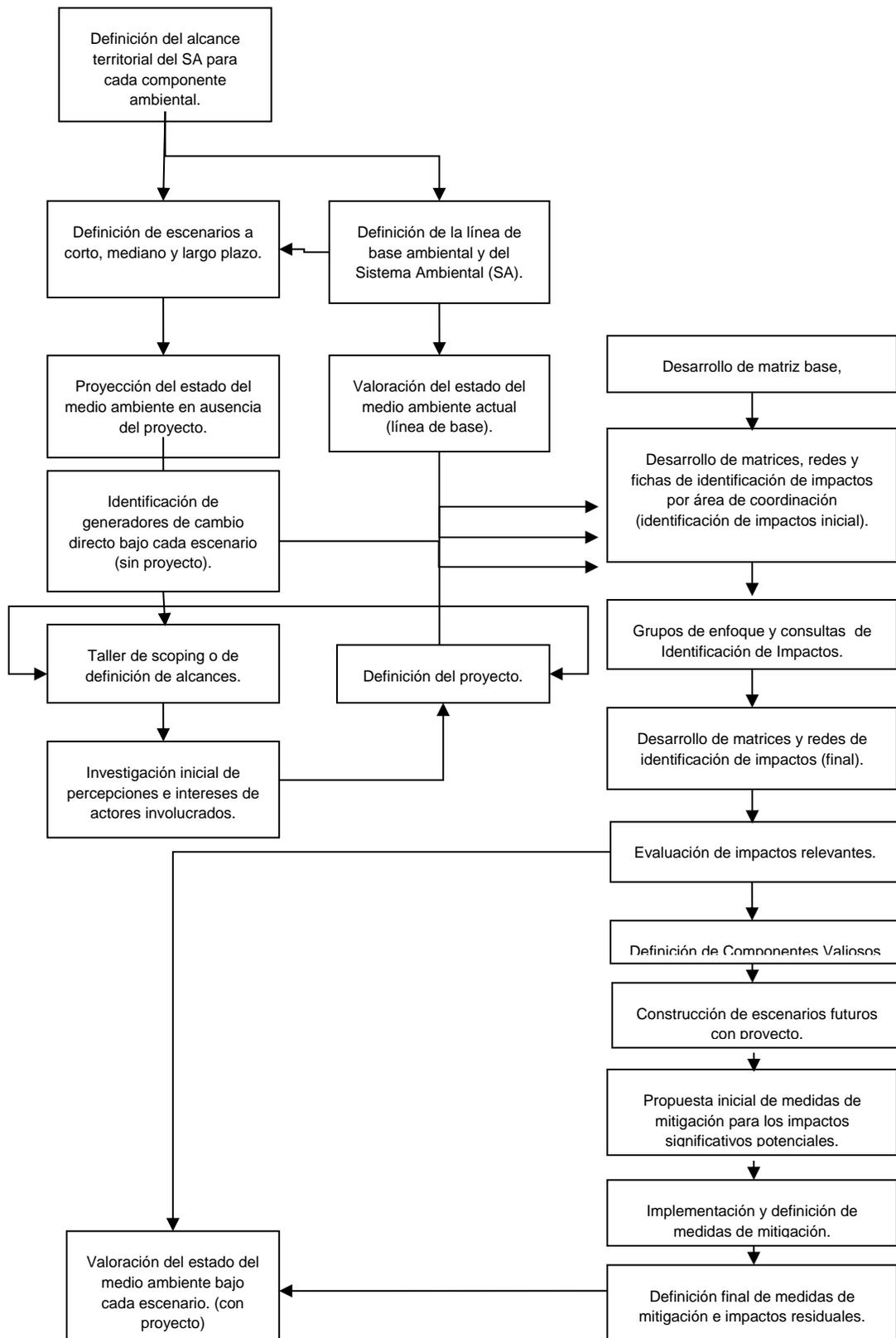
Varios especialistas en diferentes áreas se reunieron para evaluar cada impacto identificado y predicho según el conocimiento de cada uno y su experiencia en la materia.

El trabajo multidisciplinario, se dio a través de talleres de identificación y evaluación de impactos. Cabe mencionar que dichos talleres, además de cumplir su función como espacios formales de intercambio entre los especialistas, incentivó una serie de intercambios informales continuos durante todo el proceso de preparación de la EIA.

El taller de identificación de medidas de mitigación se desarrolló de manera similar al taller de identificación de impactos, fomentando el trabajo multidisciplinario para garantizar la optimización de las medidas de mitigación.

Para cada medida de mitigación se hizo una predicción de cómo atenuará los impactos para los cuales están diseñadas. Así mismo se propone un plan de vigilancia para garantizar que las medidas de mitigación se implementen adecuadamente y se obtengan los resultados esperados, así como para identificar cualquier desviación de la situación prevista y por lo tanto poder actuar inmediatamente ante cualquier contingencia.

La identificación y evaluación de los impactos se realizó siguiendo los pasos que se detallan a continuación:





El análisis de las interacciones de los generadores de cambio (incluyendo aquí a los proyectos de este tipo) y los componentes valiosos del ambiente se realizó para determinar si existe o no alguna relación causa-efecto, tanto positiva como negativa así como la intensidad de las consecuencias de los generadores de cambio y las tendencias actuales de dichas relaciones utilizando como base el marco conceptual propuesto por el documento de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Montes, Sala 2007). El siguiente diagrama muestra el tren de las etapas.



Siguiendo las metodologías propuestas internacionalmente de evaluación de impactos acumulativos se elaboró una matriz en la que se presentan los impactos previstos en el eje Y, las características de cada impacto en el eje X, incluyendo los servicios al ecosistema que éstos prestan.

La simbología propuesta consta de cuatro direcciones de flechas que señalan la tendencia de los generadores de cambio con respecto a su interacción sobre los componentes valiosos del ambiente y los valores claves, y una gama de cuatro colores para representar la intensidad del impacto desde negativa muy alta hasta positiva muy alta.

0	± 1	± 2	± 3
A la baja	Continuo o neutro	A la alta	Muy Alta
↙	→	↗	↑
Color	Color	Color	Color

Dicha matriz se conformó con la opinión de todos los especialistas. En cuanto a las redes, se tomaron como punto de partida las redes propuestas por Brismar (2004) para proyectos energéticos, que incluyen las fases de diseño, construcción y operación.

Con base a los documentos de trabajo cada grupo realizó una identificación preliminar de impactos, realizando un check list base. La identificación preliminar de impactos hecha



por cada coordinación sirvió de punto de partida para las discusiones entre especialistas de todas las áreas durante el taller de identificación de impactos.

- a. **Impacto potencialmente relevante específico.** Aquellos impactos que por su naturaleza son específicos de las condiciones del Sistema Ambiental (SA) y que requieren de medidas de mitigación o de compensación, innovadoras, complejas y no convencionales.
- b. **Impactos mitigables con medidas rutinarias de protección ambiental.** Estos son los impactos asociados de manera rutinaria a proyectos fotovoltaicos y que pueden ser mitigados o compensados por buenas prácticas implementadas de manera rutinaria, con desempeño probado nacional o internacionalmente.
- c. **Directos.** Impactos primarios o de primer orden que serían causados por el proyecto y ocurren en el mismo sitio de componentes del proyecto.
- d. **Impacto indirectos.** Impactos secundarios accionados por el proyecto que afectan al medio ambiente a través de las repercusiones provocadas a otros componentes del medio (Morris, 1995).
- e. **Impacto acumulativo.**³ Impactos provocados por la suma de impactos sobre los componentes del ambiente, generados por los proyectos ya pasados, existentes y futuros (Morris, 1995).
- f. **Impacto acumulativo incremental o sinérgico.**⁴ Los que, dados los procesos de cambio existentes dentro del SA, pueden potenciar o influir sobre efectos o impactos en curso, resultando un impacto mayor a la suma individual de los impactos.
- g. **Intensidad de la sinergia**
 1. Impacto con sinergia negativa baja: El impacto resultante no excede aproximadamente un 20% de la suma de los impactos individuales.
 2. Impacto con sinergia negativa media: El impacto resultante no excede aproximadamente el doble de la suma de los impactos individuales.
 3. Impacto con sinergia negativa alta: El impacto resultante es más del doble de la suma de los impactos individuales.

³ Impacto o efecto acumulativo: según la CEQ (Council on Environmental Quality de EUA), es aquel impacto en el medio ambiente que resulta del incremento de los impactos provenientes de la interacción con otras acciones del pasado, presente y/o previsible en un futuro Bridget-IAIA (2009, 22 septiembre del 2009). "Cumulative Effects Assessment and Management (CEAM)." Retrieved 20 julio, 2010, from <http://www.iaia.org/IAIAWiki/cea.ashx?HL=cumulative,impact>.

Impacto o efecto acumulativo: según la CEQ (Council on Environmental Quality de EUA), es aquel impacto en el medio ambiente que resulta del incremento de los impactos provenientes de la interacción con otras acciones del pasado, presente y/o previsible en un futuro Bridget-IAIA (2009, 22 septiembre del 2009). "Cumulative Effects Assessment and Management (CEAM)." Retrieved 20 julio, 2010, from <http://www.iaia.org/IAIAWiki/cea.ashx?HL=cumulative,impact>.

⁴ Impacto sinérgico: aquel impacto que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente



- h. Impacto antagonista o limitante** (neutralizador). Aquél impacto que puede atenuar, mitigar o contrarrestar otros impactos generados por el proyecto mismo o por otros procesos o agentes de cambio dentro del sistema.

La identificación y evaluación de impactos se realizó primordialmente con base en la aplicación de la técnica del método Delphi. Esta técnica consiste en consultar mediante reuniones de discusión y talleres a los especialistas clave del grupo multidisciplinario de investigadores de las distintas áreas que se estudian en la evaluación de impacto ambiental. Las consultas consisten en pasar cuestionarios y resultados preliminares a especialistas, que estos respondan y luego pasar las respuestas a otros y que estos critiquen, de tal modo que se puede retroalimentar el proceso pasando dichas críticas a los primeros haciéndoles que las maticen.

En este caso las áreas clave fueron:

- Uso de Suelo
- Paisaje
- Clima
- Agua
- Flora
- Fauna

Esto se determinó con base en la fase de scoping a la que promueve el uso del método Delphi ya que esta técnica se utiliza para generar ideas, predecir impactos en las distintas fases y áreas del proyecto.

El objetivo de este método es obtener un consenso más confiable de opinión entre un grupo de especialistas a través de una serie de cuestionamientos repartidos con una retroalimentación controlada.

Otra actividad relevante en la evaluación de impacto fue realizar estudio de casos en México y Centroamérica y la sistematización de información técnica y gráfica de proyectos fotovoltaicos, tanto en construcción como en operación para considerar ambos panoramas y facilitar más la proyección de los escenarios futuros.

Aunque no fueron considerados indicadores de impacto ni indicadores de significancia para su evaluación, se describieron los impactos según atributos consensuados de manera de mejorar su análisis y priorizar las acciones de mitigación según la relevancia de los efectos y, en parte, según la complejidad de:

5.3.2. Efecto del impacto

- i. Efecto poco ocasional:** El efecto puede ocurrir incidentalmente en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente, y existen medidas para evitar que la interacción suceda; ocurre una sola vez.



- j. Efecto ocasional: El efecto se produce de vez en cuando (incidentalmente) en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente.
- k. Efecto temporal: El efecto se produce de forma intermitente y frecuente.
- l. Efecto permanente: El efecto se produce de forma continua.
- m. Efecto altamente reversible: La tensión puede ser revertida dadas las condiciones del sistema y de forma inmediata.
- n. Efecto reversible a corto plazo: Pero permanente durante 1 o 2 generaciones.
- o. Efecto reversible a largo plazo: Con poca o sin intervención humana.
- p. Efecto irreversible o reversible: Con importante efecto residual.
- q. Impacto con intensidad muy baja: Cuando los valores de la afectación son menores a 29% respecto al límite permisible, o si las existencias del recurso en la zona de estudio son menores a 24% del total.

5.3.3. Intensidad del impacto

- r. Impacto con intensidad moderada: Los valores de la afectación están entre 30-50% del límite permisible, o si son afectadas entre 25-49% de las existencias del recurso en la zona de estudio.
- s. Impacto con intensidad alta: Cuando la afectación alcanza valores equivalentes a más de 60% respecto al límite permisible, o si son afectadas entre 50-74% de las existencias del recurso en la zona de estudio.
- t. Impacto con intensidad muy alta: Cuando la afectación rebasa los valores permisibles, o si afecta a más del 75% de las existencias del recurso en la zona de estudio.

5.3.4. Alcance geográfico del impacto

- u. Impacto con ámbito en entorno inmediato: Afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta la zona de estudio directa.
- v. Impacto con ámbito en entorno local: El efecto ocurre hasta 5 km más allá de los límites del predio o derecho de vía.
- w. Impacto con ámbito en entorno regional: El efecto se manifiesta más allá de la microcuenca en la que se propone el proyecto.
- x. Impacto con ámbito a gran escala: Efecto con alcance que podría sobrepasar los límites del SA (regional o local).

5.3.5. Mitigabilidad o compensación

- y. Impacto mitigable con acciones rutinarias de protección socioambiental. Para que un impacto se considere mitigable con medidas rutinarias de desempeño y eficacia probada, la medida de mitigación debe asegurar que no se generen impactos residuales de relevancia sobre los mismos componentes valiosos del ambiente, servicios del ecosistema, componentes de la biodiversidad o del bienestar humano



potencialmente afectados. Además, la complejidad de implementación, transversalidad institucional, costos generales y efectividad de la medida deben ser conocidos y documentables.⁵

- z.** Impacto compensable con acciones conocidas y efectivas. Para que un impacto residual se considere eficazmente compensable, la medida de compensación debe asegurar la mejora y ampliación de los mismos componentes valiosos del ambiente, servicios del ecosistema, componentes de la biodiversidad o del bienestar humano afectados. Además, la complejidad de implementación, transversalidad institucional, costos generales y efectividad de la medida deben ser conocidos y documentables.
- aa.** Impacto potencialmente mitigable con acciones innovadoras, complejas y eficaces. Para que un impacto se considere potencialmente mitigable el grupo de trabajo debe haber identificado medidas que podrían ser viables técnicamente y socialmente aceptables. En el proceso interactivo multidisciplinar, se pretendió asegurar que dichas medidas eviten que se mantengan impactos residuales o nuevos impactos indirectos “de las medidas de mitigación” que resultaran de relevancia para los receptores del cambio. Por su complejidad e innovación inherente, incertidumbres de implementación, transversalidad institucional, costos generales y eficacia de esas medidas, estos impactos socioambientales, si relevantes, fueron luego priorizados en el desarrollo de las medidas de mitigación, planes de monitoreo e indicadores de evaluación de desempeño.

Es importante señalar que en el proceso de identificación y formulación de hipótesis de impactos, **los atributos de los impactos no son mutuamente excluyentes**, un mismo impacto puede describirse con atributos diversos.

Por ejemplo, un impacto indirecto puede haber sido clasificado también como acumulativo, sinérgico, antagonista, etc.

5.3.6. Elaboración de un Checklist específico

El checklist permite la sistematización de opiniones sobre el proyecto de forma sencilla y completa, ya que la información contenida en ellos y las preguntas clave que plantean otorgan una idea integral y sintética de los efectos del proyecto.

Se tienen en cuenta a todos los aspectos de la EIA:

Fuentes de los impactos.

- Localización en unidades críticas de los impactos

⁵ El proceso de diseño, implementación y supra evaluación de las medidas de mitigación, además del sistema de seguimiento y monitoreo, se desarrollan en detalle en pasos posteriores de esta Evaluación de Impacto



- Receptores de los impactos.
- Medidas de mitigación.
- Impactos ambientales acumulativos, indirectos y residuales.⁶

5.3.7. Espacios de intercambio interdisciplinario de avances de la línea de base ambiental del SA e identificación de principales agentes y procesos de cambio con y sin proyecto

El objetivo de la reunión fue la identificación inicial de las hipótesis de impacto y los sitios que podrían ser más afectados por la implementación del proyecto, mediante la participación de todo el equipo de trabajo involucrado en la evaluación de impacto ambiental.

Cada técnico presentó los avances de su investigación, planteando los problemas más relevantes desde su especialidad, generando un trabajo inter y multidisciplinario, donde todos tuvieron oportunidad de responder dudas y plantear nuevas preguntas e hipótesis para reorientar sus investigaciones y mejorar la caracterización de los impactos.

5.3.8. Definiciones de trabajo

Las actividades humanas transforman la superficie de la tierra, incorporan o remueven especies y alteran los ciclos biogeoquímicos. Los cambios inducidos pueden ser directos o indirectos.

Estos cambios podrían generar alguna perturbación o impacto que dañe la integridad funcional del ecosistema.

Como perturbación se entiende un evento relativamente discreto en tiempo y espacio que altera la estructura de las poblaciones, comunidades o ecosistemas y causa cambios en la disponibilidad de recursos o en el ambiente físico.

Finalmente, con base en las definiciones anteriores se puede establecer que:

Un ecosistema tiene integridad si conserva su complejidad y capacidad para la auto-organización y la suficiente biodiversidad, estructuras y funciones (bióticas y abióticas), para mantener la complejidad de auto-organización a través del tiempo. Así mismo la integridad de un ecosistema consiste en:

- El mantenimiento de la totalidad de las especies (biodiversidad).
- La capacidad de continuar con la autoproducción del ecosistema.

⁶ Por ejemplo, si se afecta un tipo de hábitat, una medida de compensación sería proteger el mismo hábitat en una zona cercana a la afectada; si se afecta el entorno socioeconómico de una población, la medida de compensación tiene que beneficiar a la misma población afectada. El proceso de diseño, implementación y supra evaluación de las medidas de compensación, además del sistema de seguimiento y monitoreo, se desarrollan en detalle en pasos posteriores de esta Evaluación de Impacto



- La conservación total de su potencial de desarrollo (resiliencia y homeostasia).

Algunas otras definiciones que pueden ayudar a entender la integridad funcional del ecosistema y la influencia de los agentes directos de cambio son:

Aprovechamiento Sustentable: 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 períodos indefinidos.

Contingencia Ambiental: Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.

Biodiversidad: Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función o que modifica las tendencias evolutivas y sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.



Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutará la acción que produce el impacto.

5.3.9. Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos

El enfoque de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA por sus siglas en inglés) propone un esquema de relación entre bienestar humano y ecosistemas (por lo tanto permite expresar la relevancia de los impactos de agentes directos e indirectos de cambio).

En el caso del proyecto Central Fotovoltaica Hermosillo, se identificaron fuentes de cambio, perturbaciones y efectos en el contexto de lo que la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA por sus siglas en inglés) describe como Generadores de Cambio Directo (GCD).

Descritos los GCD, luego se identificaron sus potenciales impactos de las obras y actividades y se evaluaron – siguiendo el marco conceptual del MEA- los efectos de los Generadores de Cambio Directo (GCD) en los Servicios de los Ecosistemas del Sistema Ambiental, los impactos indirectos (principalmente generados por cambios en sistemas sociales) y los cambios resultantes de generadores de cambio históricos acumulativos en el Sistema Ambiental o previsible por acciones que razonablemente podrían ocurrir en el corto y mediano plazo⁷ en el Sistema Ambiental, ajenas al proyecto.

Desde un enfoque basado a partir de la preparación, construcción, operación y mantenimiento de la Central Fotovoltaica Hermosillo, los principales generadores de cambio directos (GCD) previstos serían los siguientes:

⁷ conocidos en la literatura y buenas prácticas internacionales de Evaluación de Efectos Acumulativos (CEA por sus siglas en inglés) como *Reasonable Foreseeable Actions* (IAIA, 2003)*



- Preparación del terreno
- Construcción de la central
- Operación de la central

Tabla 1: Generadores de cambio y efectos/impactos significativos

Generador de cambio	Factor		Efecto/impacto
Preparación del terreno	Aire		<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de las emisiones de ruido. • Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular. • Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria.
	Medio Biótico	Flora	<ul style="list-style-type: none"> • Retiro de especímenes de flora listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 • Retiro de la vegetación secundaria localizada en el área
		Fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo de la preparación del terreno. • Problemática por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación del terreno • Afectación a especímenes de especies protegidas presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Salud y seguridad		<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de presencia de fauna nociva por los desechos de los trabajadores.
	Suelo		<ul style="list-style-type: none"> • Posible afectación del suelo por derrames de aceites y combustibles en caso de alguna contingencia (Residuo peligroso). • Compactación del terreno. • Disminución en la capacidad de infiltración, ocasionado por la compactación del suelo y la pérdida de materia vegetal.
	Seguridad laboral		<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de accidentes.



Generador de cambio	Factor	Efecto/impacto
Construcción	Aire	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de las emisiones de ruido. • Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular. • Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria.
	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Compactación del terreno. • Generación de residuos urbanos y de manejo especial. • Generación de residuos peligrosos
	Hidrología	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de los patrones de infiltración, por compactación del terreno e instalación de paneles solares
	Calidad escénica	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación visual por presencia de equipos y maquinaria.
	Seguridad laboral	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de accidentes laborales.
	Social	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores. • Aumento en la demanda de servicios.
Operación	Higiene y seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos sólidos municipales
Mantenimiento	Seguridad Industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos <ul style="list-style-type: none"> ○ Manejo especial

5.3.10. Estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental

5.1.1.2 Herramientas específicas de estimación de impactos aplicadas por los Grupos de Especialistas

Los diferentes Grupos Multidisciplinarios de especialistas, realizaron trabajo de campo con la finalidad de caracterizar el Sistema Ambiental mediante muestreos y observaciones, para poder realizar un inventario ambiental, identificar los procesos de



cambio actuales durante la preparación, construcción y operación de la Central Fotovoltaica Hermosillo.

Cada grupo desarrolló un método propio, adecuado a su objeto de estudio, experiencia y recursos, para integrar la información básica de caracterización del inventario ambiental, de los generadores de cambio directo (GCD) y de los potenciales impactos del proyecto. Esos resultados fueron periódicamente compartidos y conjugados con otros grupos en los talleres y espacios de intercambio que se programaron durante el desarrollo de la evaluación de impacto mediante dinámicas participativas de discusión e intercambio multidisciplinario, en la que participaron los especialistas.

Con base en metodologías Delphi, en cada trabajo colectivo sucesivo se fueron integrando aspectos de ésta, a la identificación de generadores de cambio acumulativo, a potenciales impactos del proyecto, medidas de mitigación, gestión de potenciales emisiones en contingencias y la evaluación inicial de impactos residuales, acumulativos e indirectos.

5.1.1.3 Intensidad y tendencia de los impactos generados

Cada uno de los impactos descritos anteriormente se desarrollaría en el tiempo con intensidades y tendencias distintas. Este apartado tiene el objetivo de mostrar cómo sería esa intensidad, la tendencia de acuerdo al esquema y simbología propuestos por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio.

Tendencia		Intensidad	
A la baja		Baja	
Continua		Moderada	
En aumento		Alta	
En rápido aumento		Muy alta	



Generador de cambio	Factor	Efecto/impacto	0-2 años	2-50 años	
Preparación del terreno	Aire	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de las emisiones de ruido. • Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular. • Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria. 	↓		
	Flora	<ul style="list-style-type: none"> • Retiro de individuos de vegetación pertenecientes a una especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 	↓		
		<ul style="list-style-type: none"> • Retiro de la vegetación secundaria presente en el área 			
	Medio Biótico	Fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo de la preparación del terreno. • Problemática por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación del terreno • Afectación a especímenes de especies protegidas presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 	↓	
			<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de presencia de fauna nociva por los desechos de los trabajadores. 	↓	
Salud y seguridad			↓		



Generador de cambio	Factor	Efecto/impacto	0-2 años	2-50 años
	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Posible afectación del suelo por derrames de aceites y combustibles en caso de alguna contingencia (Residuo peligroso). • Compactación del terreno. • Disminución en la capacidad de infiltración, ocasionado por la compactación del suelo y la pérdida de materia vegetal. 		
	Seguridad laboral	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de accidentes. 		
Construcción	Aire	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de las emisiones de ruido. • Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular. • Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria. 		
	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Compactación del terreno. • Generación de residuos urbanos y de manejo especial. • Generación de residuos peligrosos 		
	Hidrología	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de los patrones de infiltración, por compactación del terreno e instalación de paneles solares 		
	Calidad escénica	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación visual por presencia de equipos y maquinaria. 		



Generador de cambio	Factor	Efecto/impacto	0-2 años	2-50 años
	Seguridad laboral	<ul style="list-style-type: none"> Riesgo de accidentes laborales. 	↘	
	Social	<ul style="list-style-type: none"> Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores. Aumento en la demanda de servicios. 	↘	
Operación	Higiene y seguridad	<ul style="list-style-type: none"> Generación de residuos sólidos municipales 		→
Mantenimiento	Seguridad Industrial	<ul style="list-style-type: none"> Generación de residuos <ul style="list-style-type: none"> Manejo especial 		→

5.1.1.4 Matriz de evaluación cuantitativa de impactos

Se preparó una matriz de evaluación cuantitativa de impactos que refleja los impactos identificados y actividades, así como los elementos ambientales y sus procesos que serán afectados por el proyecto. La matriz se seccionó para tres fases principales del proyecto (preparación, construcción y operación), para identificar los impactos.

Las matrices son un método que nos permite identificar las interacciones entre los componentes del proyecto y los elementos del ambiente donde se prevén impactos. Así mismo permite vislumbrar dónde pueden darse impactos acumulativos y su representación permite visualizar fácilmente dichos puntos de impacto.

Se evaluaron aquellas interacciones indicando con un número del 1 al 3 donde se preveían impactos significativos, según su grado de significancia aparente (siendo un 1 un impacto poco significativo, un 2 un impacto medianamente significativo, y un 3 un impacto altamente significativo) (**Ver anexo 5.2**).



Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Etapas de Preparación	Etapas de Construcción	Etapas de Operación	Total
Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria.	Derivado al incremento de vehículos y maquinaria en la zona por motivo de la preparación del terreno habrá un incremento en el ruido	↘ 0	0	1	0	0	2	1	2	-3	1	X	X		4
Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular.	Debido a la presencia de vehículos y maquinaria en el área de proyecto, se emitirán gases contaminantes producto de la combustión interna de estos vehículos	↘ 0	0	1	1	0	2	1	2	-3	1	X	X		5
Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria.	La circulación de vehículos y maquinaria levantará polvos y partículas del suelo que pudieran representar una afectación a la salud de los trabajadores y las personas que desarrollen sus actividades en las cercanías del área de proyecto.	↘ 0	0	1	1	0	2	0	2	-3	1	X	X		4
Derribo de vegetación secundaria por motivo de la preparación del terreno	Para el desarrollo del proyecto es necesario retirar la vegetación del estrato arbustivo y arbóreo del área de proyecto	→ 1	2	1	0	0	1	2	2	-2	2	X			13
Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo del retiro de vegetación.	El retiro de la vegetación arbustiva y arbórea representará la pérdida del habitat de las especies de fauna que se distribuyen en esta zona	→ 1	1	1	1	0	2	2	1	-2	2	X			9
Problemática por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación del terreno	Durante la etapa de preparación es posible que se presente una interacción negativa entre la fauna local y los trabajadores a cargo de la preparación y construcción	→ 1	1	1	1	0	1	1	1	-2	1	X			6
Afectación a especímenes de especies de flora con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	En el AP y SA se identificó solamente una especie de flora listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para la cual se deberán realizar medidas de mitigación y compensación particulares	↘ 0	1	1	1	0	1	0	2	-2	1	X			5
Atracción de fauna nociva	Debido a la presencia de trabajadores se generarán residuos urbanos y sanitarios, mismos que pueden atraer fauna	→ 1	1	1	0	0	2	0	1	-3	1	X	X	X	6



IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

Generación de residuos urbanos, de manejo especial y peligrosos.	Derivado de las actividades correspondientes a la preparación y construcción del proyecto se generarán este tipo de residuos que van desde costales que contuvieron cemento, envases de pintura, restos de empaques y embalajes usados, hasta suelo contaminado con algún hidrocarburo	↙ 0	2	1	0	0	1	0	1	-3	1	X	X		3
Contaminación visual por presencia de equipos e infraestructura.	La presencia de maquinarias e infraestructura modificará la naturalidad del paisaje	↘ 1	1	3	0	0	2	2	1	-2	1	X	X	X	9
Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores.	La migración de personal encargado de la preparación y construcción de la central, derivará en el aumento en la demanda de espacios para habitar temporalmente	↘ 1	1	1	0	0	2	2	2	-3	1	X	X		7
Aumento en la demanda de servicios.	La migración de personal encargado de la preparación y construcción de la central, derivará en el aumento en la demanda de servicios públicos	↘ 1	1	1	0	0	2	2	2	-3	1	X	X		7
Generación de residuos sólidos municipales	Durante la etapa de operación, el único tipo de residuo que se generará, es del tipo sólido municipal.	↘ 1	1	3	0	0	3	0	1	-3	1	X	X	X	7
Generación de residuos de manejo especial	Durante la etapa de mantenimiento, se generarán este tipo de residuos	↘ 1	1	3	0	0	1	0	1	-3	1			X	5
Generación de empleos	El desarrollo del proyecto conlleva la generación de varios empleos, muchos de los cuales serán aprovechados por los habitantes de las localidades cercanas	↙ 0	2	3	1	0	3	3	2	0	2	X	X	X	16
Incremento en la derrama económica para el municipio	La migración de empleados ocasionará un incremento en la derrama económica para el municipio, por el incremento en la demanda y compra de servicios	↙ 0	2	3	1	0	3	3	2	0	3	X	X	X	17



Instructivo de interpretación						NIVEL DE IMPACTOS			
		0	± 1	± 2	± 3	NEGATIVOS			
Tendencia		A la baja	Continuo o neutro	A la alta	Muy Alta	4 a 10			BAJO
		↘	→	↗	↑	11 a 19			MEDIO
						20 a 26			ALTO
		POSITIVOS							
Intensidad		Color	Color	Color	Color	4 a 10			BAJO
Tiempo		-	(0-2 años)	(3 - 10 años)	(10 - 35 años)	11 a 18			MEDIO
Acumulación		Sin Acumulación	2 Impactos acumulados	3 Impactos acumulados	4 o + Impactos acumulados	19 a 24			ALTO
Sinergia		Sin sinergia	Baja	Media	Alta				
Efecto		-	Ocasional	Temporal	Permanente				
Reversibilidad		Altamente reversible	Reversible a corto plazo	Reversible a mediano plazo	Indefinido				
Ambito		-	Inmediato	Local	Regional				
Mitigabilidad		-	Medidas de Mitigación Especiales	Medidas de mitigación	Buenas practicas				
Significancia		-	Baja	Media	Alta				
Etapa		-	Preparación	Construcción	Operación				

5.3.11. Priorización de impactos

Una vez identificada la intensidad y tendencia de cada impacto, se realizó un análisis cualitativo de éstos, de manera que se pudieran priorizar con base en los siguientes puntos:

- Potencial repercusión sobre servicios del ecosistema.
- Interacción con procesos de cambio previos.
- Interacción con otros generadores de cambio y/o impactos.
- Mitigabilidad y/o compensabilidad.
- Intensidad y tendencia del impacto.

El resultado de dicho análisis arrojó la siguiente priorización de los impactos:

1. Retiro de la vegetación secundaria presente en el área.
2. Retiro de especies de flora protegidas.
3. Pérdida de hábitat.
4. Alteración a los patrones de infiltración.
5. Afectación a la calidad visual.

Impactos Indirectos en el SA (estos impactos son ajenos a las actividades de preparación, construcción y operación de la Central Fotovoltaica Hermosillo)

1. Fragmentación del hábitat por cercado de tierras de pastoreo y apertura de brechas internas



2. Compactación del terreno por efecto de la ganadería extensiva.

Una de las problemáticas más fuertes presentes en el municipio de Hermosillo es la escasez de agua, por tal motivo la construcción y operación de proyectos de estas características favorecen el ahorro de este recurso al no requerir del uso de este para la generación de energía eléctrica, sin embargo pese a todos los beneficios que puede representar la utilización de este tipo de tecnología, también conlleva la incidencia de impactos al medio ambiente que deberán ser mitigados y compensados por medidas específicas de mitigación.

Los impactos bajos, se mitigarán durante la construcción del proyecto, y se les dará seguimiento y mantenimiento de estas obras durante todo el periodo de vida útil del proyecto.

5.1.1.5 Impactos Negativos

Pérdida de vegetación por la preparación del área de proyecto, este impacto se realizará durante la preparación del sitio donde se construirá la Central, este impacto implica la pérdida de los servicios ambientales que aquí se brindan de manera natural, tales como: la captura de carbono, de contaminantes; la generación de oxígeno; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos y el paisaje, todos estos anteriores serán de manera puntual sobre el área de proyecto si con esto representa afectación del Sistema Ambiental, debido a que el dicha afectación no sale del área de influencia del proyecto.

5.1.1.6 Impactos positivos

Las aplicaciones de la energía fotovoltaica, en especial para actividades productivas, tienen considerables posibilidades de responder a los intereses ambientales, ya que este tipo de sistemas no requiere de la utilización de combustibles fósiles, o el uso de agua, por lo cual no causa emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera ni afecta la disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del área de proyecto.

La energía eléctrica fotovoltaica es, al igual que el resto de energías renovables, inagotable, limpia y respetable con el medio ambiente.

Al igual que el resto de las energías limpias, contribuye a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero y especialmente de CO₂, ayudando a cumplir los compromisos adquiridos por el Protocolo de Kioto y a proteger nuestro planeta del cambio climático.

5.3.12. Conclusiones

Durante la preparación, construcción, operación y el mantenimiento de la Central Fotovoltaica Hermosillo se aplicarán medidas de control, prevención, para prevenir



eventos que puedan desencadenar una situación que pueda afectar la funcionalidad del ecosistema, como las practicas necesarias para mitigar, o compensar los demás impactos identificados durante la evaluación.

Como se puede apreciar en la matriz de evaluación cuantitativa de impactos, se observan los efectos positivos y negativos que se presentarán durante el tiempo que dure la operación, los impactos bajos y moderados, serán mitigados durante todas las fases que contempla el proyecto incluyendo en las actividades de mantenimiento.

Tabla 2: Intensidad de los impactos identificados

Significancia	Preparación del Sitio		Construcción		Operación	
	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
Baja		13		9		4
Media	2	4	2		2	
Alta						
Total	2	15	2	10	2	4

Los resultados de la aplicación de la metodología de evaluación de impactos, indican que los principales impactos de significancia baja se presentarán durante la preparación y construcción de la Central, estos impactos están relacionados con el retiro de la vegetación secundaria presente en el área, el retiro de individuos de flora listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, estos impactos se presentarán durante la etapa de preparación del área de proyecto. Los impactos referentes a las emisiones de gases a la atmósfera por parte de los vehículos y la maquinaria se verán únicamente de manera temporal durante la preparación y construcción del proyecto. La Central Fotovoltaica Hermosillo operará dentro de la normatividad ambiental en materia de protección al ambiente.

Todos estos impactos serán objeto de la aplicación de medidas de mitigación, compensación y desarrollo y ejecución de programas que permitan minimizar los efectos negativos que pudieran presentarse sobre el medio.



6	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ...	265
6.1	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL	265
6.1.1	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN....	265
6.1.2	IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS CON RESPECTO A SU MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN	266
6.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN ASÍ COMO DE VIABILIDAD Y EFICACIA DE SU APLICACIÓN	270
6.2.1	IDENTIFICACIÓN INICIAL DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN A PARTIR DE CASOS NACIONALES Y LOCALES.....	271
6.2.2	COMPONENTES DE MITIGACIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	271
6.2.2.1	MEDIDAS DE CONTROL Y MITIGACIÓN	272
6.2.2.2	ETAPAS Y FASES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	272
6.2.2.3	MANEJO Y CONTROL DE SUBSTANCIAS Y RESIDUOS GENERADOS EN LAS DISTINTAS ETAPAS QUE CONTEMPLA EL PROYECTO	272
6.2.2.3.1	ALCANCES	272
6.2.3	MEDIDAS PREVENTIVAS, DE CONTROL Y DE MITIGACIÓN	273
6.2.3.1	RESIDUOS.....	273
6.2.3.2	GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	273
6.2.4	MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS.....	276
6.2.5	PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE SUELOS	278
6.2.6	IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	279
6.3	MEDIDAS DE COMPENSACIÓN	293
6.3.1	IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y VIABILIDAD Y EFICACIA DE SU APLICACIÓN	293
6.4	FASE DE ABANDONO	293
6.5	IMPACTOS RESIDUALES.....	294



6 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Como parte del proceso de formulación de hipótesis de impactos, (previos al desarrollo de medidas de prevención, alternativas y mitigación), se desarrollaron trabajos en campo, se realizó una sistematización, revisión integral de antecedentes de medidas estructurales y no estructurales aplicadas con éxito para cumplir el objetivo de mejorar el desempeño ambiental de proyectos en el mundo y en México, entre las instituciones que han desarrollado investigación específica sobre desempeño social y ambiental.

En los siguientes apartados, se identifican medidas de prevención y mitigación específicas para todos los impactos atendibles con medidas rutinarias de mitigación o buenas prácticas ambientales.

6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

6.1.1 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación

La evaluación de impacto ambiental, es una herramienta que permite planificar la gestión ambiental de las acciones e iniciativas a las cuales se aplica. El estudio de las principales interacciones entre las acciones propuestas y el ambiente facilita la formulación de recomendaciones cuyo objetivo sea minimizar o eliminar sus impactos adversos, potenciar los benéficos y trazar directrices de manejo (Sánchez, 2011).

Es así que se realiza el ejercicio de evaluación de los impactos relevantes, de construcción de escenarios futuros en los que el proyecto se desarrollaría, la identificación de modificaciones que sufriría el Sistema Ambiental, la identificación de componentes y procesos del mismo que se podrían ver modificados por dicho proyecto.

Posteriormente, es necesario identificar y evaluar la factibilidad de desarrollar un conjunto de medidas que puedan prevenir, eliminar, mitigar o compensar aquellos efectos que fueron visualizados en el ejercicio predictivo con el fin de mejorar el desempeño ambiental del proyecto.

El presidente de la Sociedad Internacional de Impacto Ambiental (Sánchez, 2011) señala que se entiende como desempeño ambiental al conjunto de resultados concretos y demostrables de protección ambiental.

Este tenderá a ser más satisfactorio a medida que las acciones del proyecto se vayan planificando para asegurar la protección ambiental y el mantenimiento de los servicios de los ecosistemas principales.



En la actualidad, la planificación y evaluación del desempeño ambiental dependen de un análisis de sustentabilidad cuyo objetivo es analizar de qué forma los proyectos pueden contribuir a la recuperación de la calidad ambiental, al desarrollo social y a la actividad económica de la comunidad o de la región bajo su influencia (International Finance Corporation, 2003; Sánchez, 2011).

El mismo autor, propone que para alcanzar una contribución efectiva al desarrollo sustentable se requieren de tres condiciones básicas en la implementación de proyecto:

1. Preparación cuidadosa del programa de vigilancia ambiental (conjunto de programas de medidas de mitigación, compensación, monitoreo, seguimiento y control).
2. Compromiso de las partes interesadas, del emprendedor, comunidades cercanas, asociados institucionales y organizaciones no gubernamentales.
3. Adecuada implementación del programa de vigilancia ambiental, dentro de plazos compatibles con el cronograma y verificada a través de indicadores mensurables.

En este mismo apartado se presentan los fundamentos para la prevención, mitigación y/o compensación de los potenciales impactos ambientales identificados.

6.1.2 Identificación y clasificación de los potenciales impactos con respecto a su mitigación y/o compensación

El Programa de Vigilancia Ambiental para este proyecto fue desarrollado con el objetivo de mantener y en la medida de lo posible mejorar la calidad ambiental en el área de influencia del proyecto. Para ello, se identificaron impactos directos del proyecto y se clasificaron de acuerdo a su relevancia acumulativa y su posibilidad de prevención, mitigación o compensación.

Con posterioridad se realizó un análisis de las interacciones entre éstos, los componentes valiosos del ambiente y los servicios de los ecosistemas que prestan.

Con base en la identificación y análisis de impactos individuales se procedió al análisis de las interacciones entre éstos y el ambiente.

En esa misma lógica, se propusieron las bases para una gestión socioambiental de los impactos de manera de evitarlos, mitigarlos adecuadamente y minimizarlos. En orden de prioridades y efectividad se encuentra la prevención de los impactos negativos, la disminución o minimización de éstos, la potenciación de los impactos positivos, la compensación y la recuperación. Por otra parte, aquellos impactos que no sea posible evitar deberán ser manejados como no mitigables o residuales.

Se presenta una sistematización de los potenciales impactos directos, antes del desarrollo e implementación de cualquier tipo de medidas de prevención, mitigación alternativa o compensación.



Estos se encuentran clasificados en dos categorías de acuerdo al tipo de mitigación que requieren: medidas innovadoras o *ad hoc* (con respecto a las condiciones del sitio del proyecto) y medidas que forman parte rutinaria de los procedimientos estándar de operación, protección ambiental y de las buenas prácticas de construcción.

La descripción incorpora las hipótesis de posibles efectos identificados por los grupos temáticos de expertos, con anterioridad a la implementación del Programa de Vigilancia para orientar las acciones y procesos de éste. Las hipótesis presentadas no representan Impactos Residuales, ya que el objetivo en esta etapa es desarrollar el conjunto de medidas para minimizar o eliminar potenciales efectos adversos, incrementar los beneficios y trazar directrices de manejo.

La posible importancia de los impactos fue indicada con base en los receptores potenciales, antes de considerar la eficacia de las medidas de mitigación, que podrían incluso eliminar el riesgo del efecto una vez implementado correctamente el Programa de Vigilancia Ambiental.



Tabla 1: Identificación de importancia de los impactos identificados

<i>Posibles impactos (Antes de alternativas, prevención, o mitigación)</i>	<i>Posible importancia</i>	<i>¿Es prevenible?</i>	<i>¿Es mitigable?</i>	<i>¿Es compensable?</i>	<i>¿Es manejable con medidas rutinarias de protección ambiental?</i>
Aumento de las emisiones de ruido.	<i>BAJA</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>
Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y maquinaria.	<i>BAJA</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>
Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria.	<i>BAJA</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>
Derribo de vegetación secundaria por motivo de la preparación del terreno.	<i>MEDIA</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>
Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna por motivo del retiro de vegetación.	<i>MEDIA</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>
Problemática por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación del terreno	<i>BAJA</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>
Afectación a especímenes de flora protegidas presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	<i>BAJA</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>
Riesgo de presencia de fauna nociva por los	<i>BAJA</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>



<i>Posibles impactos (Antes de alternativas, prevención, o mitigación)</i>	<i>Posible importancia</i>	<i>¿Es prevenible?</i>	<i>¿Es mitigable?</i>	<i>¿Es compensable?</i>	<i>¿Es manejable con medidas rutinarias de protección ambiental?</i>
desechos de los trabajadores.					
Compactación del terreno.	<i>BAJA</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>
Modificación de los patrones de infiltración ocasionados por la compactación del suelo.	<i>MEDIA</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>
Generación de residuos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, durante la preparación y construcción.	<i>BAJA</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>
Contaminación visual por presencia de equipos e infraestructura.	<i>BAJA</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>
Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores.	<i>BAJA</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>
Aumento en la demanda de servicios.	<i>BAJA</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NA</i>
Generación de residuos sólidos municipales	<i>BAJA</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>
Generación de residuos manejo especial durante el mantenimiento	<i>BAJA</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>SUI</i>	<i>SI</i>



6.2 Identificación de las medidas de prevención y mitigación así como de viabilidad y eficacia de su aplicación

La integración de nueva tecnología para la mitigación, aunada a políticas participativas, gobernanza ambiental en las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA), y las técnicas modernas de identificación, evaluación y manejo de los potenciales efectos negativos sobre servicios de ecosistemas y componentes del bienestar humano.

En un proceso similar al desarrollado para la identificación de efectos e impactos (**ver Capítulo 5**) el grupo de especialistas implementó consultas para identificar medidas de prevención y mitigación de los impactos directos asociados al proyecto.

Se espera que con una implementación adecuada bajo un esquema de mejora continua y gestión adaptativa basada en resultados de monitoreo, estas medidas podrían solucionar eficazmente más de una preocupación sobre potenciales cambios o impactos identificados en la etapa de evaluación.

La primera etapa de la identificación consistió en un cribado preliminar de las limitaciones identificadas por el grupo de trabajo respecto a la viabilidad, adaptabilidad y eficacia de cada una de las medidas.

Se encontró que las medidas de mitigación, compensación y la aplicación de las buenas prácticas internacionales, propuestas para el proyecto, tienen el potencial para cumplir satisfactoriamente con los requerimientos para los impactos directos, indirectos y/o acumulativos identificados con los generadores de cambio al proyecto (Canter & Ross, 2010).

Lo anterior quiere decir, que el proyecto tiene la capacidad de alcanzar el cumplimiento de los objetivos de mitigación, siendo el objetivo primordial de las Evaluaciones de Impacto (IAIA, 2009).

La segunda etapa de la identificación, consistió en la propuesta de medidas de prevención, mitigación y/o compensación que permitan el cumplimiento de los objetivos de mitigación acumulativa. Finalmente, éstas fueron incorporadas de manera transversal a cada sección de la propuesta.

El grupo de trabajo consideró que cada una de las medidas debe poder ser monitoreada y alimentar indicadores integrales para asegurar el buen desempeño socioambiental del proyecto con el objetivo de contribuir a la mejora del desempeño ambiental y al desarrollo regional sustentable (2011, IFC y Sánchez, 2011).

En los siguientes apartados se presentan los resultados y propuestas de las medidas de prevención y mitigación así como de viabilidad y eficacia de su aplicación.



6.2.1 Identificación inicial de medidas de mitigación a partir de casos nacionales y locales

Como parte del proceso de formulación de hipótesis de impactos, (previos al desarrollo de medidas de prevención, alternativas y mitigación), se desarrollaron trabajos en campo, se realizó una sistematización, revisión integral de antecedentes de medidas estructurales y no estructurales aplicadas con éxito para cumplir el objetivo de mejorar el desempeño ambiental de proyectos en el mundo y en México.

En los siguientes apartados, se identifican medidas de prevención y mitigación específicas para todos los impactos atendibles con medidas rutinarias de mitigación o buenas prácticas ambientales e incorporadas en el Programa de Vigilancia del proyecto.

6.2.2 Componentes de Mitigación del Programa de Vigilancia Ambiental

En el marco de la Economía Verde (Programa Naciones Unidas para el Desarrollo, 2010) y la Ley General de Cambio Climático (DOF, 2012), la Evaluación de Impactos Ambientales (EIA) de proyectos de generación de energía eléctrica representa una herramienta primordial y recomendada para la mejora del desempeño ambiental de un proyecto implementando un adecuado Programa de Vigilancia Ambiental.

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) presenta retos y oportunidades para fomentar un desarrollo bajo en emisiones en México. Como parte de la transversalidad promovida por SEMARNAT, se espera que el desempeño ambiental de cada proyecto energético contribuya a cumplir objetivos de mitigación de cambio climático a través de promover la utilización de tecnologías eficientes, en beneficio de las comunidades y aportando a que México alcance un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En la International Association for Impact Assessment, han generado una serie de recomendaciones para orientar la evaluación de impactos (EI) al avance de la Economía Verde con la mejora del desempeño ambiental de proyectos, en particular de energía (IAIA, 2010).

La planificación y evaluación del desempeño ambiental requieren de un adecuado análisis sobre la forma en que el proyecto pueden contribuir a la preservación o recuperación de la calidad ambiental (Sánchez, 2011) al desarrollo social y a la actividad económica de la región bajo su influencia (International Finance Corporation, 2003).

En ese sentido, y con el objetivo de planificar la gestión ambiental de las acciones e iniciativas del Proyecto, se analizaron las principales interacciones entre las acciones propuestas y el ambiente para facilitar la formulación de recomendaciones cuyo objetivo fue eliminar o minimizar posibles impactos adversos, potenciar los benéficos y trazar directrices de manejo (Sánchez, 2011).



Realizado el ejercicio de evaluación de potenciales efectos del proyecto en el área de influencia del proyecto, la construcción inicial de escenarios futuros en los que el proyecto se desarrollaría, la identificación de modificaciones que sufriría y la identificación de componentes y procesos del mismo que se podrían ver modificados por el proyecto (hipótesis de impacto).

Se desarrolló el proceso multidisciplinario de identificación y evaluación de la factibilidad de desarrollar un conjunto de medidas que pudieran prevenir, eliminar, mitigar o compensar aquellos potenciales efectos que fueron visualizados en el ejercicio predictivo con el fin de mejorar el desempeño ambiental del proyecto.

Se entiende como desempeño ambiental: al conjunto de resultados concretos y demostrables de protección ambiental, que suelen incorporarse en el reporte corporativo de sustentabilidad del promotor.

Este tenderá a ser más satisfactorio a medida que las acciones del proyecto se vayan planificando para asegurar la protección ambiental y el mantenimiento de los servicios de los ecosistemas principales.

6.2.2.1 Medidas de control y mitigación

Estas medidas preventivas pueden incluir la colocación de contenedores para basura, separación de desechos, aplicación de obras de conservación de agua como canales de desvío, desagüe; entre otras.

Aplicación de políticas, planes de mantenimiento preventivo y correctivo por parte del promotor.

6.2.2.2 Etapas y fases de la implementación del proyecto

Ajuste de diseños y procedimientos desde la fase de preparación, construcción y operación. Monitoreo de la efectividad de las medidas de mitigación anuales.

6.2.2.3 Manejo y control de substancias y residuos generados en las distintas etapas que contempla el proyecto

Dentro de los distintos procesos operativos de la Central, se generarán residuos sólidos urbanos y líquidos del tipo sanitario. El monitoreo y control adecuado de su generación y disposición final no solamente permite su minimización, sino también su manejo adecuado, protegiendo el medio ambiente y preservando la imagen de limpieza.

6.2.2.3.1 Alcances

Para poder dar un manejo adecuado a los residuos generados por el proyecto es necesario caracterizarlos en función de su volumen y del riesgo que presenta su manejo.



Se espera la generación de los siguientes tipos de residuos:

- Residuos de manejo especial
- Residuos sólidos no peligrosos, que se clasifican en:
 - Residuos sólidos urbanos de tipo orgánico (residuos de comida, cáscara de frutas, etc.) e inorgánico (plásticos, papel, flejes, etc.).
 - Residuos susceptibles a reutilización y reciclaje (principalmente residuos inorgánicos).

Estos tipos de residuos representan un riesgo bajo, pero se les debe prestar atención porque suelen tener impactos más perceptibles organolépticamente.

6.2.3 Medidas preventivas, de control y de mitigación

6.2.3.1 Residuos

Durante todas las etapas que contempla el proyecto se generarán residuos sólidos no peligrosos y residuos peligrosos, sin embargo durante la etapa de operación y mantenimiento la cantidad generada de dichos residuos disminuirá significativamente, los cuales se describen a continuación:

6.2.3.2 Generación de residuos en la etapa de preparación del sitio y construcción

En la etapa de la preparación y construcción del proyecto; que comprenden la construcción de una central fotovoltaica en el municipio de Hermosillo, se generarán los siguientes residuos:

Residuos provenientes de la preparación del terreno (sólo durante la preparación):

En esta etapa del proyecto se generarán residuos producto de la preparación, como es el material vegetal producto del retiro de vegetación secundaria, así como de la excavación, estos residuos se almacenarán para utilizarlos con posterioridad como mejorador de suelos y rellenos de parcelas cercanas al proyecto.

Generación de Residuos de Manejo Especial: Durante la etapa de preparación y construcción es posible que se generen este tipo de residuos mismos que serán bolsas y recipientes vacíos que contuvieron cemento, así como empaques de las herramientas y refacciones que se utilizarán, estos se recolectarán en contenedores metálicos con tapa para el manejo de este tipo de residuos con capacidad de doscientos kilos o en contenedores de 3 m³ y se enviarán a un sitio de confinamiento de residuos de manejo especial autorizado por el ayuntamiento para su disposición final, esta actividad será realizada por una empresa especializada en este rubro.

Generación de Residuos Peligrosos: No se prevé la generación de este tipo de residuos debido a que este tipo de proyectos no involucran sustancias que pudieran considerarse como tales, sin embargo es posible que debido a algún imprevisto como



puede ser el desperfecto de alguna maquinaria ocasionado de manera accidental pueda ocasionar la contaminación del suelo, este deberá ser retirado del medio natural, llevado al almacén de residuos, y se le deberá brindar el manejo adecuado, de igual forma se recolectarán en contenedores metálicos con tapa para el manejo de este tipo de residuos con capacidad de doscientos kilos, o en contenedores de 3 m³ y se enviarán a un sitio de confinamiento de residuos peligrosos autorizado para su disposición final, esta actividad será realizada por una empresa especializada en el área.

Generación de Residuos Urbanos: Durante todas las etapas del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos, los cuales se clasificarán en residuos orgánicos e inorgánicos mismos que se recolectarán en tambos cerrados y etiquetados, para su transporte fuera de la zona del proyecto hasta los sitios autorizados por el municipio. En cuanto a los residuos inorgánicos reciclables tales como cartón, madera y metal se clasificarán y se enviarán a un centro de acopio autorizado por el Municipio.

Tabla 2: Estimación de residuos durante la etapa de construcción

Tipo de residuo	Nombre	Cantidad (m ³)	Cantidad (toneladas)	Observaciones
Sólidos Urbanos no peligrosos	Papel y/o cartón		1.5	
	Plásticos		2	
	Metales (varios)		8	
	Madera		10	
	Resto de cable no contaminado de sust. Peligrosas		1.02	
	Residuos de alimentos y limpieza		0.5	
	Vegetales (podas y desmonte)	14,940		
Residuos de manejo especial	Material de despalle y excavación (tierras y piedras)	750		No contabilizado como residuo el % a reutilizar en la misma obra
	Residuos de concreto, escombros	299		
Residuos Peligrosos	Envases plásticos/metálicos contaminados con sustancias peligrosas		2	
Total		15,989	25.02	



Tabla 3: Estimación de generación de residuos en las etapas de operación y mantenimiento

Tipo de residuo	Nombre	Cantidad (m ³)	Cantidad (toneladas)	Unidad
Sólidos Urbanos no peligrosos	Papel y/o cartón		0.01	
	Plásticos		0.04	
	Metales (varios)		0.03	
	Madera		0.01	
	Resto de cable no contaminado de sust. Peligrosas		0.02	
	Residuos de alimentos y limpieza		0.5	
Residuos de manejo especial	Electrónico (módulos retirados)			6
	Electrónico (Inversores retirados)			1
	Otros residuos electrónicos	6		
	Filtros usados inversores		2.5	
	Residuos de concreto, escombro	0.72		
Residuos Peligrosos	Envases plásticos/metálicos contaminados de sustancias peligrosas		0.06	
	Absorbentes, trapos, ropa con sustancias peligrosas		0.02	
	Envases plásticos/metálicos contaminados con restos de productos anti plagas		0.02	
Total		6.72	3.21	7



6.2.4 Manejo y disposición de residuos

Los residuos vegetales producto del retiro de la vegetación secundaria, serán triturados y esparcidos en los alrededores del predio del proyecto, para incorporación de la materia orgánica al suelo, y/o en sitios autorizados por las autoridades competentes en la materia.

El suelo orgánico producto del despalme, actividad que se realizará durante la preparación del terreno, será depositado en contenedores para un acopio temporal y su posterior incorporación sobre las áreas que se utilizarán para recuperación de suelos y rellenos de parcelas cercanas al proyecto.

Los Residuos de Manejo Especial, tales como bolsas y recipientes vacíos que contuvieron cemento, así como empaques de las herramientas y refacciones que se utilizarán durante las fases del proyecto se depositarán en contenedores metálicos con tapa, para el transporte se contratarán empresas que cuenten con los permisos de las autoridades del Estado para transportar residuos de manejo especial, así mismo la disposición final se llevará a cabo en un sitio de confinamiento autorizado por las autoridades competentes en la materia.

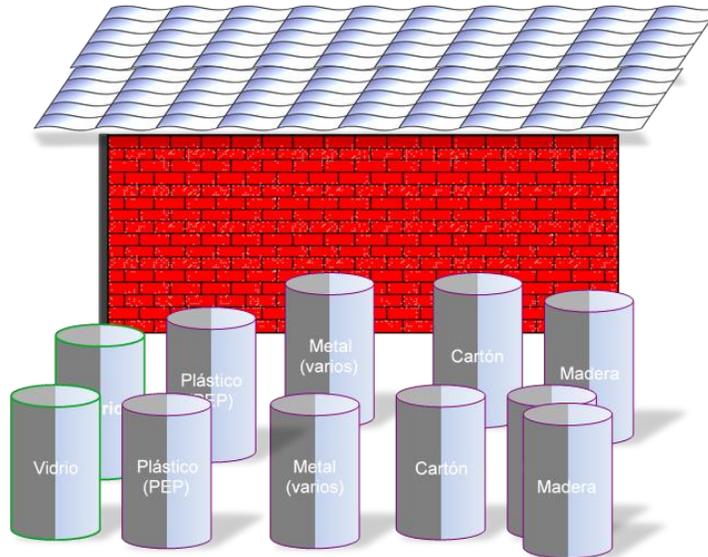
Los Residuos Sólidos Urbanos se colocarán en depósitos con tapa debidamente identificados, para depositar por separado los diferentes tipos de residuos orgánicos e inorgánicos, para su posterior envío a los sitios de disposición final autorizados por la autoridad Municipal competente.

Con respecto al manejo de los Residuos Peligrosos, su almacenamiento se efectuará en recipientes metálicos identificados con el nombre del residuo, la naturaleza del peligro (corrosivo, reactivo, inflamable, tóxico, daños a la salud, etc). La rotulación de los contenedores será de acuerdo a lo establecido en el artículo 46 fracc. IV del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

La recolección, manejo y transporte de los residuos peligrosos se realizará por medio de empresas que cuenten con autorización de la SEMARNAT para manejo y disposición final de dichos residuos.

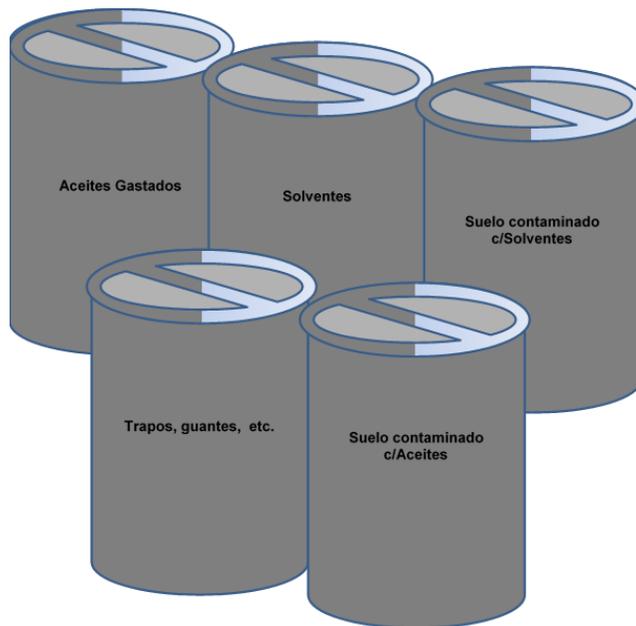


Figura 1: Almacén temporal de residuos



Esquema del almacén temporal de residuos susceptibles a reutilización

Figura 2: Almacenaje de los Residuos Peligrosos





6.2.5 Prevención y control de la contaminación de suelos

La generación de residuos peligrosos durante todas las etapas que contempla el proyecto, asumirá el manejo de acuerdo a lo estipulado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. El residuo recolectado deberá ser transportado al sitio de disposición final y en caso de presentarse algún derrame de aceite y/o diésel por parte de la maquinaria o vehículos que intervengan en esta etapa de desarrollo del proyecto, se procederá de inmediato a levantar el suelo contaminado y restaurar el sitio afectado conforme lo establece la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT-2003.



6.2.6 Identificación de medidas de mitigación

Impacto que se mitigará	Descripción de la medida a realizar	Indicador de realización de la medida de mitigación	Indicador de efectos de realización	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Calendario de comprobación de efecto de la medida	Punto de comprobación del efecto de la medida	Medidas de urgente aplicación
Emisiones a la atmósfera por vehículos y maquinaria.	Se realizará el mantenimiento o constatación de la maquinaria, mediante la aplicación de los programas de mantenimiento o con los que cuenta cada empresa contratista.	Esta medida se implementará a una vez iniciadas las labores de preparación del sitio.	Con esta medida se busca evitar las emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria por encima de lo que marca la NOM-041-SEMARNAT-2015 y la NOM-045-SEMARNAT-2006.	En el momento en que la maquinaria se encuentre en el área del proyecto deberá haber aprobado previamente lo indicado en dichos programas.	Una vez que las emisiones de la maquinaria hayan superado lo descrito en las normas oficiales.	Cada maquinaria será enviada a revisión obligatoria al cumplir seis meses de uso o al llegar a los 10,000 km, o bien se presenta un desperfecto, también se dará mantenimiento preventivo de estos equipos consistente en cambio de aceite y filtros de aceite y diésel o gasolina, así como la afinación de los equipos	Se comprobará en las bitácoras de mantenimiento de cada maquinaria, para verificar que no se afecte el componente ambiental aire.	Si se llegasen a sobrepasar los niveles marcados en la normatividad, esto es en caso de un desperfecto en la maquinaria, la misma será retirada del área de influencia del proyecto y enviada a taller, estos eventos serán incluidos en las bitácoras.



Impacto que se mitigará	Descripción de la medida a realizar	Indicador de realización de la medida de mitigación	Indicador de efectos de realización	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Calendario de comprobación de efecto de la medida	Punto de comprobación del efecto de la medida	Medidas de urgente aplicación
						cada 150 horas de trabajo efectivo		
Aumento en las emisiones de ruido por vehículos y maquinaria.	Se realizará el mantenimiento o constate de la maquinaria, mediante la aplicación de los programas de mantenimiento o con los que cuente cada empresa contratista.	Esta medida se implementará a una vez iniciadas las labores de preparación del sitio.	Con esta medida se busca evitar las emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria por encima de lo que marca la NOM-080-SEMARNAT-1994.	En el momento en que la maquinaria se encuentre en el área de influencia del proyecto deberá haber pasado previamente lo indicado en dichos programas	Una vez que las emisiones de la maquinaria hayan superado lo descrito en las normas oficiales.	Cada maquinaria será enviada a revisión obligatoria al cumplir seis meses de uso o llegar a los 10,000 km, o bien si se presenta un desperfecto.	Se comprobará en las bitácoras de mantenimiento de cada maquinaria, para verificar que no se afecte el componente ambiental aire.	Si se llegase a sobrepasar los niveles marcados en la normatividad, esto es en caso de un desperfecto en la maquinaria, la misma será retirada del área de influencia del proyecto estos eventos serán incluidos en las bitácoras.



Impacto que se mitigará	Descripción de la medida a realizar	Indicador de realización de la medida de mitigación	Indicador de efectos de realización	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Calendario de comprobación de efecto de la medida	Punto de comprobación del efecto de la medida	Medidas de urgente aplicación
Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria	Se realizará el riego de los caminos internos y de acceso todos los días	Esta medida se deberá realizar a partir del inicio de las actividades de preparación y durante toda la construcción	Con esta medida se pretende evitar al máximo la dispersión de polvos	En el momento de iniciar la preparación del terreno en el área de influencia del proyecto	Es inadmisible haber iniciado la etapa de preparación sin contar con la capacidad de realizar estos riegos	Esta medida se comprobará con la bitácora de llegada de la pipa al área de influencia del proyecto	Se comprobará con el reporte semanal del total de riegos	Si por algún motivo el vehículo encargado de los riegos no pudiese realizarlos, se deberá contar con un vehículo de respaldo
Derribo de vegetación secundaria por motivo de la preparación del terreno	Se realizará un programa de rescate de especies enlistadas en la normatividad vigente, así como de las especies de lento crecimiento	Esta medida se realizará a partir del inicio de las obras.	Con esta medida se busca reducir el impacto generado por la pérdida de vegetación en el sitio	Una vez iniciada la etapa de preparación	Haber iniciado esta etapa sin haber arrancado con el programa de rescate	Se comprobará con la bitácora de avance de obras, y la lista de los individuos rescatados y replantados al día	Esta medida se comprobará con la bitácora de monitoreo de las especies replantadas	De presentarse el deterioro o mortandad de los individuos replantados, se deberá brindar el manejo adecuado para garantizar la supervivencia de estas



Impacto que se mitigará	Descripción de la medida a realizar	Indicador de realización de la medida de mitigación	Indicador de efectos de realización	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Calendario de comprobación de efecto de la medida	Punto de comprobación del efecto de la medida	Medidas de urgente aplicación
Pérdida de las zonas de refugio de las especies de fauna por el retiro de vegetación secundaria	Se realizará un programa de rescate de fauna	Esta medida se llevará acabo al inicio de la etapa de preparación	Esta medida busca evitar la afectación a los individuos de fauna presente en el área	Una vez iniciada la etapa de preparación del proyecto	Haber iniciado la etapa de preparación del proyecto sin aplicar el mencionado programa	Se comprobará con la bitácora de avance de obras	Se comprobará con el reporte de actividad de rescate de fauna	De registrarse la presencia de algún individuo de fauna se deberá aplicar el programa de rescate de fauna
Problemática por el potencial contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación del terreno	Se realizará un programa de rescate de fauna	Esta medida se llevará acabo al inicio de la etapa de preparación	Con esta medida se prevé evitar que exista una problemática entre las especies silvestres y el personal	Una vez iniciada la etapa de preparación del proyecto	Haber iniciado la etapa de preparación del proyecto sin aplicar el mencionado programa	Se comprobará con la bitácora de avance de obras	Se comprobará con el reporte de actividad de rescate de fauna	De registrarse la presencia de algún individuos de fauna deberá aplicar el programa de rescate de fauna



Impacto que se mitigará	Descripción de la medida a realizar	Indicador de realización de la medida de mitigación	Indicador de efectos de realización	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Calendario de comprobación de efecto de la medida	Punto de comprobación del efecto de la medida	Medidas de urgente aplicación
Afectación a especímenes de flora con alguna categoría de riesgo en la NOM- 059-SEMARNAT-2010	Se realizará un programa de rescate de especies enlistadas en la normatividad vigente, así como de las especies de lento crecimiento	Esta medida se realizará a partir del inicio de las obras.	Con esta medida se busca reducir el impacto generado por la pérdida de vegetación en el sitio	Una vez iniciada la etapa de preparación	Haber iniciado esta etapa sin haber arrancado con el programa de rescate	Se comprobará con la bitácora de avance de obras, y la lista de los individuos rescatados y replantados al día	Esta medida se comprobará con la bitácora de monitoreo de las especies replantadas	De presentarse el deterioro o mortandad de los individuos replantados, se deberá brindar el manejo adecuado para garantizar la supervivencia de estas
Atracción de fauna nociva	Se colocarán depósitos con tapa destinados a contener residuos orgánicos resultado de las comidas que realicen los trabajadores	Desde el inicio de las actividades concernientes a la preparación se colocarán estos depósitos	Esta medida busca evitar la atracción a fauna nociva y fauna oportunista que se pueda localizar en el área de influencia del proyecto	Una vez iniciada la etapa de preparación	Haber iniciado la etapa de preparación sin la existencia suficiente de estos depósitos	Se comprobará con revisiones visuales de manera semanal sobre el área de influencia del proyecto	Se registrará de manera fotográfica y con bitácoras de avances de obra	De presentarse algún evento con fauna nociva u oportunista atraída por este tipo de residuos se deberá plantear el aumentar la periodicidad



Impacto que se mitigará	Descripción de la medida a realizar	Indicador de realización de la medida de mitigación	Indicador de efectos de realización	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Calendario de comprobación de efecto de la medida	Punto de comprobación del efecto de la medida	Medidas de urgente aplicación
								en la recolección de estos.
Modificación en los patrones de infiltración	Se realizará un programa de conservación de suelo y agua, mediante la construcción de canales de desvío con material biodegradable, como las geomallas	Esta medida se realizará durante la etapa de construcción una vez efectuada la nivelación del terreno	Con esta medida se busca reducir al máximo la pérdida de infiltración a la que se someterá el terreno	Una vez iniciada la etapa de construcción	Finalizar la etapa de construcción sin haber realizado esta medida	Se comprobará esta medida durante el mantenimiento	La comprobación de los mismos se realizará por medio de las bitácoras de mantenimiento y anexo fotográfico, esta medida mitigará el impacto generado al factor agua	En caso de haber alguna obstrucción en las canaletas de desvío se procederá a hacer una revisión particular de los mismos con el fin de resolver algún problema que se presente



Impacto que se mitigará	Descripción de la medida a realizar	Indicador de realización de la medida de mitigación	Indicador de efectos de realización	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Calendario de comprobación de efecto de la medida	Punto de comprobación del efecto de la medida	Medidas de urgente aplicación
Generación de residuos peligrosos	Los residuos peligrosos que se generen durante la preparación y construcción, serán separados en tambos de 200 lt etiquetados con el tipo de residuo que contienen, de acuerdo a la clasificación CRETIB para ser entregados a una empresa autorizada para dar el manejo a dichos residuos hasta su deposición	Durante el tiempo que duren las obras y por la presencia del personal se generarán residuos de esta índole.	Con esta medida se evitará tanto la contaminación potencial al suelo, aire y agua, que representa un mal manejo de estos residuos, como cualquier daño a la salud	Desde el momento en que arriben los trabajadores al sitio de proyecto.	Cuando se observe un mal manejo en este tipo de residuos.	Es responsabilidad de la empresa contratista y de la promovente el realizar estas inspecciones por parte de su supervisión ambiental todos los días.	Se realizarán registros de todos los residuos que se generen, esta medida prevendrá el impacto al factor suelo y seguridad laboral y ambiental.	De presentarse alguna contingencia con este tipo de residuos.



IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

Impacto que se mitigará	Descripción de la medida a realizar	Indicador de realización de la medida de mitigación	Indicador de efectos de realización	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Calendario de comprobación de efecto de la medida	Punto de comprobación del efecto de la medida	Medidas de urgente aplicación
	final.							



Impacto que se mitigará	Descripción de la medida a realizar	Indicador de realización de la medida de mitigación	Indicador de efectos de realización	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Calendario de comprobación de efecto de la medida	Punto de comprobación del efecto de la medida	Medidas de urgente aplicación
Generación de residuos sólidos municipales.	Existirán depósitos rotulados con la leyenda "BASURA" en los sitios de trabajo.	Durante el tiempo que duren las obras y por la presencia del personal se generarán residuos de esta índole.	Con esta medida se pretende evitar la atracción de fauna nociva, así como la contaminación del suelo por residuos sólidos urbanos, así como el impacto a la calidad escénica que esto pudiera presentar.	Desde el momento en que arriben los trabajadores al sitio de proyecto.	En el momento en que por medio de una revisión visual, se observe la presencia de este tipo de desechos.	Es responsabilidad de la empresa contratista y de la promotora el realizar estas inspecciones por parte de su supervisión ambiental todos los días.	Se comprobará en las bitácoras de la empresa encargada de retirar el contenido de los depósitos de basura y con la evidencia fotográfica del área de influencia del proyecto, esta medida mitigará el impacto producido al factor suelo.	De presentarse contaminación por estos residuos se deberá comenzar con la inmediata recolección de los mismos.
Generación de aguas residuales sanitarias.	Durante la etapa de preparación y construcción, las aguas sanitarias	Durante las etapas de preparación y construcción con la	Con esta medida se busca evitar la contaminación de del	Una vez comenzada la etapa de preparación del sitio.	El momento en el que se evidencie la contaminación por aguas residuales.	Es responsabilidad de la empresa contratista y de la	Se comprobará en las bitácoras de la empresa encargada de	De presentarse contaminación por estos residuos se deberá



Impacto que se mitigará	Descripción de la medida a realizar	Indicador de realización de la medida de mitigación	Indicador de efectos de realización	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Calendario de comprobación de efecto de la medida	Punto de comprobación del efecto de la medida	Medidas de urgente aplicación
	serán colectadas y manejadas por la empresa que preste el servicio de baños portátiles	presencia de trabajadores se generarán aguas residuales sanitarias.	suelo y el agua que se absorbe al manto freático.			promoviente el realizar estas inspecciones por parte de su supervisión ambiental todos los días.	retirar el contenido de los baños portátiles, esta medida mitigará el impacto producido al factor suelo.	comenzar con la inmediata recolección de los mismos.



Impacto que se mitigará	Descripción de la medida a realizar	Indicador de realización de la medida de mitigación	Indicador de efectos de realización	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Calendario de comprobación de efecto de la medida	Punto de comprobación del efecto de la medida	Medidas de urgente aplicación
Generación de residuos de manejo especial.	Los residuos de manejo especial que se generen durante la construcción, serán separados en tambos de 200 lt etiquetados con el tipo de residuo que contienen, para ser entregados a una empresa autorizada para dar el manejo a dichos residuos hasta su deposición final.	Durante la construcción del proyecto se producirán residuos de manejo especial, como son trapos con taparrosas, envases de pintura, sacos de cemento vacíos, etc.	Con esta medida se evitará tanto la contaminación potencial al suelo, aire y agua, que representa un mal manejo de estos residuos.	Una vez iniciada las fases de construcción.	Cuando se observe un mal manejo en este tipo de residuos.	Se realizará el manejo adecuado de los residuos de manejo especial.	Se realizarán registros de todos los residuos que se generen, esta medida prevendrá el impacto al factor suelo y seguridad ambiental.	De presentarse alguna contingencia con este tipo de residuos.



Impacto que se mitigará	Descripción de la medida a realizar	Indicador de realización de la medida de mitigación	Indicador de efectos de realización	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Calendario de comprobación de efecto de la medida	Punto de comprobación del efecto de la medida	Medidas de urgente aplicación
Modificación de la calidad escénica.	No se considera una acción en este rubro, debido a que el proyecto se encontrará cercana a la carretera estatal número 20 Hermosillo-Sahuaripa, cercana a la localidad rural Mesa del Seri Hermosillo y las estructuras a instalar no miden más de 2 metros de altura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A



Impacto que se mitigará	Descripción de la medida a realizar	Indicador de realización de la medida de mitigación	Indicador de efectos de realización	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Calendario de comprobación de efecto de la medida	Punto de comprobación del efecto de la medida	Medidas de urgente aplicación
Incremento en la demanda de servicios públicos municipales	Se deberá encausar a todo el personal que arribe al proyecto, a los núcleos poblacionales que cuenten con la disponibilidad de servicios	Esta medida deberá realizarse al momento de iniciar el arribo del personal que intervendrá sobre todo durante la construcción	Con esta medida se busca evitar el desabasto de servicios en comunidades que no cuenten con la capacidad para brindar el total de los servicios	Una vez iniciada la migración del personal	Comenzar con la instalación del personal en áreas que no soporten el incremento en la demanda de servicios	Se justificará con la estabilidad del personal en estas áreas urbanas	Se comprobará con el número de empleados para los que fue necesario reubicarse	De presentarse afectaciones a la población laboral se procederá a reubicar al personal en áreas donde puedan disponer de dichos servicios



Impacto que se mitigará	Descripción de la medida a realizar	Indicador de realización de la medida de mitigación	Indicador de efectos de realización	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Calendario de comprobación de efecto de la medida	Punto de comprobación del efecto de la medida	Medidas de urgente aplicación
Incremento temporal de la población, por migración de trabajadores	Se deberá encausar a todo el personal que arribe al proyecto, a los núcleos poblacionales que cuenten con la disponibilidad de áreas habitacionales	Esta medida deberá realizarse al momento de iniciar el arribo del personal que intervendrá sobre todo durante la construcción	Con esta medida se busca evitar el desabasto de viviendas o habitaciones necesarias para alojar a los trabajadores	Una vez iniciada la migración del personal	Comenzar con la instalación del personal en áreas que no soporten el incremento en la demanda de zonas habitables	Se justificará con la estabilidad del personal en estas áreas	Se comprobará con el número de empleados para los que fue necesario reubicarse	De presentarse afectaciones a la población laboral se procederá a reubicar al personal en áreas donde puedan disponer de dichos servicios



6.3 Medidas de compensación

Los principios que guían la compensación ambiental se han estimado según la siguiente visión (Sánchez 2011):

- Proporcionalidad entre el daño causado y la compensación planeada, que debe ser, como mínimo, equivalente.
- Preferencia por las medidas compensatorias que representen la reposición o la sustitución de las funciones o de los componentes ambientales afectados.
- Preferencia por las medidas que se puedan implementar en una zona contigua a la zona afectada o alternativamente, en la misma cuenca hidrográfica.

6.3.1 Identificación de las medidas de compensación y viabilidad y eficacia de su aplicación

A continuación se enlistan las medidas de compensación identificadas, desde diferentes disciplinas, para algunos de los impactos:

Medida de mitigación	Impacto que compensa
Programa Conservación de Suelo y Agua	Compensa el impacto provocado a los factores Suelo y Agua, por las actividades de preparación y construcción necesarias para la realización del proyecto
Programa de mantenimiento de vehículos y maquinaria	Compensa la potencial afectación a los factores Aire, Suelo y Agua, a causa de un mal funcionamiento de los vehículos y la maquinaria que se utilizará para la construcción de la Central.

6.4 Fase de abandono

El proyecto, por su naturaleza, ha sido planificado a largo plazo (mayor a veinte años) y no contempla una fase de abandono en forma, ya que estos proyectos actualizan sus equipos y procesos de acuerdo a las necesidades que se van presentando.

En todo caso el desmantelamiento de las instalaciones se hará de acuerdo con los procesos normales de demolición, considerando el correcto manejo de los residuos



sólidos peligrosos, no peligrosos y de manejo especial y su disposición final de acuerdo con las leyes y normas vigentes.

6.5 Impactos residuales

Como impactos residuales para la Central Fotovoltaica Hermosillo, con base en los análisis se determinó que la preparación, construcción, operación y mantenimiento no representa una afectación directa para los factores ambientales presentes, debido a que este tipo de proyectos son amables con el medio ambiente y se consideran de bajo impacto ambiental.

Los impactos que permanecerán en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación son:

- Compactación del suelo



7	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	296
7.1	PRONÓSTICO DEL ESCENARIO	296
7.1.1	ANÁLISIS ACTUAL DEL ESCENARIO SIN PROYECTO	298
7.1.2	ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO DE 5 A 10 AÑOS	300
7.1.3	ANÁLISIS DEL ESCENARIO ACTUAL CON PROYECTO	300
7.1.4	ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO DE 5 A 20 AÑOS	300
7.2	ENFOQUE DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	301
7.2.1	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)	302
7.2.1.1	OBJETIVOS	302
7.2.1.2	FICHAS DE REPORTE	302
7.2.1.3	GENERACIÓN DE INDICADORES	302
7.2.1.4	REPORTES ANUALES	302
7.2.2	FACTORES AMBIENTALES	303
7.2.2.1	AIRE	303
7.2.2.2	SUELO	303
7.2.2.3	AGUA	304
7.2.2.4	COMPONENTES BIÓTICOS	304
7.2.2.4.1	PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA	304
7.2.2.4.2	PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA	305
7.2.2.4.2.1	RESIDUOS	305
7.3	CONCLUSIONES	305



7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

7.1 Pronóstico del escenario

El predio donde se pretende instalar la Central Fotovoltaica Hermosillo y su línea de transmisión se encuentra ubicado aproximadamente a 7.38 kilómetros al sureste de la localidad de Mesa del Seri; en el municipio de Hermosillo, Sonora. La vegetación del área corresponde a una Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Xerófilo con abundancia de pastos. No se encuentra dentro o próximo a ningún Área Natural Protegida, federal, estatal o municipal, así como tampoco existe disposición establecida por ningún Programa de Ordenamiento Ecológico Regional o Local que limite el desarrollo del proyecto en el área propuesta.

El clima regional es de tipo desértico con temperaturas cálidas y lluvias en verano, con un porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2%. En la actualidad, el principal problema ambiental es el déficit de agua, causando severos problemas de sequía, y consecuentemente problemas económicos, sociales y ambientales.

La sequía tiene una razón histórica ligada a la ciudad de Hermosillo. Tradicionalmente el abasto de agua era desde la presa Abelardo L. Rodríguez y en algunas ocasiones a partir de la extracción de agua de pozos. Sin embargo, en la década de los noventa, el agua de la presa disminuyó y Hermosillo se volvió dependiente de una batería de pozos ubicados en las áreas de captación alrededor de la presa, incluidos los de Mesa de Seri (Salazar Adams y Pineda Pablos, 2010).

Posteriormente en la década del dos mil, el agua se redujo de forma considerable, llegando a niveles dramáticos de disminución hasta del 30% en un año (López Ibarra, 2005). En consecuencia, a finales de esta década los pozos se encontraron secos y Hermosillo tuvo que recurrir a aguas subterráneas de la cuenca del río Sonora, zona que en la actualidad presenta sobreexplotación.

El déficit ha llegado a niveles tan alarmantes que se han perforado pozos a más de 200 metros, sin encontrar ningún recurso hídrico (Com. per. Habitantes de Mesa de Seri). El conflicto social consecuente ha alcanzado niveles de lucha por territorio y defensa de los pueblos Yaquis, ya que actualmente se extrae agua del Valle Yaqui, para abastecer a la ciudad de Hermosillo (Moreno Vázquez, 2014). Poco a poco el abastecimiento de agua se volvió totalmente subterráneo, y dejó de obtenerse por rodamiento, y en consecuencia se elevó el consumo de energía eléctrica (Pineda Pablos, 2006).

El consumo total de energía en Hermosillo en 2013 fue del 30% en relación al consumo estatal (3.26 millones de MWh y 312,318 usuarios). De los cuales, el sector industrial, comercial y de servicios consumió con el 78.6%, los hogares el 13.5%, la agricultura con



un 4.10%, y los servicios públicos como el alumbrado público y el bombeo de agua, el 3.8%¹.

La producción de energía eléctrica en el estado en 2013, se efectuó de la siguiente manera: 56% ciclo combinado, 38% termoeléctrica, 5% hidroeléctrica, el resto es a través de plantas de turbo gas y combustión interna. La mayor producción de energía es a través de las Centrales de Ciclo Combinado en Hermosillo, que empezaron a trabajar en 2001. La extracción de agua se efectúa a través de un pozo fuera de las instalaciones. En un lugar donde la situación del recurso es crítica, se convierte en un círculo vicioso ya que el 99% de la producción de energía estatal utiliza agua, y a su vez es necesaria la electricidad para obtener agua.

Es por tanto, necesaria la producción de energía seca, así como la diversificación en cuanto a la producción de energías renovables. Por tal motivo, se decretó en 2009 la Ley de Fomento de Energías Renovables y Eficiencia Energética del Estado de Sonora², con el objetivo de fomentar y apoyar a investigación, desarrollo, innovación y aplicación de fuentes renovables de energía y la eficiencia energética. De igual forma se estipula que la participación del Estado es a través de contratos con particulares para participar en el financiamiento, mantenimiento, gestión, operación y ampliación de la infraestructura necesaria para prestar el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica.

Particularmente el estado de Sonora tiene un elevado potencial para la producción de electricidad a partir de energía solar. Los valores de radiación solar reportados alcanzan un máximo de 7.65 kwh/m² y un mínimo de 1.57 kwh/m² (Capítulo 4). Actualmente se concretó un trato para que una empresa privada construya un parque de energía solar con capacidad de 80 MWp para cubrir el 100% de la electricidad del sistema de alumbrado público municipal, lo que implica el ahorro del 15% en el suministro de energía respecto al de la CFE³.

Es tangible el compromiso de impulsar al sector energético nacional a través de proyectos, programas y acciones, que promuevan las energías limpias y las mejores prácticas en políticas de eficiencia energética. El principal objetivo es la reducción de emisiones contaminantes y dirigir los esfuerzos hacia la sustentabilidad social, económica y ambiental, en concordancia con los compromisos ambientales globales presentes y futuros. Principalmente cuando la tendencia es hacia el crecimiento de la industria, y

¹ Consumos y porcentajes calculados con datos obtenidos en www.hermosillo.gob.mx/visitantes

² Gobierno del Estado de Sonora. Comisión de Energía del Estado de Sonora. Secretaría de Economía. http://www.energiabc.gob.mx/files/public/downloads/foro_soluciones/08%20Proyectos%20Energie%CC%81ticos%20-%20Estado%20de%20Sonora.pdf / <http://www.coes.sonora.gob.mx/images/descargas/Energias-Renovables/Ley-de-fomento-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica-del-Estado-de-Sonora.pdf>

³ SENER (Secretaría de Energía). 2016. Evaluación rápida del uso de la energía, Hermosillo, Sonora. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/59869/24_Hermosillo.pdf



consecuentemente un aumento en el consumo de energía eléctrica, con la fuerte problemática del estrés hídrico regional.

El aumento de actividades industriales, dirigido hacia la formación de cadenas productivas, es una condición indispensable para el desarrollo económico local en el nuevo escenario que genera un entorno globalmente competitivo. En el caso de Sonora, a partir de la instalación de la planta de estampado y ensamble de la Ford Motor Company en Hermosillo en 1986, se detona un clúster de proveeduría local con incentivos y capacitación. Actualmente se impulsan los sectores aeroespacial y de aeropartes, así como el minero y el agroindustrial.

7.1.1 Análisis actual del escenario sin proyecto

La sequía ha causado diversos problemas a nivel regional. La sequía severa que se ha presentado ha repercutido en la producción agropecuaria. La actividad pecuaria ha disminuido tanto, que se han cerrado granjas, el rastro, y se han perdido y abandonado parcelas de cultivos. Reduciendo los ingresos económicos y las fuentes de empleo, de manera dramática. Lo que repercute en problemas sociales y ambientales ajenos a la sequía. Por ejemplo, para tener un ingreso extra, algunas personas promueven la cacería furtiva de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), no para autoconsumo. Es decir, cazadores provenientes de Estados Unidos, pagan por cazar en sus tierras, además de obtener ingresos extra, como guías de campo (*com. per.* Habitantes de Mesa del Seri).

Al reducir las fuentes de empleo y no crearse nuevas, se reducen los ingresos económicos, la población tiende a migrar. El tipo de migración que se da en estas localidades es hacia la cabecera municipal, que es la capital del estado. Una de las principales actividades económicas de la ciudad de Hermosillo es la industria maquiladora (Wong Gonzalez, 2005). Por lo que, la gente de las localidades subrurales cercanas a la urbe, como La Mesa del Seri, migran en busca de empleo en la maquila.

El costo del pasaje diario implica un gasto fuerte (mínimo 40 pesos que sólo es el pasaje de Mesa de Seri a la central de autobuses) en personas que ganan uno (73.04 pesos) o dos salarios mínimos. Por lo tanto, es un fenómeno repetitivo, que la población en edad productiva, migra hacia la ciudad, dejando a sus hijos en casa de los abuelos. Por lo tanto, la población es extrema, o es gente mayor o niños.

Esta situación provoca que los abuelos críen a los niños, con muchas carencias; no sólo económicas, también afectivas y educativas, ya que no existe una clara delimitación de las funciones y roles que cada uno desempeña en la familia. Los abuelos tienen una fuerte carga económica, emocional y física, que puede llegar a la muerte (Tabuena Lafarga, 2006). Mientras que los pequeños se vuelven más vulnerables a problemas sociales como las adicciones y delincuencia. Pues los niños de padres que no pueden ocuparse de ellos tienen más probabilidades de presentar problemas emocionales y de



conducta, como rebeldía y carencia de límites, como consecuencia de la fragmentación familiar (Pedone, 2008).

Las adicciones y la delincuencia es un problema tangible en las localidades. En primera instancia, Sonora es un estado que limita con Estados Unidos. Para la mayoría de las regiones o estados fronterizos la contigüidad geográfica representa una oportunidad para incrementar los flujos comerciales y de servicios, así como la integración y la complementariedad económica. Sin embargo, la línea fronteriza es vista como sinónimo de migración ilegal, contrabando y narcotráfico.

Esta situación se agudiza en momentos de crisis económica, convulsión política, amenaza terrorista o conflicto bélico. Por lo tanto, más que puntos de vinculación, las regiones fronterizas son consideradas puntos de conflicto y separación. En las zonas de frontera es donde los contrastes entre la estabilidad en las relaciones interestatales y las tensiones provocadas por la crisis social y estatal y las tensiones provocadas por la crisis social y las actividades criminales, como es el tráfico de drogas, son más marcadas (Wong-Gonzalez, 2005).

La principal ruta de migración en Sonora hacia Estados Unidos es Hermosillo-Altar-Sásabe. A partir de que Estados Unidos modifica las políticas de acción y control de vigilancia en su frontera con México en 1993, las rutas de los flujos de migrantes, y los movimientos relacionados, han sido alterados con frecuencia. En lugar de buscar los centros urbanos más accesibles, los migrantes eligen las zonas más inhóspitas y peligrosas, principalmente la frontera desértica de Sonora-Arizona (Anguiano Téllez y Trejo Peña, 2007).

El área de estudio pertenece a un estado fronterizo, a una ciudad de paso importante para migrantes y el tren (Ferromex) que llega a Nogales o Mexicali. Es bien conocido que los trenes son una de las principales formas de traslado de ilegales, a lo largo de México. Los coyotes que operan en los patios de carga de Brownsville y Laredo siguen trasladando a migrantes por tren con rumbo al norte, a pesar de que la Patrulla Fronteriza y las compañías ferroviarias hayan intentado acabar con sus actividades (Spener, 2015).

La problemática social repercute en el entorno, sobre la apropiación y explotación de los recursos. El deterioro ambiental, consecuencia de la explotación de recursos por actividades ganaderas y agrícolas, aunada a los problemas de sequía, repercute en las actividades económicas, que a su vez apuntan hacia la expulsión de los habitantes locales productivos, dejando una problemática social local. Es por tanto necesaria la diversificación económica, que ofrezca alternativas y soluciones al conflicto social y ambiental, tanto local como regional.



7.1.2 Análisis del escenario sin proyecto de 5 a 10 años

La tendencia política y económica es encaminar soluciones al conflicto de demanda energética y al abasto del agua. Actualmente el mayor abasto de energía eléctrica es a partir de las centrales de ciclo combinado. Si bien ofrecen ventajas tanto económicas como ambientales en cuanto a la optimización del uso de los recursos, no es considerada una energía limpia, además de que necesita un alto consumo de agua. Por tanto, no es considerada una opción viable en una región donde el principal problema es el déficit del recurso.

Los conflictos ambientales, sociales y económicos que están ligados al estrés hídrico, podrían rebasar niveles críticos si no se busca una solución. Prueba de esto es la llamada Primera Guerra del Agua en México, consecuencia de la extracción de agua en la Cuenca del Río Yaqui (Moreno Vázquez, 2014) a nivel regional. A nivel local, los problemas sociales y de migración, la imposibilidad de usar las tierras ejidales y su consecuente abandono, la fractura de la familia como unidad social y la delincuencia, son señales de la necesidad de soluciones.

7.1.3 Análisis del escenario actual con proyecto

Si bien la construcción de la fotovoltaica no es una solución completa a los crecientes problemas económicos, sociales y ambientales del municipio, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) otorgó el permiso generación. De esta forma, se reduce la demanda local y por tanto el uso de agua y la emisión de contaminantes atmosféricos.

De igual forma, la obra implica una oferta de empleos directos e indirectos que traen una mejora en la calidad de vida de los locales. De las mejoras indirectas se espera que al aumentar la movilidad local, se diversifique el transporte local, favoreciendo a los residentes en el ámbito social (familiar) y económico.

El terreno seleccionado para este fin actualmente está ocupado por vegetación secundaria de matorral arbofruticosa, con abundancia de pastos de forrajeo introducidos (*Pennisetum ciliare*). En general el paisaje homogéneo y altamente perturbado asociado a la explotación ganadera. En una zona donde los terrenos de este tipo tienden a ser abandonados por la nula productividad que se puede obtener de ellos.

7.1.4 Análisis del escenario con proyecto de 5 a 20 años

Los impactos de la construcción y operación de la planta son puntuales y mitigables, por lo que no representan un daño ambiental, y si una alternativa de solución a los conflictos locales, económicos, sociales y ambientales, así como la tendencia a la creación de proyectos de esta magnitud.



La presencia de los módulos fotovoltaicos, no produce ruido capaz de generar una contaminación, ni emisiones de gases a la atmósfera, así como tampoco se utilizará fuego durante ninguna etapa del proyecto. Por otra parte el beneficio generado por la implementación de este tipo de proyectos abarca un nivel socioeconómico, al promover la generación de empleos directos e indirectos, representado un aumento en la derrama económica para el municipio de Hermosillo; así como un nivel ambiental al representar reducción de emisiones a la atmósfera al no emitir GEI.

La construcción de la Central Fotovoltaica Hermosillo representa un reconocimiento al uso racional y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de la nación. Sobre todo por el potencial energético que ofrece la zona, así como la producción seca en un área de problemática por escasas de agua.

7.2 Enfoque del Programa de Vigilancia Ambiental

La Economía Verde, como paradigma propuesto por la ONU, consiste básicamente en priorizar la inversión en una nueva generación de activos, como los servicios de los ecosistemas, tecnologías limpias y eficientes, energías renovables, la gestión integral de residuos y químicos, los negocios basados en la biodiversidad y ecoeficiencia en edificios, construcción y el transporte (PNUD, 2010).

Los corporativos y gobiernos locales tienen un papel importante en la toma de decisiones hacia una economía verde. El desempeño ambiental de proyectos, en el contexto de planes locales de ordenamiento territorial, permiten definir una estrategia para el futuro desarrollo del territorio, incluidas las cuestiones ambientales, sociales y económicas.

La pregunta clave es ¿cómo puede el Programa de Vigilancia, generado a partir del EIA, contribuir a garantizar que las estrategias de sustentabilidad de la Central Fotovoltaica Hermosillo se orienten hacia una economía verde?

La garantía de que el promovente cumpla con lo considerado en la MIA para la mitigación, compensación y restauración de los impactos ambientales, se derivará de la vigilancia que ejerzan las autoridades para el fiel cumplimiento de dichas acciones. Dentro del Programa de Vigilancia Ambiental propuesto en la MIA, se prevé la presentación de manera periódica, de informes de avances de actividades, en donde se detallan de manera textual y gráfica las acciones ejercidas para la mitigación, compensación y restauración de los impactos.



7.2.1 Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

7.2.1.1 Objetivos

- Establecer los mecanismos, procedimientos y lineamientos para que las acciones de mitigación, compensación y buenas prácticas ambientales, sean llevadas a cabo.
- Fijar los procedimientos para obtener indicadores ambientales, que permitan calificar el éxito de las medidas propuestas, así como los programas generados para su cumplimiento.

7.2.1.2 Fichas de Reporte

Las fichas de reporte servirán para identificar, clasificar y notificar aquellos incidentes que alteren el cumplimiento de las medidas de mitigación o por el proceso. Dichas fichas servirán como reportes al describir los desvíos detectados, los involucrados y las medidas aplicadas para corregir el desvío en sí.

7.2.1.3 Generación de indicadores

Se obtendrán indicadores del cumplimiento de las actividades, los cuales permitirán obtener volúmenes, niveles y valores cuantificables que señalen el desempeño de lo establecido. Estos indicadores son propios a cada rubro y podrán aparecer nuevos conforme avance el programa de vigilancia.

7.2.1.4 Reportes anuales

Se elaborarán fichas, que contengan los indicadores y para manifestar el cumplimiento de los programas específicos incluidos en este documento. Se realizarán reportes anuales internos los cuales contendrán la información recabada y el análisis que permita a través de la retroalimentación, mejorar el programa de verificación ambiental. Dichos reportes se entregarán a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como aquellos indicadores que se consideren importantes para demostrar la sustentabilidad del proyecto.

Los reportes incluirán:

- Bitácora de obra
- Memoria técnica de la ejecución de las obras realizadas
- Ubicación de las acciones realizadas
- Superficie y cuantificación de las obras realizadas
- Monitoreo de las acciones realizadas
- Evaluación de la efectividad de las acciones realizadas



7.2.2 Factores ambientales

7.2.2.1 Aire

- Generar la información que permita verificar el nivel de la calidad del aire del proyecto dada su operación, con respecto a la normativa de calidad del aire aplicable.
- Informar los niveles de emisión de gases provenientes de las unidades de generación eléctrica durante su fase de operación.

Para la supervisión del desarrollo de las medidas de mitigación para la disminución de impactos en el aire.

- **Programa de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria**

Normas Oficiales Mexicanas ambientales aplicables en el Programa de mantenimiento preventivo:

NOM-041-SEMARNAT-2015

NOM-042-SEMARNAT-2003

NOM-044-SEMARNAT-2006

NOM-045-SEMARNAT-2006

Los indicadores a obtener serán:

- El número de vehículos que reciben mantenimiento
- El tipo de mantenimiento realizado

Junto al Programa de mantenimiento y con el fin de cumplir con las medidas de mitigación del aire es obligatoria la humectación diaria de caminos. Las actividades deben especificar el tipo de riego, tiempos y rutas más eficientes para mantener el gasto de combustible y la generación de emisiones al mínimo.

Los indicadores a obtener serán el volumen de agua empleado, la eficiencia de rutas y vehículos empleados.

7.2.2.2 Suelo

Para dar cumplimiento a las medidas de mitigación para el suelo se supervisará lo siguiente:

- Identificación de las zonas afectadas o vulnerables a procesos de degradación del suelo.



- Verificar que el suelo fértil sea retirado y se realice composta con él, para que una vez terminadas las actividades, se coloque alrededor del área de proyecto revegetación.
- Verificar que las prácticas de conservación recomendadas se lleven a cabo adecuadamente, así como dar seguimiento al cumplimiento; de no ser así, proponer la modificación de las mismas.

Lo anterior mediante la aplicación de un programa de:

- **Conservación de suelo y agua**

7.2.2.3 Agua

Con el fin de dar vigilancia a lo establecido dentro las condicionantes y medidas de mitigación, para el agua dentro del proyecto, se continuará con la aplicación de:

- **Programa de conservación de suelo y agua**

Dentro de la supervisión propuesta para el agua, se realizan revisiones constantes del estado de los drenes, para constatar su estado y programar el mantenimiento previo a la temporada de lluvias. Se contempla el desazolve de los drenes, la comprobación de la pendiente y la capacidad de aforo.

7.2.2.4 Componentes bióticos

7.2.2.4.1 Programa de rescate y reubicación de flora

El presente programa está enfocado a rescatar y reubicar a las especies prioritarias de flora, localizadas dentro del área para la construcción de la central fotovoltaica, con la finalidad de reducir el impacto al ambiente.

Objetivos

- Implementar las acciones necesarias para el rescate y reubicación de la flora, en particular de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de lento crecimiento, ubicadas dentro del polígono de la Central Fotovoltaica Hermosillo.
- Contribuir a la mitigación de impactos adversos sobre la flora presente en la zona.
- Contribuir a la conservación de la diversidad biológica y a los procesos ecológicos de la zona del proyecto y su área de influencia.
- Reubicar en sitios con condiciones similares a los individuos rescatados, con el fin de asegurar su viabilidad y permanencia dentro del polígono del proyecto.



7.2.2.4.2 Programa de rescate y reubicación de fauna

El presente programa está enfocado a rescatar y reubicar a las especies de fauna, localizadas dentro del área del proyecto, con la finalidad de evitar las afectaciones estas especies.

Los objetivos son:

- Implementar las acciones necesarias para el rescate de la fauna, y en particular de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 citadas en la MIA que se registren durante la puesta en marcha y operación del proyecto.
- Reubicar a los individuos rescatados en sitios previamente identificados, con el fin de asegurar su viabilidad y permanencia en el Sistema Ambiental.
- Implementar las medidas de captura, manejo y traslado necesarias para la supervivencia de los individuos rescatados durante la aplicación de este programa.

7.2.2.4.2.1 Residuos

Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Las áreas de operaciones, mantenimiento y servicios cuentan con un área de clasificación de residuos, de acuerdo al código de colores establecido.

Residuos sólidos

Básicamente el sistema de manejo de los residuos se compone de tres subsistemas:

- Generación de residuos
- Transporte
- Tratamiento y disposición en lugares autorizados

Aguas residuales sanitarias

Se contratará a una compañía para llevar en pipas el agua de uso común, hasta el área de proyecto. La recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales sanitarias se llevará a cabo por una compañía que cuente con la infraestructura necesaria para el tratamiento de aguas.

Cabe mencionar que no se tomará agua de ningún escurrimiento superficial o subterránea durante ninguna etapa del proyecto.

7.3 Conclusiones

En el marco legal vigente en México se reconoce al aprovechamiento de radiación solar como energía limpia. Consecuentemente, dicha tecnología tiene derecho a recibir los beneficios otorgados en la legislación. A su vez, el aprovechamiento de radiación solar recibe también los beneficios que se reconocen a las energías renovables en la Ley de



IBERDROLA RENOVABLES NOROESTE, S.A. DE C.V.

Fomento de Energías Renovables y Eficiencia Energética del Estado de Sonora. Se realizó el diseño del proyecto de la Central Fotovoltaica Hermosillo, considerando la naturaleza de su proceso para asegurar el cumplimiento de las disposiciones establecidas por la normatividad vigente en la materia y asegurando el no comprometer la estabilidad ecológica del sitio donde se pretende desarrollar.



<u>8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES</u>	<u>307</u>
8.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN	307
8.2 PLANOS DEFINITIVOS	307
8.2.1 FOTOGRAFÍAS	307
8.2.2 VIDEOS	307
8.2.3 LISTAS DE FLORA Y FAUNA	307
8.3 OTROS DE LA MIA-P, POR CAPÍTULO	307
8.4 GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	309
8.5 BIBLIOGRAFÍA	317



8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

8.1 Formatos de presentación

Esta Manifestación de Impacto Ambiental se elaboró conforme a lo estipulado en la Guía Autorizada por SEMARNAT, para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del Sector Eléctrico, Modalidad: Particular

8.2 Planos definitivos

Están contenidos en el anexo 2 del presente documento.

8.2.1 Fotografías

Están contenidas en el anexo 4 del presente documento.

8.2.2 Videos

Para este proyecto no fue necesario implementar este tipo de evidencia.

8.2.3 Listas de flora y fauna

Están contenidas en el anexo 4 del presente documento.

8.3 Otros de la MIA-P, por capítulo.

Anexo 1.- Documentación Legal

- 1.1 Acta Constitutiva Iberdrola Renovables Noroeste S.A. de C.V.
- 1.2 Autorización Razón Social Iberdrola Renovables Noroeste S.A. de C.V.
- 1.3 RFC Iberdrola Renovables Noroeste S.A. de C.V.
- 1.4 Identificación del representante legal

Anexo 2.- Planos y Cronograma de trabajo

- 2.1 Implantación general
- 2.2 Implantación general y camino de acceso
- 2.3 Cimentaciones para Estructuras de Líneas de Transmisión
- 2.4 Cronograma Fotovoltaica Hermosillo
- 2.5 Torres para Líneas de Transmisión y Subestación
- 2.6 Líneas de transmisión



Anexo 3.- Áreas de Importancia

- 3.1 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)
- 3.2 Áreas Naturales Protegidas (ANPs)
- 3.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPs)
- 3.4 Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs)
- 3.5 Unidades de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAs)
- 3.6 Sitios RAMSAR

Anexo 4.- Mapas temáticos, Fotografías y listas

- 4.1 Localización
 - 4.1.1 Localización
 - 4.1.2 Sistema Ambiental
 - 4.1.3 Infraestructuras
- Medio físico
 - 4.2.1 Clima
 - 4.2.2 Temperatura
 - 4.2.3 Precipitación
 - 4.2.4 Radiación Solar
 - 4.2.5 Litología
 - 4.2.6 Provincia Fisiográfica
 - 4.2.7 Subprovincia Fisiográfica
 - 4.2.8 Sistema de Topoformas
 - 4.2.9 Elevación
 - 4.2.10 Edafología
 - 4.2.11 Red Hidrográfica satelital
 - 4.2.12 Red Hidrográfica
 - 4.2.13 Cuenca Hidrológica
 - 4.2.14 Subcuenca Hidrológica
 - 4.2.15 Uso de Suelo y Vegetación
- 4.3 Riesgos
 - 4.3.1 Heladas
 - 4.3.2 Ciclones
 - 4.3.3 Granizo
 - 4.3.4 Sequía
 - 4.3.5 Inundaciones
 - 4.3.6 Sismos
 - 4.3.7 Deslizamientos
 - 4.3.8 Fallas
 - 4.3.9 Volcanes
- 4.4 Medio Biótico
 - 4.4.1 Muestras de vegetación en el AP
 - 4.4.2 Muestras de vegetación en el AIP
 - 4.4.3 Muestras de fauna
- 4.5 Anexo Fotográfico
- 4.6 Listas de Flora



- 4.7 Listas de Fauna

Anexo 5.- Impactos

- 5.1 Check-list.
- 5.2 Matriz de Impactos

Anexo 7.-Programas

- 7.1 Programa de Vigilancia Ambiental
- 7.2 Programa de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria
- 7.3 Programa de Conservación de Suelo y Agua
- 7.4 Programa de Rescate y Reubicación de Fauna
- 7.5 Programa de Rescate y Reubicación de Flora
- 7.6 Programa de Reforestación

8.4 Glosario de términos

Absorción: Introducción o disminución de una sustancia dentro o a través de otra.

Abiótico: Caracterizado por la ausencia de vida. Lugar o proceso sin seres vivos.

Accidente Ambiental: Evento o circunstancia de origen natural o antropogénico que afecte directa o indirectamente el medio ambiente.

Aclimatación: Facultad del organismo humano de adaptarse a las variaciones de los distintos componentes del ambiente climático, tales como la presión barométrica, presión parcial de oxígeno, temperatura, grado de humedad y también en cierto modo a la ionización del aire e intensidad de los vientos.

Actores: Personas que intervienen activa o pasivamente en los procesos de gestión para su propio desarrollo o que asisten al proceso. Abarca los habitantes, los usuarios (habitantes o no de un ámbito), los representantes de organismos públicos o privados, los asesores o interventores en el ámbito, los representantes de los grupos de poder, los empresarios, los sindicatos y, en general, todas las personas que vean afectada su calidad de vida y que influyen o reciben los efectos de uso y conservación de los recursos del ámbito en estudio, así como los que tienen como función apoyar el desarrollo del hombre en dichos ámbitos

Acuífero: Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento. Formación geológica que contiene el suficiente material permeable saturado como para recoger cantidades importantes de agua que serán captadas en forma natural – manantiales – o en forma artificial – drenajes.

Acumulación (AC): Este atributo del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada a la acción que lo genera. Cuando



una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como uno. Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro.

Adaptaciones y mejoras: Desarrollos tendientes a adecuar tecnologías y a introducir perfeccionamientos. Usualmente presentan pocos rasgos de originalidad y novedad

Aditivos: Sustancias que son agregadas a un producto cualesquiera considerado como materia primordial y que inciden sobre alguna de sus características físico químicas. Desde el punto de vista ambiental, en algunos casos, el aditivo agregado a un producto suele ser más perjudicial que el producto mismo.

Agentes nocivos: Sustancias que liberadas en el medio ambiente en concentraciones inadecuadas significan un peligro para la biota.

Agua potable: Agua que puede beberse sin riesgos para la salud.

Agua subterránea: Agua existente debajo de la superficie terrestre en una zona de saturación, donde los espacios vacíos del suelo están llenos de agua.

Aluvial: Sedimento compuesto por peñascos, gravas, arenas, limos y arcillas, depositado en la boca de los cañones intermontaños durante las grandes avenidas fluviales.

Ambientalismo: Conjunto de corrientes que integran la gran meta por un mejor ambiente para todos con el objetivo de respetar el funcionamiento ecológico de la naturaleza y el significado cultural de la vida y la libertad.

Ambiente: *Región, alrededores y circunstancias en las que se encuentra un ser u objeto. El ambiente de un individuo comprende dos tipos de constituyentes: 1. El medio puramente físico o abiótico, en el cual él existe (aire, agua) y 2. El componente biótico que comprende la materia orgánica no viviente y todos los organismos, plantas y animales de la región, incluida la población específica a la que pertenece el organismo *La totalidad de cada una de las partes de un ecosistema sistema ecológico, interpretadas todas como elementos interdependientes o entornos más circunscriptos, ambientes naturales, agropecuarios, urbanos y demás categorías intermedias. Condiciones y circunstancias que rodean a las personas, animales o cosas. *El conjunto de los alrededores y las condiciones en que opera una organización, el cual incluye los sistemas vivos. Como el impacto ambiental de la organización podría alcanzar varias regiones, en este contexto el ambiente se extiende desde el lugar de trabajo hasta el resto del planeta.

Amplitud del Impacto (AI): REGIONAL Cuando el impacto alcanza a la población del área de influencia, LOCAL Cuando el impacto alcanza a una parte limitada de la población dentro de los límites del territorio, PUNTUAL Cuando el impacto alcanza a un grupo pequeño de gente.

Antrópico: De origen humano, humanizado, opuesto a lo natural. Antropogénico.



Aprovechamiento sustentable: 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 períodos indefinidos.

Aptitud de uso del suelo: Capacidad productiva del suelo hasta el límite en el cual puede producirse deterioro. Define su aptitud para el uso con fines agrícolas, pecuarios, forestales, paisajísticos, etc. Existen distintas metodologías para su determinación tanto para suelos bajo riego como de secano.

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

Área urbana: Espacios que contienen la población nucleada, en los que prevalece como uso del suelo el soporte de construcciones, infraestructura y servicios, incluyendo espacios con vegetación destinados al esparcimiento. Constituyen el espacio territorial de mayor desarrollo de actividades secundarias y terciarias. Estos espacios urbanos, componentes de la estructura territorial, guardan relaciones interactivas con las áreas rurales circundantes, con una transición gradual mediante espacios intercalados de una y otra hasta la prevalencia de una de ellas.

Asentamiento: Instalación provisional, generalmente permitida por el Gobierno, de colonos o agricultores, en tierras destinadas casi siempre a expropiarse. Actualmente, se ha extendido su uso al ámbito urbano.

Asociaciones vegetales: Es un conjunto de plantas que forman las distintas etapas de una sucesión vegetal. En general, está compuesta por individuos de varias especies que las caracterizan. En una asociación dos o más especies son dominantes, cuando solo hay una especie dominante entonces la comunidad se denomina consociación

Auditoría de gestión ambiental: *Evaluación sistemática para determinar si el sistema de gestión ambiental y el desempeño ambiental (comportamiento frente al ambiente) cumplen con las disposiciones planificadas, si tal sistema está siendo implantado efectivamente, y si es adecuado para satisfacer la política y los objetivos ambientales de la organización. *Proceso de verificación sistemática y documentada para obtener y evaluar objetivamente evidencias para determinar si el sistema de gestión ambiental de una organización conforma los criterios de auditoría del Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

Auditoria medio - ambiental: *Ordenación sistemática, documentada, periódica y objetiva de la eficacia de la organización del Sistema de Gestión y de procedimientos destinados a la protección del Medio Ambiente". De acuerdo con el Reglamento de UE (1993 *Actividad profesional de investigación, evaluación, dictamen y recomendaciones, centrada en el Impacto Medioambiental de todo proceso empresarial con el fin de enjuiciar, si procede y ayudar a que la organización y su funcionamiento sean conformes



con lo dispuesto por quien tiene el poder legítimo para disponerlo (Administraciones Públicas, Consejos de Administración, Director General, etc.)" M. Pelao (1991) *Es un proceso de evaluación sistemática, objetiva, independiente y periódica del sistema de protección ambiental de la empresa, en una determinada instalación o actividad, que permite mejorar las actuaciones en materia de medio ambiente, de las actividades industriales, agrícolas y ganaderas, de la construcción y los servicios y que facilita el suministro de información relevante.

Autoridad de aplicación: Organismo, institución, ente encargado del cumplimiento de una determinada norma.

Autoabastecimiento: Autoabastecimiento de energía eléctrica destinada a la Satisfacción de necesidades propias de personas físicas o morales.

Basura: Desechos, generalmente de origen urbano y de tipo sólido. Hay basura que puede reutilizarse o reciclarse. En la naturaleza, la basura no sólo afea el paisaje, sino que además lo daña; por ejemplo puede contaminar las aguas subterráneas, los mares, los ríos, etc.

Biodiversidad: Puede entenderse como la variedad y la variabilidad de organismos y los complejos ecológicos donde estos ocurren. También puede ser definida como el número diferente de estos organismos y su frecuencia relativa. Situación ideal de proliferación y diversidad de especies vivas en el planeta. Todas las especies están interrelacionadas, son necesarias para el equilibrio del ecosistema, nacen con el mismo derecho a vivir que el hombre, y a que sea respetado su entorno natural.

Biomasa: Es la totalidad de sustancias orgánicas de seres vivos (animales y plantas): elementos de la agricultura y de la silvicultura, del jardín y de la cocina, así como excremento de personas y animales. La biomasa se puede utilizar como materia prima renovable y como energía material. Así se origina el biogás: cuando se pudren la basura, que se pueden utilizar para la calefacción.

Biota: Es el conjunto formado por la fauna y flora de una región.

Calentamiento global: Es la alteración (aumento) de la temperatura del planeta, producto de la intensa actividad humana en los últimos 100 años. El incremento de la temperatura puede modificar la composición de los pisos térmicos, alterar las estaciones de lluvia y aumentar el nivel del mar.

Cambio climático: Alteraciones de los ciclos climáticos naturales del planeta por efecto de la actividad humana, especialmente las emisiones masivas de CO₂ a la atmósfera provocadas por las actividades industriales intensivas y la quema masiva de combustibles fósiles.

Contaminación atmosférica: Es la presencia en el ambiente de cualquier sustancia química, objetos, partículas, o microorganismos que alteran la calidad ambiental y la posibilidad de vida. Las causas de la contaminación pueden ser naturales o producidas



por el hombre. Se debe principalmente a las fuentes de combustible fósil y la emisión de partículas y gases industriales. El problema de la contaminación atmosférica hace relación a la densidad de partículas o gases y a la capacidad de dispersión de las mismas, teniendo en cuenta la formación de lluvia ácida y sus posibles efectos sobre los ecosistemas.

Contaminación biológica: Es la contaminación producida por organismos vivos indeseables en un ambiente, como por ejemplo: introducción de bacterias, virus protozoarios, o micro hongos, los cuales pueden generar diferentes enfermedades, entre las más conocidas se destacan la hepatitis, enteritis, micosis, poliomielitis, meningitis, colitis y otras infecciones.

Contaminación del suelo: Es el depósito de desechos degradables o no degradables que se convierten en fuentes contaminantes del suelo.

Contaminación hídrica: Cuando la cantidad de agua servida pasa de cierto nivel, el aporte de oxígeno es insuficiente y los microorganismos ya no pueden degradar los desechos contenidos en ella, lo cual hace que las corrientes de agua se asfixien, causando un deterioro de la calidad de las mismas, produciendo olores nauseabundos e imposibilitando su utilización para el consumo.

Crítico: Se define como la medida cualitativa de las unidades ambientales que pondera su importancia como proveedora de servicios ambientales, la presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección y aquellos elementos de importancia desde el punto de vista social.

Criterios ecológicos: Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Deforestación: Término aplicado a la desaparición o disminución de las superficies cubiertas por bosques, hecho que tiende a aumentar en todo el mundo. Las acciones indiscriminadas del hombre ante la necesidad de producir madera, pasta de papel, y el uso como combustible, junto con la creciente extensión de las superficies destinadas a cultivos y pastoreo excesivo, son los responsables de este retroceso. Tiene como resultado la degradación del suelo y del tipo de vegetación que se reduce a arbustos medianos y herbáceos con tendencia a la desertización.

Desechos tóxicos: También denominados desechos peligrosos. Son materiales y sustancias químicas que poseen propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables que los hacen peligrosos para el ambiente y la salud de la población.



Desmonte: Remoción total de la cubierta vegetal en las áreas a ocupar por las diferentes obras como las plataformas de maniobras, subestación, caminos entre otras.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Elementos o componentes ambientales: Están definidos como entidades biológicas, particularmente por los órdenes taxonómicos de la fauna presente en los diferentes tipos de vegetación.

Energía alternativa: También llamada renovable. Energía que se renueva siempre, como por ejemplo la energía solar, la eólica, la fuerza hidráulica, la biomasa, o la geotérmica (calor de las profundidades).

Equilibrio ecológico: La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Erosión: Pérdida de la capa vegetal que cubre la tierra, dejándola sin capacidad para sustentar la vida. La erosión tiene un lugar en lapsos muy cortos y esta favorecida por la pérdida de la cobertura vegetal o la aplicación de técnicas inapropiadas en el manejo de los recursos naturales renovables (suelo, agua, flora y fauna).

Escurrimiento: se define como escurrimiento a la parte de la precipitación que no llega a infiltrarse sobre la superficie de la tierra y que aparece en las corrientes superficiales, sean éstas perennes, intermitentes o efímeras y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores.

Estudio de impacto ambiental: Proceso de análisis de carácter interdisciplinario, basado en estudios de campo y gabinete, encaminado a identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar los efectos de una obra, actividad o proyecto sobre el medio ambiente.

Evaluación de impacto ambiental (EIA): Un conjunto formal de métodos científicos para estimar el impacto, su origen, naturaleza y magnitud, de una actividad económica (e.g. Exploración petrolera, prospección minera, construcción de represas, edificaciones, etc.) Sobre las condiciones del medio ambiente de una región.

Falla: Rasgo estructural manifestado por una fractura en un bloque, a lo largo de la cual se han desplazado los lados.

Fragilidad ambiental: Condición actual de un ecosistema, parte de él o de sus componentes, en comparación a su condición natural clímax.

Hábitat: Lugar o área ecológicamente homogénea donde se cría una planta o animal determinado. Sinónimo de biotopo.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales



o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto: Cambio producido en la constitución del sistema al de su funcionamiento, en forma brusca, repentina, como respuesta a ciertas influencias estímulos, disturbios, del medio externo. Es el efecto que una determinada actuación produce en los elementos del medio o en las unidades básicas y que puede ser beneficioso, es decir positivo, o perjudicial, negativo. Se manifiesta cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Son internos y se generan de las actividades del proyecto y nos estamos refiriendo a todas las acciones del proyecto, que se han identificado como agentes causales de afectaciones, positivas o negativas en el medio natural.

Impacto Benéfico: Como impactos benéficos, podemos reconocer aquellos que son infringidos al sistema socio-ambiental que retribuyen e impulsan un proceso positivo que puede o no significar retribuciones económicas.

Impacto negativo: Como impactos negativos, podemos reconocer a aquellos que son infringidos al sistema socio-ambiental que retribuyen e impulsan un proceso negativo o perjudicial.

Infiltración: la velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo. La capacidad de infiltración depende de muchos factores; un suelo desagregado y permeable tendrá una capacidad de infiltración mayor que un suelo arcilloso y compacto.

Licencia ambiental: Es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia, de los requisitos que la misma establezca, relacionadas con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada.

Manifestación del impacto ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Material peligroso: Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas. Naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.



Norma Oficial Mexicana (NOM): La regla científica o tecnológica emitida por el Ejecutivo Federal, que deben aplicar los gobiernos del Estado y de los Municipios, en el ámbito de sus competencias.

Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos.

Parques naturales: Áreas naturales, poco transformadas por la explotación u ocupación humana que, en razón a la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, de su fauna o de sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, educativos y científicos cuya conservación merece una atención preferente.

Producción independiente: Producción para generar energía eléctrica destinada a su venta a la Comisión Federal de Electricidad.

Región ecológica: La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.

Residuo: cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Secretaría: La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Sistema Ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto. Se puede definir también como un conjunto funcional de elementos, integrados por factores que los interrelacionan, creando dependencias intrínsecas o extrínsecas que definen su estructura y su función.

Subcuenca: Fracción de una cuenca hidrológica, que corresponde a la superficie tributaria de un afluente o de un sitio seleccionado.

Unidad ecológica básica: El ecosistema, tomando en cuenta que el conjunto de elementos abióticos y seres vivos presentes en un tipo y lugar determinados, pueden tener varios órdenes de magnitud. (Sinónimo. Asociación).

Valoración del impacto ambiental: Técnicas que permiten establecer el grado de afectación a las condiciones normales de un ambiente dado, proyectadas a realizar con la implementación de infraestructura construida y otras formas de gestión.



8.5 Bibliografía

Acevedo–Benítez, J. Valdez–Vázquez, I. Poggi – Varaldo, H. M. 2006. “¿Cómo medir la diversidad?” Cuaderno de Tecnología N°3. Editores: Héctor M. Poggi–Varaldo (CINVESTAV), Ma. Eugenia Bátiz y Solórzano (TESE), José Alfredo Pineda–Cruz (TESE) y Sergio Caffarel – Méndez (TESE). Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, México.

Anguiano Téllez, M.E. y A.P. Trejo Peña. 2007. Vigilancia y control en la frontera México-Estados Unidos: efectos en las rutas del flujo migratorio internacional. Papeles de Población, 51:45-75.

Aranda-Sánchez, J. M. 2000. “Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México.” Jiménez Editores e Impresores, S.A. de C.V. México, D.F.

Masera O. Astier M. Y López-Ridaura S. 2000. Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales.

Biosfera: Sala de prensa on-line de la SEMARNAT. 2011. “Com. 496/11.- Los corredores biológicos facilitan el equilibrio y conservación de los ecosistemas.” Recuperado el 8 de mayo

Bravo Peña, L.C., A.E. Castellanos Villegas y O. Shoko Doode Matsumoto. 2010. Sequía agropecuaria y vulnerabilidad en el centro oriente de Sonora. Un caso de estudio enfocado a la actividad ganadera de producción y exportación de becerros. Estud. Soc. 35(18):209-241.

Burt, W. H. Grossenheider, R. P. 1964. “The Petersen field guide series: A Field Guide to the Mammals, North America north of Mexico.” Houghton Mifflin Company. Estados Unidos de América.

Ceballos Gerardo / Oliva Gisselle, 2005, Los Mamíferos Silvestres de México, CONABIO, Fondo de Cultura Económica, México.

Camacho-Cruz A. Y González-Espinosa M. 2002. “Establecimiento temprano de árboles nativos en bosques perturbados de los Altos de Chiapas”. Ecosistemas. Vol. 1:

R. Dooling, Ph.D. 2002. “Avian Hearing and the Avoidance of Wind Turbines”. NREL is a U.S. Department of Energy Laboratory Operated by Midwest Research Institute.

Edwards, E. P. 2003. A field guide to The birds of Mexico and Adjacent Areas: Belize, Guatemala and El Salvador. University of Texas Press. China.

Céspedes 1991; Índice de Sustentabilidad Ambiental comparada en las Entidades Federativas de México.

Colegio de Posgraduados. 1991. Manual de Conservación de Suelo y Agua. Chapingo, México.



CONABIO. 2014. Portal de Geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

Conesa, F.V. 2003. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres-CITES. 2014. “Apéndices I, II y III: <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>.”

Diario Oficial de la Federación. 2014. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establecen especificaciones para su protección.

Encyclopedia of Life-EOL. Recuperado el 25 de marzo del 2013 de: <http://eol.org/>

FAO. 1985. Leyenda Revisada FAO/UNESCO. Mapa Mundial de Suelos. Roma, Italia.

Figueroa S. B.; Amante O. A.; Cortés T. H.; Pimentel L. J.; Osuna C. E.; Rodríguez O. J.; Morales F. F. 1991. “Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión”. Colegio de Postgraduados, México.

García, A. Ceballos, G. 1994. Guía de campo de los reptiles y anfibios de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A.C. México. Instituto Nacional de Biodiversidad-inbio. [Http://www.inbio.ac.cr/](http://www.inbio.ac.cr/)

INEGI. 2014. Productos y servicios. Datos vectoriales. [Http://www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx).

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2007. “ESTADÍSTICAS A PROPÓSITO DEL DÍA MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE: DATOS NACIONALES.” México, D.F.

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. Inferencia estadística. 2013 de: <http://sauce.pntic.mec.es/~jpeo0002/Archivos/PDF/T04.pdf>

Integrated Taxonomic Information System-ITIS. 2013. [Http://www.itis.gov/](http://www.itis.gov/) Inter-American Biodiversity Information Network – iabin. IABIN Invasives Information.

Kaufman, Kenn. 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica. Hillstar Editions L.C. Singapore.

Leite-Prates, A. P. “Humedales, corredores biológicos y conectividad en ecosistemas terrestres e costero marino para el Manejo Integrado del Agua y Áreas Marino Costeras – MIAAC.” Ministerio del Medio Ambiente. Brasil. [Http://www.pnuma.org](http://www.pnuma.org).

Llorente-Bousquets, J., Y S. Ocegueda. 2008. “Estado del conocimiento de la biota”, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México. Pp: 283-322.



- López Ibarra, J. 2005. Análisis de la sequía en la cuenca del río Sonora. Ponencia en Foro Agua Hoy: Agua de una vez por todas. Hermosillo, Son. 2 diciembre.
- Martínez Ménez. M. 2005. Estimación de la Erosión del suelo. [Http://www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)
- Escobar-Jaramillo, L. A. 2007. Indicadores de calidad ambiental: un análisis de precios hedónicos. [Http://www.eclac.org](http://www.eclac.org)
- Miranda, F. Y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 28: 29-179.
- Moreno Vázquez, J.L. 2014. Despojo de agua en la cuenca del río Yaqui, Hermosillo, Sonora, México, El Colegio de Sonora, 339 pp.
- Olaya, Víctor. 2014. Sistemas de Información Geográfica. [Http://volaya.github.io/libro-sig/](http://volaya.github.io/libro-sig/)
- Pennington T. Y J. Sarukhán. Árboles tropicales de México, manual para la identificación de las principales especies. 2005 (3ra. Ed.). Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México D.F.
- Pedone, C. 2008. 'Varones aventureros' vs 'madres que abandonan': reconstrucción de las relaciones familiares a partir de la migración ecuatoriana. Capa 30(16):45-64.
- Pineda Pablos N. 2006. Dar de beber a Hermosillo. En *La Gestión del Agua Urbana en México. Retos, Debates y Bienestar*, coordinado por David Barkin, 235-247. Guadalajara: Universidad de Guadalajara y Asociación Nacional de Empresas de Agua.
- Potencial de la Energía Solar Térmica de Baja y Media Temperatura. Dr Roberto Best y Borwn, Centro de Investigación en Energía de la UNAM Mesa de trabajo 8: Fuentes alternas de energía – III
- Ramírez-Marcial N., A. Camacho-Cruz y M. González-Espinosa. 2008. "Clasificación de grupos funcionales vegetales para la restauración del bosque Mesófilo de montaña". En: L.R. Sánchez Velázquez, J. Galindo-González y F. Díaz-Fleischer (eds.). "Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México". Editorial Mundi-Prensa, México.
- Regiones Terrestres Prioritarias de México. 2000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Reyna-Bustos, O. F. Ahumada-Carrillo, I. T. Vázquez-Huizar, O. 2007. "Anfibios y reptiles del bosque La Primavera: Guía ilustrada." Petra ediciones. México.
- Reyna-Bustos, O. F. 2010. "Aves del bosque La Primavera: Guía ilustrada." Petra Ediciones. México.
- Aranda-Sánchez, J. M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. México, D.F.
- Rzedowski J, 1981. "Vegetación de México". Limusa. México.



Krebs, C. J. 1999. *Ecological Methodology*. Addison Wesley Longman, Inc., Second Edition, Menlo Park, CA. 620 pp.

Salazar Adams, A. Y N. Pineda Pablos. 2010. Escenarios de demanda y políticas para la administración del agua potable en México: el caso de Hermosillo, Sonora. *Región y Sociedad*, 22(47):105-122.

Secretaría de Energía. Inventario Nacional de Energías Renovables, 2015. [Http://inere.energia.gob.mx/](http://inere.energia.gob.mx/).

Servicio Meteorológico Nacional, Normales climatológicas por estación, <http://smn.Gob.mx>.

SIBLEY, DAVID ALLEN. 2014. "The Sibley Guide to Birds". 2da. Edición. Scott & Nix Edition. Nueva York, Estados Unidos.

Spener, D. 2015. El contrabando de migrantes en la frontera de Texas con el nordeste de México: mecanismo para la integración del mercado laboral en América del norte. *Espiral. Estudios sobre Estado y Sociedad*, 21(7):201-247.

Sutherland, W. J. 2004. *The conservation handbook. Research, Magement and Policy*. Blackwell-science.

Sutherland, W. J. 2004. *The conservation handbook. Research, Magement and Policy*. Blackwell-science.

Tabuena Lafarga, C.M. 2006. Los malos tratos y vejez: un enfoque psicosocial. *Intervención Psicosocial* 3(15):275-292.

The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources Red List of Threatened Species. Recuperado el 25 de marzo del 2013 de: <http://www.iucnredlist.org>

Wong Gonzalez, P. 2005. La emergencia de regiones asociativas transfronterizas: Cooperación y conflicto en la región Sonora-Arizona. *Frontera norte*, 33(17):77-106.