MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CAPITULO I.

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

Contenido

I.1 Datos generales del proyecto 3
I.1.1 Nombre del proyecto 3
I.1.2 Ubicación del proyecto 3
I.1.3 Duración del proyecto 4
I.2 Datos generales del promovente 5
I.2.1. Nombre o razón social 5
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente 5
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 5
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 5
I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio 5

Listado de tablas

Tabla I.1 vértices del polígono del proyecto 3
Tabla I.2 Etapas de proyecto Chemax Solar. 4
Tabla I.3 Datos de responsables autorizados para recibir u oír notificaciones 5
Tabla I.4 Datos del responsable técnico del estudio 5

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE AMBIENTAL.

I.1 Datos generales del proyecto

La central fotovoltaica, ubicado en el municipio de Chemáx, Yucatán, con una superficie de 6,514,530.31 m^2 (651.453031 Ha). En ella, se desarrollarán actividades que consisten en la construcción y operación de una central de generación eléctrica por medio de módulos solares, inversores, transformadores, banco de compensación reactiva y estructuras de soporte, con una capacidad de 281.5 MW, que tiene como objetivo la generación de energía eléctrica, la cual, será utilizada para su distribución en la zona de Yucatán.

I.1.1 Nombre del proyecto

Con el objetivo de obtener la autorización en materia de impacto ambiental por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con base en el marco legal aplicable, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional del proyecto:

Chemax Solar

I.1.2 Ubicación del proyecto

La Central Fotovoltaica se encuentra ubicada a un costado de la carretera Federal 180 D Kantunil-Cancún y a su vez, colinda en diferentes puntos del polígono con el pueblo de Santa Cruz Chemáx. En la figura I.1. Se muestra el detalle de la ubicación del proyecto y el detalle de cada uno de los vértices del polígono del proyecto (tabla I.2).

A su vez, en la tabla I.2 se presentan las coordenadas correspondientes al polígono de la planta de la **Chemax Solar**, en el que se realizaran todas las actividades del proyecto, que incluyen:

- Implantación fotovoltaica
- Subestación maniobras
- Subestación elevadora
- Subestación de interconexión
- Tubería de suministro de agua
- Tubería de descarga de agua residual
- Camino de acceso temporal para personal

Tabla I.1 vértices del polígono del proyecto

Polígono de Proyecto Chemax Solar (Datum WGS84 Zona UTM 14N)		
Vértice	**Este (x)**	**Norte (y)**
1	2305799.350	420427.650
2	2306149.810	421939.720

Polígono de Proyecto Chemax Solar (Datum WGS84 Zona UTM 14N)		
Vértice	**Este (x)**	**Norte (y)**
3	23054905.250	421904.380
4	2305552.640	422427.770
5	2306288.690	422500.430
6	2306505.620	423440.290
7	2303454.770	422934.650
8	2303597.710	420674.190
1	2305799.350	420427.650

En el capítulo VIII, se presenta copia simple del comprobante de domicilio de las instalaciones de la **Chemax Solar** y copia de las escrituras.

El proyecto no se encuentra dentro zonas de riesgo como paredes de cañones, lechos y cauces de arroyos, zonas de fallas geológicas, de deslizamiento, de inundación, así como en zonas de litorales expuestas a oleaje de tormenta y procesos de erosión, en desembocaduras y ríos áreas identificadas como altamente vulnerables al cambio climático (Consultar el Atlas Nacional de Riesgos, Atlas Nacional de Vulnerabilidad al cambio climático, entre otros)

I.1.3 Duración del proyecto

La entrada en operación comercial está contemplada para el año 2026, con un tiempo de vida útil estimada de 25 años.

Se plantea la siguiente distribución temporal:

Tabla I.2 Etapas de proyecto Chemax Solar.

No.	Etapa	Tiempo de vida
1	Preparación del sitio	17 meses
2	Construcción del sitio	
3	Puesta en servicio del sitio	
4	Operación	25 años
5	Mantenimiento del sitio	
6	Abandono del sitio	1 año

En total, se contempla una vida total de 27 años y 5 meses considerando las etapas de construcción, operación, mantenimiento y cierre de sitio.

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1. Nombre o razón social

FRV SERVICES MÉXICO S. de R.L. de C.V.

Anexo I.1. Acta constitutiva FRV.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[redacted]

Anexo I.2. RFC FRV SERVICES.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

JORGE IGNACIO MORENO MORENO – Representante legal

Numero de identificación del representante legal: [redacted]

Anexo I.3. Identificación oficial JIMM.

Anexo I.4. Poder notarial del representante legal.

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

En la tabla I.4 se desglosa la información de los autorizados para recibir u oír notificaciones:

[redacted]

I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

Tabla I.4 Datos del responsable técnico del estudio

Dato	Descripción
Nombre del responsable técnico	Luis Rubén Sánchez Cataño
CURP	[redacted]
No. de Cédula Profesional.	4155025

El anexo I.5. presenta copia simple de la Cédula Profesional del responsable técnico del estudio.

[redacted]

[redacted]

PROTESTA BAJO DECIR VERDAD

SE DECLARA, BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD, QUE LOS RESULTADOS PLASMADOS EN LA PRESENTE MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO "**Chemax Solar**", SE OBTUVIERON A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS DISPONIBLES. ASIMISMO, SE UTILIZÓ EL MÁXIMO DE INFORMACIÓN DISPONIBLE Y QUE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN SUGERIDAS EN EL PRESENTE EXPEDIENTE SON LAS MÁS EFECTIVAS SEGÚN LAS MEJORES TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS DISPONIBLES PARA ATENUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES CONSECUENTES DEL PROYECTO "**Chemax Solar**".

_____

Jorge Ignacio Moreno Moreno

Representante general

FRV SERVICES México S. de R.L. de C.V.

PROTESTA BAJO DECIR VERDAD

SE DECLARA, BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD, QUE LOS RESULTADOS PLASMADOS EN LA PRESENTE MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO "**Chemax Solar**", SE OBTUVIERON A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS DISPONIBLES. ASIMISMO, SE UTILIZÓ EL MÁXIMO DE INFORMACIÓN DISPONIBLE Y QUE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN SUGERIDAS EN EL PRESENTE EXPEDIENTE SON LAS MÁS EFECTIVAS SEGÚN LAS MEJORES TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS DISPONIBLES PARA ATENUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES CONSECUENTES DEL PROYECTO "**Chemax Solar**".

_____

Luis Rubén Sánchez Cataño

Responsable Técnico del estudio.

CAPITULO II

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

Contenido

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO……1

II.1 Información General del Proyecto, plan o programa……1

II.1.1 Naturaleza del Proyecto……2

II.1.2 Justificación……4

II.1.3 Ubicación física y Dimensiones del Proyecto……6

II.1.4 Inversión requerida……17

II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa……17

II.2.1 Programa de trabajo……20

II.2.2 Representación gráfica regional……24

II.2.3 Representación gráfica local……24

II.2.4. Preparación del sitio y construcción……27

II.2.4.2. Construcción……31

II.2.5. Operación y mantenimiento……48

II.2.6. Desmantelamiento y abandono de instalaciones……57

II.2.7 Residuos……56

II.2.8 Generación de Gases Efecto Invernadero……71

II.2.8.1 Identificación por etapa del Proyecto de las fuentes generadoras de Gases efecto invernadero……71

II.2.8.2 Determinación de los gases efecto invernadero que se generan durante las diferentes etapas del proyecto……71

II.2.8.3 Estimación de la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto……72

II.2.8.4 Referencias……72

Listado de tablas

TABLA II.1 TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....1

TABLA II. 1.2. PRONOSTICO REGIONAL DE LA DEMANDA MÁXIMA 2020-2034 (PROSEDEN 2020-2034).....3

TABLA II.1.3. RESUMEN DE PROYECTOS Y PROGRAMAS EN LOS CUALES SE CONSIDERA 4

TABLA II.1.4. LOCALIZACIÓN ESTATAL Y MUNICIPAL DEL SITIO PARA EL PROYECTO 7

TABLA II.1.5. SUPERFICIE DEL PROYECTO CHEMAX SOLAR.....9

TABLA II.1.6. COORDENADAS UTM DEL ÁREA DEL PROYECTO CHEMAX SOLAR.....9

TABLA II.1.7. SUPERFICIE AFECTAR CON RESPECTO A LA COBERTURA VEGETAL 11

TABLA II.1.8. COSTOS DE INVERSIÓN 17

TABLA II.1.9. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO PRINCIPAL DEL PROYECTO CHEMAX SOLAR.....18

TABLA II.1.10. PROGRAMA GENERAL DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO CHEMAX SOLAR.....21

TABLA II.1.11. ACTIVIDADES A REALIZAR PARA LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN 22

TABLA II.1.12 PROGRAMA DE TRABAJO PARA LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....23

TABLA II.1.13. PROGRAMA DE TRABAJO PARA EL DESMANTELAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....23

TABLA II.1.14. PERSONAL REQUERIDO POR ETAPA DEL PROYECTO.....30

TABLA II.1.15. SUPERFICIE ESTIMADA PARA OBRAS PERMANENTES.....28

TABLA II.1.16. MAQUINARIA Y EQUIPO A EMPLEAR DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (MESES).....34

TABLA II.1.17. INSUMOS, MATERIALES Y SERVICIOS POR ETAPA DEL PROYECTO.....35

TABLA II.1.18. DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS QUE COMPONEN LA CENTRAL FOTOVOLTAICA.....39

TABLA II.1.19. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....46

TABLA II.1.20. PERSONAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO.....54

TABLA II.2.1. MANEJO DE LOS DISTINTOS RESIDUOS GENERADOS EN ESTA ETAPA. 59

TABLA II.2.2. RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LA CONSTRUCCIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO.....62

TABLA II.2.3. MANEJO DE RESIDUOS.....62

TABLA II.2.4. EQUIPO Y MAQUINARIA A UTILIZAR DURANTE LA PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN.....64

TABLA II.2.5. GENERACIÓN DE RUIDO DEL EQUIPO Y MAQUINARIA EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN. 64

TABLA II.2.6. PUNTOS DE GENERACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS 66

TABLA II.2.7. MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS 66

TABLA II.2.8. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS.....68

TABLA II.2.9. DIRECTORIOS DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS.....69

TABLA II.2.10. GASES DE EFECTO INVERNADERO, ETAPAS DE PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN.....72

Listado de figuras

FIGURA II.1. VÍAS DE ACCESO AL ÁREA DEL PROYECTO CHEMAX SOLAR.....2

FIGURA II.1.2. RADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL ÁREA DEL PROYECTO.....5

FIGURA II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO CHEMAX SOLAR.....8

FIGURA II.1.4. DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE PROYECTO CHEMAX SOLAR.....15

FIGURA II.1.5. TIPO USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PRESENTE EN EL ÁREA DEL PROYECTO CHEMAX SOLAR.....16

FIGURA II.1.6. REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL.....25

FIGURA II.1.7. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL.....26

FIGURA II.1.8. IMAGEN ILUSTRATIVA DE LA APERTURA DE CAMINOS INTERNOS.....32

FIGURA II.1.9. IMAGEN ILUSTRATIVA DEL HINCADO DE ESTRUCTURAS 33

FIGURA II.1.10 SISTEMA DE SEGUIDORES EN LOS PANELES SOLARES.....36

FIGURA II.1.11. IMAGEN ILUSTRATIVA DEL MONTAJE DE PANELES SOLARES.....37

FIGURA II.1.12 MONTAJE DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....38

FIGURA II.1.13 CÉLULA FOTOVOLTAICA. 42

FIGURA II.1.14. FIJACIÓN DE CARGA DE AGRUPACIÓN A PILAR.....42

FIGURA II.1.15. ESTRUCTURA DE SOPORTE DE MÓDULO.....43

FIGURA II.1.16. INVERSOR Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 43

FIGURA II.1.17 INTERIOR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. 44

FIGURA II.1.18 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.....45

FIGURA II.1.19 SISTEMA DE SEGURIDAD.....46

FIGURA II.1.20. IMAGEN ILUSTRATIVA DEL CERCO PERIMETRAL.....47

FIGURA II.1.21. LIMPIEZA MANUAL. 50

FIGURA II.1.22. LIMPIEZA AUTOMÁTICA.....50

FIGURA II.1.23. LIMPIEZA MECÁNICA. 51

FIGURA II.1.24. FALLOS DETECTADOS POR TERMOGRAFÍA EN MÓDULOS Y TRANSFORMADOR.....52

FIGURA II.1.25. INSPECCIÓN CON DRON.....53

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

El objetivo de este Capítulo es describir las actividades que se desarrollarán en las diferentes etapas del Proyecto Chemax Solar que FRV SERVICES MÉXICO S. de R.L. de C.V. (FRV) pretende ejecutar para la generación de energía eléctrica sostenible para solucionar la problemática de insuficiencia y desabasto actual de energía eléctrica en la región de Yucatán.

La información que se incluye en el presente capítulo, se utilizará en los capítulos subsecuentes de esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) para la vinculación del Proyecto con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables considerando los tres niveles de gobierno; la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) y su Área de Influencia (AI); el establecimiento del alcance que tendrá el Proyecto ambientalmente durante sus diferentes etapas, y con base en ello, realizar una identificación de los impactos ambientales, y así proponer las medidas ambientales para mantener la integridad funcional de los ecosistemas y su capacidad de carga, además de establecer los diferentes escenarios que se indican en la Guía para elaboración de estudios como el que nos ocupa (SEMARNAT, 2019*)*.

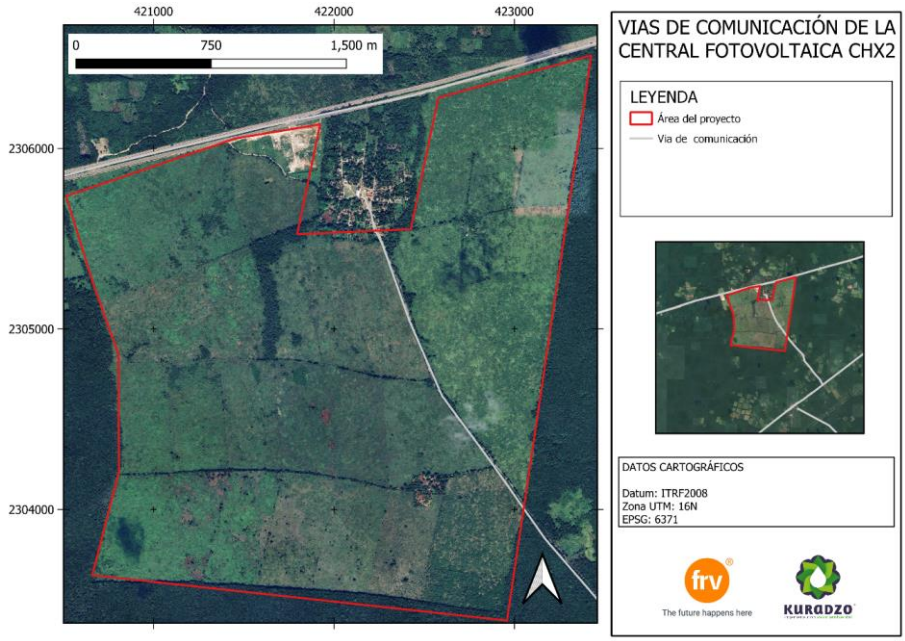
II.1 Información General del Proyecto, plan o programa

El proyecto consiste en la construcción y operación de un parque fotovoltaico, el cual responde al nombre de “Chemax Solar”, el cual se ubicará en el municipio de Chemáx, Yucatán, promovido por la empresa FRV SERVICES MÉXICO S. de R.L. de C.V., dicha central tendrá una capacidad de generación de 281.5 MWp mediante el aprovechamiento de energía solar, el área del proyecto cuenta con una superficie de 6,514,530.31 m^2 (651.453031 Ha).

Tabla II.1 Tabla resumen de características particulares del proyecto.

Chemax Solar	
Capacidad de potencia instalada	*264 MW*
Capacidad máxima	*281.5 MWp*
Corriente alterna	*230 $MW_{AC\text{-}Neto}$*

Figura II.1. Vías de acceso al área del proyecto Chemax Solar



II.1.1 Naturaleza del Proyecto

El proyecto de Chemax Solar, es un conjunto de obras y actividades, tal como se indica en la Tabla II.1 considera la implantación fotovoltaica, subestación de maniobras, subestación elevadora, subestación de interconexión, tubería de suministro de agua, tubería de descarga de agua residual, camino de acceso temporal para el personal y áreas temporales de maniobras en construcción y se realiza, considerando un esquema financiero de fideicomisos de préstamo bancario.

Entre los distintos tipos de producción de energía, la generación de energía solar fotovoltaica es de las más prometedoras ya que representa una de las fuentes de energía limpia, produciendo electricidad de origen renovable y sin emisiones, que se obtiene de la radiación solar aportando a la transición de las fuentes convencionales de suministro de energía.

La potencia recibida por unidad de superficie depende de la época del año y el lugar, es decir, la localización del Proyecto es sustancial para aprovechar al máximo las características del sitio, en este sentido la ubicación del proyecto es una zona óptima y privilegiada en términos de niveles de radiación recibidos. El Proyecto contará con una potencia instalada de 264 MW, equivalentes a 230 MW de potencia AC-Neto, el terreno en el que se pretende construir el proyecto se localiza en el Estado de Yucatán, municipio de Chemáx, las localidades más cercanas al predio son: Santa Cruz que se encuentra a un costado del área del proyecto y 7.5 km al este del centro poblacional de X-Can.

El Parque contará con caminos interiores distribuidos a lo largo del sitio, principalmente orientados norte-sur. Los inversores serán accesibles mediante estos caminos y también servirán para dar servicio a los módulos fotovoltaicos. Esta disposición minimiza las distancias para el cableado de corriente continua, reduciendo las pérdidas de energía, por lo tanto, optimiza el desempeño. De igual manera se contempla la preparación para la interconexión, por medio de una subestación elevadora. Con la finalidad de evitar y reducir al mínimo los efectos negativos al medio ambiente y en cumplimiento de los artículos 28 y 30 de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para el Proyecto Chemax Solar***.***

Así mismo, el proyecto se apega con estrategias establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo y Plan Estatal de desarrollo, de acuerdo con impulsar sustancialmente la generación de energía renovable, en el conjunto de las diversas fuentes de energía susceptibles de ser aprovechadas, así como impulsar la inversión público y privada en la construcción y ampliación de infraestructura para la generación de energías renovables, esta información se detalla en el Capítulo III.

Por su parte el Programa Sectorial Derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, se establecen las acciones puntuales para impulsar el cambio a energías renovables.

De igual manera, el Programa de Desarrollo del Sector del Energético 2024-2038 (PRODESEN 2024-2038) enfatiza la necesidad de incrementar la capacidad instalada de generación eléctrica para satisfacer la creciente demanda energética del país. En este contexto proyectos como Chemax Solar, se alinean con los objetivos del PRODESEN al contribuir al aumento de la generación de energía limpia y sostenible. Además, el PRODESEN promueve la diversificación de fuentes energéticas y la reducción de gases de efecto invernadero, metas que se ven respaldadas por la implementación de plantas fotovoltaicas en regiones con alto potencial solar, como Yucatán.

Tabla II. 1.2. Pronóstico regional de la demanda máxima 2020-2034 (PROSEDEN 2020-2034).

Año	Demanda máxima integrada (MWh/h) 2020-2034.
2020	***2326***
2021	***2409***
2022	***2492***
2023	***2579***
2024	***2675***
2025	***2774***
2026	***2883***
2027	***2998***
2028	***3125***
2029	***3261***
2030	***3406***
2031	***3560***
2032	***3728***
2033	***3901***
2034	***4086***

Tabla II.1.3. Resumen de Proyectos y programas en los cuales se considera

Programa indicativo para instalación de centrales fotovoltaicas
Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024
PRODESEN 2020-2034
Programa Municipal de Desarrollo Urbano Chemáx
Programa de Ordenamiento Ecológico Municipal Chemáx

II.1.2 Justificación

En México es indispensable desarrollar más y mejores modos de generación de energías, que asuman la responsabilidad ambiental que conlleva la producción de estas. En este sentido el desarrollo de proyectos de energías renovables es una tendencia a nivel mundial y con una inercia de alta implantación en México. De este modo se asegura la independencia energética ante proyectos de generación del tipo contaminante, como las termoeléctricas a carbón o Diesel.

El sitio fue seleccionado principalmente por la disponibilidad de radiación solar, misma que es el insumo principal para la generación de la energía que se plantea para este proyecto, aunado a ello, los criterios ambientales, técnicos y socioeconómicos que se detallan a continuación:

II.1.2.1 Justificación Ambiental

•De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el tipo de vegetación presente en la superficie del proyecto se distribuye ampliamente en la región, por lo que, el desarrollo de este en el sitio seleccionado no afectará a la vegetación. (Ver Capítulo IV.)

•De acuerdo con la distribución potencial de las especies de fauna, información obtenida de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), la fauna potencial del área del proyecto se distribuye igualmente en la región de incidencia, por lo que el desarrollo del proyecto en este sitio no afectará a la fauna. (Ver Capítulo IV.)

•Se encuentra fuera de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), y sitios RAMSAR. (Ver Capítulo III.)

•En virtud de que el presente proyecto contempla actividades que pueden impactar a los componentes ambientales, se establecerán medidas que permitirán prevenir, mitigar y compensar aquellos impactos ambientales. (Ver Capítulo VI.)

•Todas las actividades que contempla el proyecto estarán reguladas por la normatividad correspondiente, evitando algún perjuicio al ambiente. (Ver Capítulo III.)

II.1.2.2 Justificación Técnica

De acuerdo con al diseño e ingeniería del proyecto, las características del terreno permiten el trazo, construcción y operación del proyecto, se considera que el área cumple con las condiciones necesarias para que el proyecto pueda desarrollarse en el sitio seleccionado.

A continuación, se describen los criterios técnicos fundamentales para la elección del sitio.

Niveles de radiación solar

La localización del Proyecto es una zona óptima y privilegiada en términos de niveles de radiación recibidos, además de ser un lugar con escasa nubosidad. La radiación en el municipio de Chemáx de acuerdo con el Inventario Nacional de Potencial de Energías Renovables es en promedio de 5.25-5.69 kWh/m2-Día.

Lo anterior se sostiene a través de los siguientes datos que corresponden a valores promedio mensuales de radiación global horizontal.

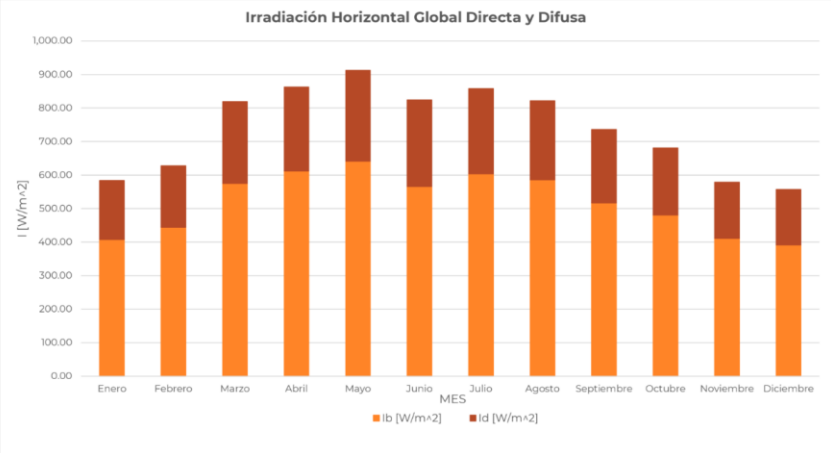


Figura II.1.2. Radiación Global Horizontal Área del Proyecto.

Vías de acceso

El área seleccionada cuenta con buenas condiciones de accesibilidad tanto en la parte sur y norte del proyecto, lo cual ayudará a reducir tiempos de trabajo y facilitar las diferentes actividades que integran el desarrollo del proyecto. De elegir una ubicación diferente se tendrían problemas de accesibilidad, lo que implicaría mayor tiempo de ejecución, así como la posible apertura de nuevos caminos de acceso, afectando una mayor superficie de vegetación.

Viabilidad de interconexión y cercanía con subestación

La evacuación de la energía generada por el Proyecto se realizará mediante su interconexión a la Red Nacional, lo cual disminuirá sustancialmente las pérdidas de energía asociadas a diversos factores, entre ellos la transmisión.

II.1.2.3 Justificación Económica

Inversión del proyecto

La ejecución del proyecto contempla una inversión importante de recursos económicos en base a las actividades y obras programadas, a los costos de los insumos necesarios y al costo de la mano de obra, estimando una derrama económica aproximada de $184 millones de dólares.

Generación de empleos

En el desarrollo del proyecto se crearán un total de 660 empleos directos e indirectos, por lo que, contribuirá a mejorar de manera significativa la economía local, reflejando paulatinamente cambios positivos en la satisfacción de algunas de las necesidades básicas de los trabajadores y sus respectivas familias involucradas, ya que las actividades productivas locales son poco remunerables y estables para el ingreso de la economía local.

Predios con documentación legal.

Para la elección del sitio fue indispensable optar solo por las parcelas que tuvieran la documentación legal correspondiente tal y como los certificados parcelarios que acrediten el derecho a usar la parcela, ya que el haber escogido otras parcelas implicaría retrasos al proyecto.

II.1.2.4 Justificación Social

Desde el punto de vista social, con la ejecución del proyecto se estima que no se afectarán de manera negativa las comunidades cercanas al proyecto ni se afectarán los recursos de aprovechamiento (recursos forestales, recursos de diversión y esparcimiento).

Un beneficio por la ejecución del proyecto Chemax Solar es la atención a la demanda poblacional en la región de Yucatán, se prevé que la población vaya aumentando en las décadas futuras; en el 2020 la población fue de 2,259,098 habitantes con una tasa de crecimiento del 1.4% anual, de tal forma que para el 2030 se estima un crecimiento de 2,434,000 habitantes, por lo que será necesario abastecer la energía eléctrica de la región (Fuente: Indicadores Demográficos 1050 a 2050 y las Entidades Federativas de 1970 a 2050).

II.1.3 Ubicación física y Dimensiones del Proyecto

Ubicación física del Proyecto

El proyecto "Chemax Solar" se ubica en el municipio de Chemáx, en el estado de Yucatán. El municipio de Chemáx colinda al sur y oeste con el municipio de Valladolid, al este con el estado de Quintana Roo, mientras que al norte colinda con el municipio de Tizimin.

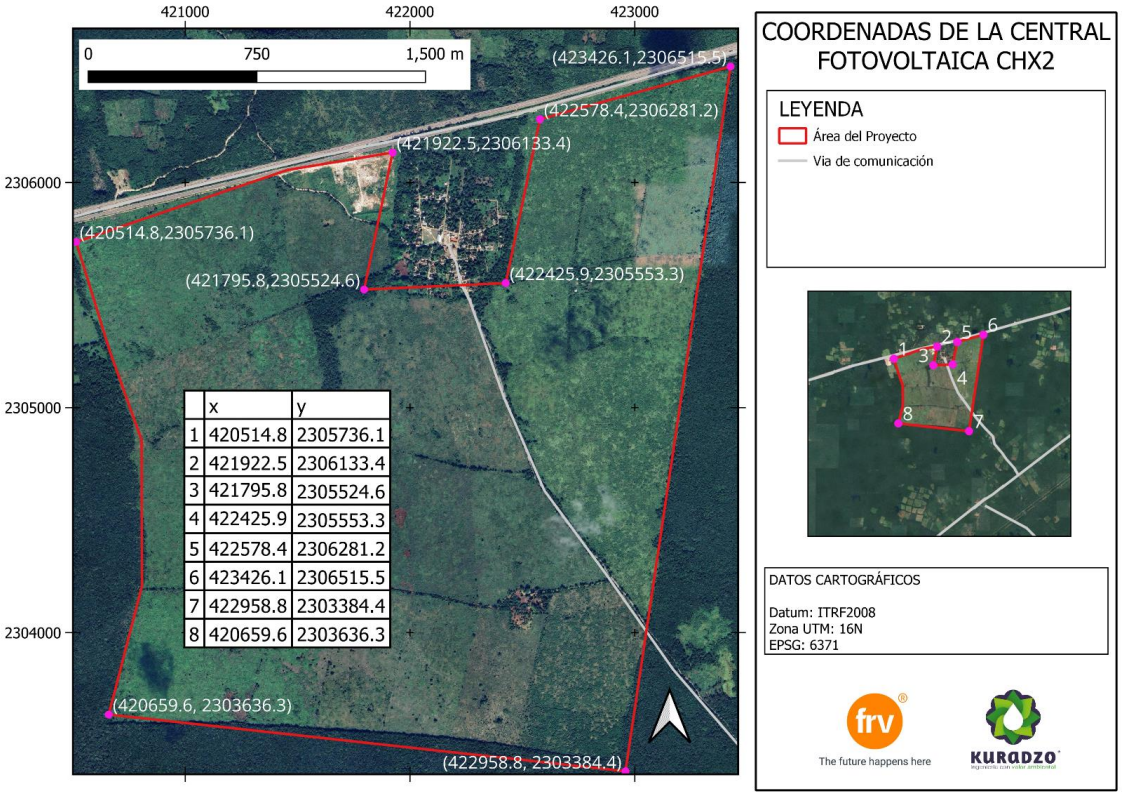
El área del proyecto se localiza en la región oriente del estado de Yucatán. Por lo que, para llegar al área del proyecto se tiene como vía de acceso principal la carretera Federal 180 D Kantunil-Cancún; para llegar desde la capital del estado de Yucatán, se recorrerían cerca de 218 Km (2 hr 40 min).

Tabla II.1.4. Localización estatal y municipal del sitio para el Proyecto

Estado	Municipio
Yucatán	Chemáx

El sitio para el Proyecto está situado a una elevación aproximada de **26** metros sobre el nivel del mar, dentro de un radio de **1** km existen asentamientos humanos, como son el poblado **Santa Cruz.**

Figura II.1.3. Ubicación física del Proyecto Chemax Solar.



Dimensiones del Proyecto

A continuación, se incluyen en la tabla II.1.5. la distribución del Proyecto.

Tabla II.1.5. Superficie del Proyecto Chemax Solar

Obras del Proyecto Chemax Solar	Superficie	Superficie total Requerida
Implantación fotovoltaica	**6,514,530.31 m²**	6,514,530.31 m²
Subestación de interconexión	**22,500 m²**	
Subestación elevadora	**8,400 m²**	

Tabla II.1.6. Coordenadas UTM del área del proyecto Chemax Solar

Obras del Proyecto Chemax Solar	Superficie	Vértice	Coordenada UTM	
			Y	X
Implantación fotovoltaica	**6,514,530.31 m²**	**1**	**2,305,799.350**	**420,427.650**
		2	**2,306,149.810**	**421,939.720**
		3	**2,305,495.250**	**421,904.380**
		4	**2,305,552.640**	**422,427.770**
		5	**2,306,288.690**	**422,500.430**
		6	**2,306,505.620**	**423,440.290**
		7	**2,303,454.770**	**422,934.650**
		8	**2,303,597.710**	**420,674.190**
Subestación de interconexión	**22,500 m²**	**A**	**2,303,696.470**	**422,690.990**
		B	**2,303,696.470**	**422,840.990**
		C	**2,303,546.470**	**422,840.990**
		D	**2,303,546.470**	**422,690.990**
Subestación elevadora	**8,400 m²**	**a**	**2,303,816.470**	**422,770.990**
		b	**2,303,816.470**	**422,840.990**

Obras del Proyecto Chemax Solar	Superficie	Vértice	Coordenada UTM	
			Y	X
		c	2,303,696.470	422,840.990
		d	2,303,696.470	422,770.990

La superficie por afectar dentro del predio con respecto a la cobertura vegetal existente, no se verá afectada de manera importante puesto que se establecieron 71.49 ha de conservación en el área del proyecto (ver capítulo VI) donde la densidad de área verde y arbolado es considerablemente mayor que en el resto de la superficie del predio, estas áreas designadas se pueden ver en la figura II.1.5. y las especies presentes en el proyecto en la Tabla II.1.7.

Tabla II.1.7. Superficie afectar con respecto a la cobertura vegetal				
Estrato	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Numero de individuo**	**Tipo de vegetación**
Arbustivo	*Mosanonna depressa*	Sak éelemuy		Nativa
Herbaceo	*Echites yucatanensis*	Kalis aak'		Nativa
Herbaceo	*Gonolobus barbatus*	Xtuch kajoy	1	Nativa
Palma	*Acrocomia aculeata*	Cocoyol		Exótica-invasora
Palma	*Sabal mexicana*	Huano		Nativa
Herbaceo	*Sclerocarpus divaricatus*	K'antoom boob	3	Nativa
Herbaceo	*Tridax procumbens*	Ta'ulu'um	4	Exótica-invasora
Herbaceo	*Viguiera dentata*	Taj	16	Nativa
Árbol	*Ehretia tinifolia*	Beek		Nativa
Herbaceo	*Bromelia karatas*	Piñuela		Nativa
Árbol	*Bursera simaruba*	Chakaj		Nativa
Herbaceo	*Distimake aegyptius*	Tso'ots' aak'	14	Exótica-invasora
Herbaceo	*Ipomoea splendor-sylvae*	Is aak'il	6	Nativa
Herbaceo	*Ipomoea triloba*	Is aak'il	3	Nativa
Herbaceo	*Cyperus rotundus*	Tuk'uch	2	Exótica-invasora
Arbustivo	*Diospyros tetrasperma*	Silil	2	Nativa
Herbaceo	*Croton sp.*			Nativa
Arbustrivo	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chaya silvestre		Nativa
Herbaceo	*Dalechampia scandens*	Mo'olkoh	2	Nativa
Herbaceo	*Euphorbia hypericifolia*	Sak its	2	Nativa

Arbustrivo	*Jatropha gaumeri*	Pomolche		Nativa
Arbustrivo	*Bauhinia divaricata*	Ts' ulub took'	2	Nativa
Árbol	*Cenostigma gaumeri*	Kitamche		Nativa
Herbaceo	*Chamaecrista nictitans*	Tamarindillo	3	Nativa
Árbol	*Chloroleucon mangense*	Yaax eek		Nativa
Árbol	*Enterolobium cyclocarpum*	Pich		Nativa
Arbustrivo	*Erythrina standleyana*	chak mo'ol che'		Exótica
Árbol	Havardia albicans	*Chukum*		Nativa
Árbol	*Lonchocarpus longistylus*	Balche		Nativa
Árbol	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam		Nativa
Arbustrivo	*Mimosa albida*	Dormilona macho	5	Nativa
Árbol	*Piscidia piscipula*	Jabín		Nativa
Arbustrivo	*Pithecellobium sp*			Nativa
Árbol	*Senegalia gaumeri*	Catzin		Nativa

Árbol	*Senna racemosa*	k'an ja' abin		Nativa
Arbustrivo	*Senna uniflora*	Bu'ul ch'o' k'aax	3	Nativa
Arbustrivo	*Senna villosa*	Box salche'	4	Nativa
Arbustrivo	*Vachellia collinsii*	Subin che'	2	Nativa
Arbustrivo	*Vachellia pennatula*			Nativa
Herbaceo	*Mesosphaerum suaveolens*	Xóolte' xnuuk	16	Nativa
Arbustrivo	Bunchosia swartziana	Sipche		Nativa
Arbustrivo	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	2	Nativa
Herbaceo	*Herissantia crispa*	Sak le'	15	Nativa
Herbaceo	*Waltheria indica*	Sak mis bil	6	Nativa
Árbol	*Ceiba pentandra*	Amapola blanca		Nativa
Árbol	*Guazuma ulmifolia*	Pixoy		Nativa
Árbol	*Cedrela odorata*	Cedro		Nativa
Árbol	*Maclura tinctoria*	Mora		Nativa
Árbol	*Psidium sartorianum*	Pichiche		Nativa

Arbustrivo	*Pisonia aculeata*	Béeb	2	Nativa
Herbaceo	*Dactyloctenium aegyptium*	Chimes su'uk, Zacate egipcio	3	Exótica
Herbaceo	*Megathyrsus maximus*	Su'uk, Zacate guineo	4	Exótica-invasora
Arbustrivo	*Coccoloba spicata*	Boob	3	Nativa
Arbustrivo	*Gymnopodium floribundum*	Dzidzilché		Nativa
Arbustrivo	*Bonellia macrocarpa*	ya'ax k'iix le' che'		Nativa
Arbustrivo	*Randia obcordata*	Altanisa		Nativa
Herbaceo	*Spermacoce verticillata*	Kaba mul	3	Nativa
Herbaceo	*Smilax spinosa*	Espina de cristo	2	Nativa
Arbustrivo	*Lantana camara*	Mo'ol peek	1	Exótica-Invasora
Arboreo	*Godmania aesculifolia*	Ajowan che', jo'ak'ab (maya		Nativa
Arboreo	*Protium copal*	sak chakaj, pom (maya).		Nativa
Total			131 Ejemplares de vegetación	

Figura II.1.4. Distribución de la Superficie de Proyecto Chemax Solar.

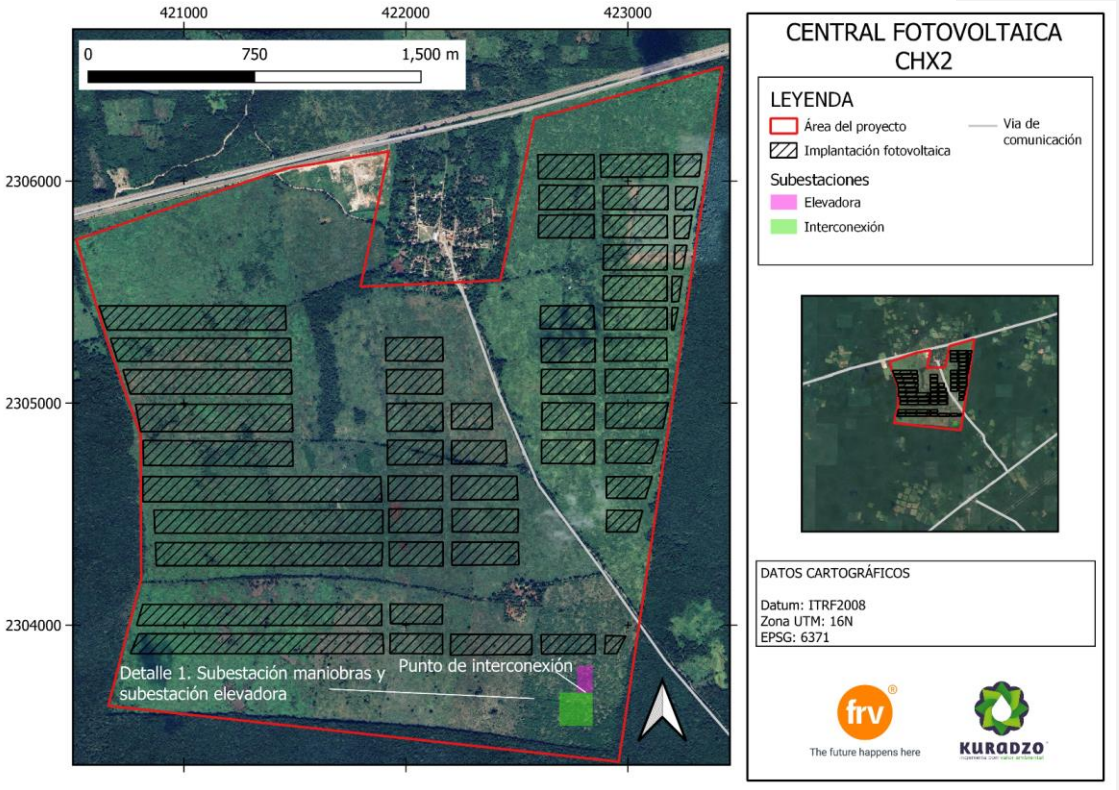
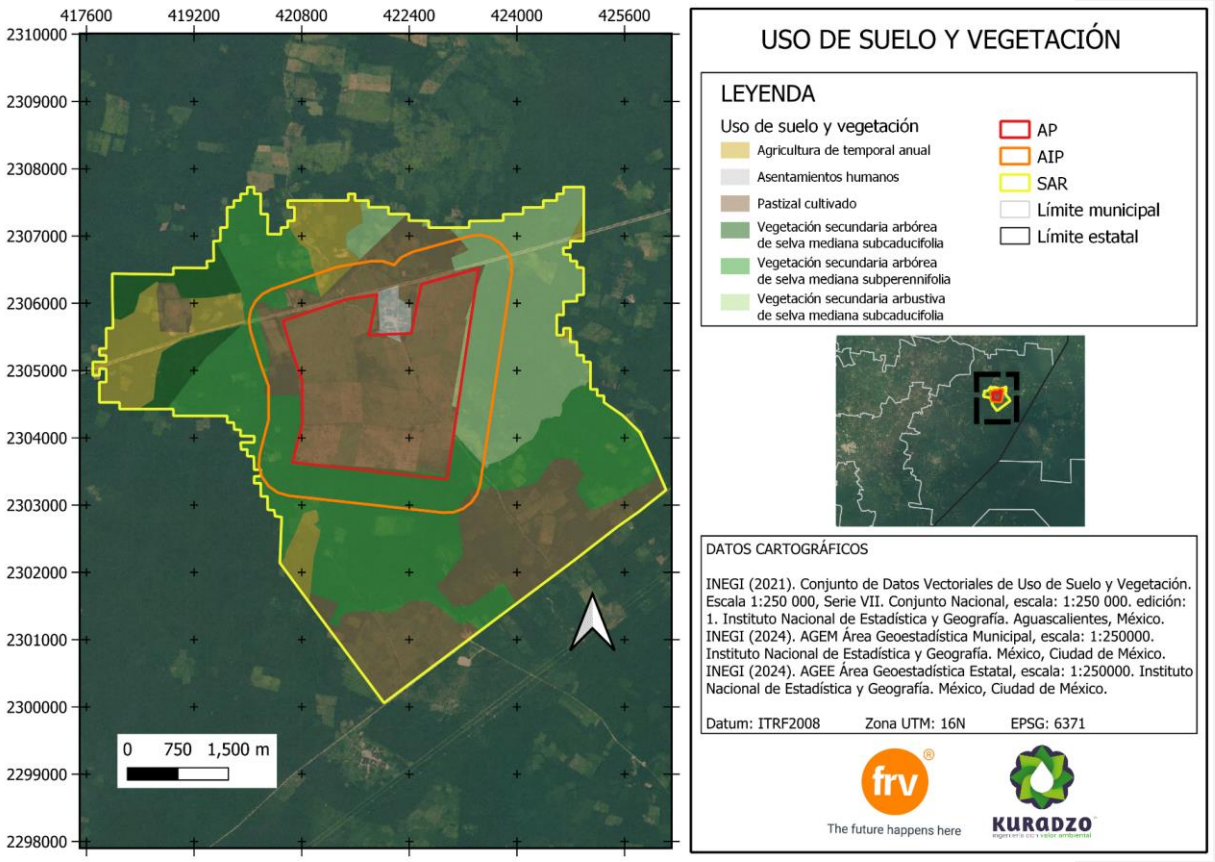


Figura II.1.5. Tipo de uso de suelo y vegetación presente en el área del proyecto Chemax Solar



II.1.4 Inversión requerida

La inversión requerida para la instalación del proyecto Chemax Solar, incluyendo los trabajos necesarios para acondicionar el predio, la obra civil, la construcción, los insumos y el personal necesario, es de **$184 millones de dólares.**

Tabla II.1.8. Costos de inversión					
Preparación del sitio	**Construcción**	**Operación y mantenimiento**	**Abandono**	**Medidas de prevención, mitigación y/o compensación**	**Total**
1,000,000.00	**120,000,000.00**	**40,000,000.00**	**13,000,000.00**	**9,200,000.00**	**184,000,000.00**

El desarrollo del Proyecto será mediante un esquema de financiamiento por medio de fideicomisos de prestamos bancarios**.**

El monto estimado para la aplicación de un programa para dar atención a las medidas ambientales (prevención, mitigación y compensación) es aproximadamente del 5% del costo total del Proyecto, el cual asciende a $ 9,200,000.00 USD.

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

Como se ha indicado el Proyecto Chemax Solar, está integrado por las siguientes obras:

La central fotovoltaica considera:

- ✓ Implantación fotovoltaica
- ✓ Subestación maniobras
- ✓ Subestación elevadora
- ✓ Subestación de interconexión
- ✓ Tubería de suministro de agua
- ✓ Tubería de descarga de agua residual
- ✓ Camino de acceso temporal para personal

Las obras indicadas anteriormente son necesarias para que el Proyecto pueda operar eficazmente, ya que es necesario el suministro de los servicios básicos.

El Proyecto considera las siguientes etapas: Preparación del sitio y Construcción, Puesta en servicio, Operación y mantenimiento, Abandono.

Características de las instalaciones

Chemax Solar estará compuesta por módulos solares de 690 W de capacidad en corriente directa, así como de inversores que convertirán la corriente directa en corriente alterna con una potencia de inversión aparente de 330 $[KVA]_{AC}$, potencia real máxima de 330 $[KW]_{AC}$ y una potencia nominal de 300 [KW], de tal modo que la capacidad del parque será la siguiente:

- Capacidad instalada: 264 MW
- Capacidad máxima: 281.5 MWp
- Corriente alterna: 230 $MW_{AC\text{-}Neto}$

Equipo principal

El equipo principal por instalar se indica en la tabla II.1.8.

Tabla II.1.9. Infraestructura y equipamiento principal del Proyecto Chemax Solar.

No	Equipo	Descripción	Cantidad
1	**Panel fotovoltaico**	Dimensiones (LxWxH): 2,384 x 1,303 x 33 mm Peso: 38.3 kg Temperatura de operación: -40°C~ +85°C Fusible: 35ª Capacidad (Potencia): 690W Calibre de cable de conexión: 4 mm2 (IEC), 10 AWG (UL)	**408,000**
2	**Inversores**	Dimensiones (LxWxH): 1,048 x 732 x 395 mm Peso: 112 kg Grado de protección: IP66 Temperatura de operación: -25°C~ +60°C Potencia aparente máxima: 330 $[kVA]_{AC}$ Potencia real máxima: 330 $[MW]_{AC}$ @fp=1 Potencia nominal: 300 $[kW]_{AC}$	**800**

No	Equipo	Descripción	Cantidad
3	**Transformador MT**	Nivel de tensión: 34.5/0.8 kV Capacidad (Potencia): 6,300 kVA@40°C / 5,400 kW@50°C Grado de protección: IP54 Temperatura de operación: -25°C a + 60°C	**37**
4	**Transformador de potencia**	Nivel de tensión: 230/34.5 kV Capacidad (Potencia): 230/250 MVA ONAN/ONAF Frecuencia de operación: 60 Hz Intercambiador de Taps: Automático Impedancia: ($sec_{1\text{-}2}$) 14%, (sec_0) 10%	**1**
5	**Banco de capacitores (Compensación reactiva)**	Nivel de tensión: 34.5 kV Capacidad: 50 MV Ar Conexión: Estrella con neutro flotante Altitud de operación: 50 msnm Frecuencia: 60 Hz	**1**
6	**Tracker (Estructura de soporte)**	Inclinación +60°/-60° Pitch: 7.3m Orientación del eje: Sur-Norte	**4514**

Anexo II.1. Ficha técnica panel fotovoltaico.

Anexo II.2. Ficha técnica inversores.

Anexo II.3. Ficha técnica inversor MT.

Anexo II.4. Características del transformador de potencia.

Anexo II.5. Características del banco de capacitores.

Anexo II.6. Ficha técnica Tracker

Anexo II.7. Cálculo de emisiones de los equipos en las etapas.

II.2.1 Programa de trabajo.

En la Tabla **II.1.10.** se muestra el programa de trabajo calendarizado correspondiente a todas las etapas, se muestran las actividades a realizar para la etapa de preparación del sitio, construcción y puesta en servicio con una duración de **17 meses**. Además, se presenta el programa de trabajo para la etapa de operación y mantenimiento de la Central con una duración de **25 años**. Finalmente, se muestra el programa de trabajo para el desmantelamiento de la instalación en caso de abandono del sitio considerando **12 meses.**

Tabla II.1.10. Programa General de Actividades Del Proyecto Chemax Solar.

ACTIVIDADES	TIEMPO EN AÑOS																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16-25					26	27	28
Diseño e ingeniería																							
Preparación del sitio																							
Construcción																							
Operación y mantenimiento																							
Abandono y desmantelamiento																							
Nota: en todas las etapas del Proyecto se considera la contratación de mano de obra y la operación de maquinarias y vehículos.																							

Tabla II.1.11. Actividades a realizar para la etapa de Preparación del Sitio y Construcción

ACTIVIDADES PRINCIPALES	TIEMPO DE EJECUCIÓN (MESES)																													
	2		4		6		8		10		12		14		16		18		20		22		24		26		30			
Preparación del sitio																														
Desmonte																														
Despalme																														
Construcción																														
Cortes y nivelaciones																														
Construcción de caminos interiores y drenaje																														
Canalizaciones																														
Cimentación de estructura de soporte																														
Instalación de módulos																														
Obra eléctrica BT																														
Obra eléctrica MT																														
Obra eléctrica AT																														
Cerco perimetral y seguridad																														
Subestación de elevadora																														

Nota:

Los trabajos de preparación del sitio iniciarán una vez obtenidas las autorizaciones ambientales correspondientes.

Tabla II.1.12 Programa de trabajo para la etapa de operación y mantenimiento

ACTIVIDADES PRINCIPALES	TIEMPO DE EJECUCIÓN (AÑOS)														
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	27	29
Operación															
Nota: Se deberá considerar que la entrada en operación será para el año 2026															
El programa de mantenimiento se aplica durante la vida útil del Proyecto															
Mantenimiento															
Mantenimiento preventivo															
Mantenimiento correctivo															

Tabla II.1.13. Programa de trabajo para el desmantelamiento de la instalación.

ACTIVIDADES PRINCIPALES	TIEMPO DE EJECUCIÓN (MESES)											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Desmantelamiento de equipos e infraestructura												
Restauración de zona ocupada												

II.2.2 Representación gráfica regional

El Proyecto Chemax Solar se ubicará en el Municipio de **Chemáx**, Estado de Yucatán. (Ver Figura II.1.7.)

II.2.3 Representación gráfica local

En la Figura II.1.8. se visualiza la representación local del Proyecto Chemax Solar, que se ubicará en el Municipio de Chemáx, Estado de Yucatán, con acceso en el km 180 D de la carretera Federal Kantunil-Cancún.

Figura II.1.6. Representación gráfica regional.

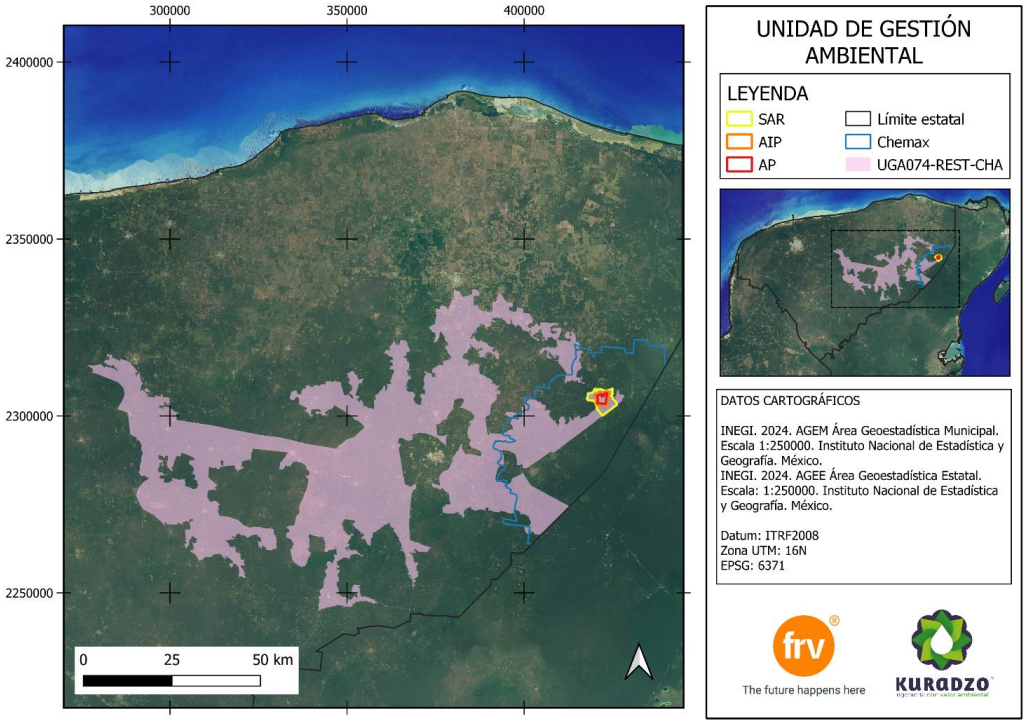
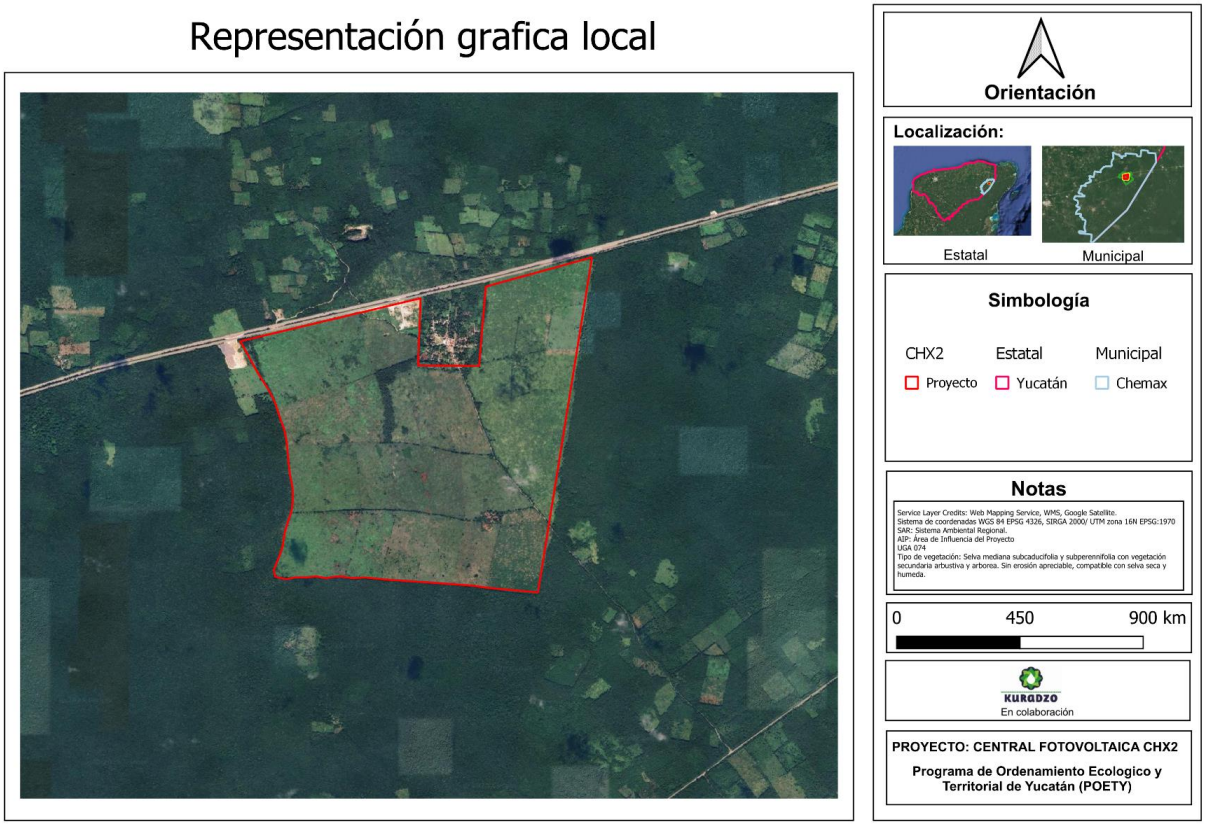


Figura II.1.7. Representación gráfica local.



II.2.4. Preparación del sitio y construcción.

II.2.4.1. Preparación.

El alcance de las obras y actividades asociadas a la ejecución del parque fotovoltaico están subdivididas en las siguientes actividades, es pertinente mencionar que algunos de los estudios se encuentran en elaboración.

II.2.4.1.1. Desmonte.

Al inicio del proyecto, en las áreas seleccionadas con base a los requerimientos específicos por área y habilitación del proyecto, se realizará la remoción de la vegetación existente.

Estos trabajos se realizarán por medios mecánicos (maquinaria) mediante procedimientos de seguridad establecidos.

Para el área de los paneles solares solo se impactará la vegetación al momento de la instalación de estos y una vez concluida la vida útil del mismo, se promoverá la sucesión vegetal natural con especies herbáceas de la zona.

Es importante mencionar que, antes de llevar a cabo las actividades de remoción de cobertura vegetal, se realizaran actividades de marcado, rescate y reubicación de especies de flora; así como, el ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies de fauna, con la finalidad de evitar impactos a los mismos (Ver Capítulo VI.)

II.2.4.1.2 Despalme.

En este punto se considera el despalme del terreno, que consiste en la remoción de suelo vegetal; en el predio del proyecto, se planea remover aproximadamente 5 cm de espesor (en función de las características de la superficie). Es importante mencionar que, este suelo será utilizado como parte de las actividades de nivelación en las superficies que lo requieran.

II.2.4.1.3 Excavación y nivelaciones.

En general, estos trabajos consisten en la ejecución de todas las obras de movimientos de tierra necesarias para la correcta nivelación de las áreas destinadas a la construcción, la evacuación de materiales inadecuados que se encuentran en las áreas sobre las cuales se va a construir, la disposición final de los materiales excavados, la conformación y compactación de las áreas donde se realizarán las diversas obras, considerando los aspectos geométricos operacionales, volumen de obra, costos y aspectos estructurales, que garanticen la eficiencia de las obras. En el presente proyecto estas actividades servirán para:

- Eliminar en caso de existir, aquellos desniveles que no permitan la instalación y óptima operación de los seguidores (estructura de los paneles), teniendo en cuenta que el seguidor horizontal puede funcionar con pendientes máximas de 5° en dirección E-W y 1° en dirección N-S.
- Crear una superficie firme y homogénea, con la compactación y resistencia mecánica adecuada, que permita la ejecución de cimentaciones canalizaciones según las hipótesis de cálculo utilizadas en la fase de ingeniería.

Para el desarrollo de estas actividades se hará uso de Motoniveladoras, Ripers, Cilindros y camiones.

II.2.4.1.4 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

El Proyecto se encuentra cercano al pueblo de Santa Cruz, población que proporcionará alimentación y alojamiento a los trabajadores durante la etapa de construcción. En el predio se creará una zona necesaria para ubicar las oficinas de obra, zonas de almacenamiento de los diferentes equipos y materiales y zonas de trabajo.

Para la zona de obras se considera el uso principal de instalaciones temporales de 20 y 40 pies acondicionados para este uso. Estas edificaciones vienen de fábrica en forma de edificios prefabricados modulares, mismos que se instalarán sobre el suelo previamente preparado.

La zona de obras principalmente estará conformada por:

Caseta de vigilancia: Se tratará de un camión o contenedor habilitado como oficina de seguridad donde se supervisará la entrada y salida de vehículos y personas y se realizará la coordinación de todas las tareas de seguridad de la obra.

Taller de trabajo. Construcción instalada en contenedores metálicos o hechas de paneles de madera protegidos del viento.

Comedores. Construcción instalada en contenedores metálicos, especialmente diseñados para estos fines, ubicados dentro del recinto de la oficina.

Servicio de primeros auxilios. Construcción que se habilitará en uno de los contenedores. Contará con equipo necesario para los primeros auxilios, dentro del área de oficinas.

Oficinas administrativas. Construcción instalada en contenedores metálicos o hechos de paneles de madera protegidos del viento.

Área de acopio y almacenamiento. Áreas destinadas al almacenamiento y disposición transitoria de los materiales utilizados durante la construcción de la central. Se requerirá de una bodega abierta para el almacenamiento de los módulos fotovoltaicos, así como del resto de los equipos necesarios para la instalación.

Zona de carga de combustible. Se establecerá una zona de seguridad, exclusiva para el abastecimiento puntual de combustible para maquinaria, camiones u otros vehículos, según las necesidades de la construcción. Es indispensable mencionar que la cantidad de combustible presente en el sitio será en todo momento menor a la cantidad señalada oficialmente en el primer listado de manejo de sustancias tóxicas y el segundo listado de manejo de sustancias inflamables y explosivas, determinadas por la Secretaría de Desarrollo Urbano y por Ecología, estatal y federal.

Zona de baños. Durante la fase de construcción se instalarán baños secos en el área de acceso, de oficina y vestuarios. Se contará con un número adecuado de inodoros separados para hombres y mujeres, en proporción con el número de trabajadores que hagan uso de ellos. Estarán ubicados en lugares convenientes, a una distancia en sentido horizontal no mayor a 75 metros del lugar de trabajo.

Las aguas servidas que se generen en esta etapa son producto de duchas, baños y comedor. La empresa proveedora de los baños químicos estará a cargo de su mantenimiento y de la disposición final de dichos efluentes conforme a todos los reglamentos y normas aplicables a las descargas de aguas residuales (CONAGUA, 1997).

Zona de acopio de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial. Se habilitarán zonas cercanas destinadas al almacenamiento de residuos sólidos urbanos (SRU) y residuos de manejo especial (RME) incluyendo escombro proveniente de la construcción, tales como fierro, madera no contaminada, pernos, cartón, empaques entre otros. Ambos tipos de residuos serán trasladados para su reciclaje y/o disposición final conforme a las normas aplicables. (Ver capítulo VI.)

Obras y servicios de apoyo

Como ya se mencionó, se requerirá del establecimiento de una zona provisional, misma que constará de lo siguiente:

- Oficinas temporales para los trabajadores
- Zona de comida con capacidad para 200 personas con equipos para refrigerar y calentar alimentos
- Instalaciones sanitarios portátiles
- Área de acopio, carga y descarga de materiales
- Bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos
- Bodega de almacenamiento temporal de residuos no peligrosos
- Generadores eléctricos
- Almacenamiento de combustible

La infraestructura de apoyo como oficinas provisionales, almacenes temporales, etc., será proveída por empresas externas que se encargará de retirarlas del sitio, bajo supervisión de la empresa. Los residuos que se deriven de las actividades de desmantelamiento de la infraestructura de apoyo, serán dispuestos de acuerdo a su tipo (sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos) por medio de los servicios de empresas autorizadas para su manejo y disposición final, de acuerdo a las regulaciones estatales (residuos sólidos urbanos/manejo especial) y federales (en el caso de residuos peligrosos) que apliquen.

II.2.4.1.5 Personal requerido.

El personal requerido para las etapas de preparación del sitio y construcción es de 660 trabajadores, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla II.1.14. Personal requerido por etapa del proyecto.

Etapa	Tipo de empleo o puesto	Total de empleos	Procedencia
Preparación del sitio y construcción	**Ingeniero**	**52**	**Nacional**
	Ingeniero Jr.	**13**	**Nacional**

Etapa	Tipo de empleo o puesto	Total de empleos	Procedencia
	Operario especializado o para maquinaria pesada	33	Municipal
		62	Nacional
	Operario para maquinaria ligera	9	Municipal
		15	Nacional
	Operario	84	Local
		150	Nacional
	Operario no cualificado	81	Local
		146	Nacional
	Administrativo	5	Local
		10	Nacional
Totales	**660**		

Cabe destacar que se requerirá mano de obra local, lo que implica un impacto social positivo por la generación de empleo durante la etapa de construcción de Chemax Solar.

II.2.4.1.6 Requerimiento de energía.

Electricidad

El Proyecto contempla el uso de transformadores de 34.5/.0660 kV debidamente insonorizados para alimentar los centros de transformación y la central fotovoltaica. Se instalará 2 inversores con una carga total máxima de 6.9 MW los centros de transformación y 84 kW de carga máxima para la central fotovoltaica, serán dispuestos sobre un material impermeable (polietileno o geotextil) que permita contener cualquier tipo de derrame.

Combustible

Los grupos electrógenos y maquinaria utilizarán como combustible el diésel. El suministro de combustible para abastecimiento de los estanques, dispuestos en la zona de oficinas será a través de empresas debidamente autorizadas y mediante camiones cisterna. Se habilitará una pequeña Bodega de Acopio Temporal (BAT), en la cual se almacenarán 400 litros de combustible en 2 tambores, cuya capacidad será de 200 litros cada uno, cumpliendo éstos, con las exigencias técnicas de la NOM-005-STPS-1998, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, así como la NOM-018-STPS-2000, relativa al sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. La estructura de la BAT será metálica, con ventilación, techo, bandeja para contener derrames, que superará en 1.1 veces la capacidad de la suma de capacidad de ambos tambores.

II.2.4.1.7 Requerimiento de agua

La dotación mínima de agua para consumo humano será de 100 litros por persona y día, es decir, que, dependiendo de las actividades, algunos días se encontrarán menos trabajadores, mientras que otros días estarán más trabajadores en el sitio.

El agua sanitaria será utilizada en los baños y duchas de la zona de obras, para ello se contará con estanques en altura mantenidos por una empresa contratada con tal fin. El consumo máximo será de 1,755 m^3/mes, para un número máximo de trabajadores de 585 (es decir, solo si se tuviera una presencia simultánea de todos los empleados de la construcción, condición que no se cumplirá) y un consumo máximo de 100 litros trabajador/día. Sin embargo, considerando un promedio estimado de trabajadores de 113 trabajadores simultáneos durante la construcción del Proyecto se obtiene un consumo total de 8,249.00 m^3 de agua durante los 24 meses de trabajo.

El agua industrial será obtenida de proveedores que operen en la zona en que se ubican las obras y transportada a las faenas por medio de camiones cisterna y será principalmente utilizada para la humectación de las zanjas durante su realización y también para la mejora y ejecución de nuevos caminos.

II.2.4.1.8. Otros requerimientos.

El principal insumo para la operación del sistema son los aceites lubricadores para los Inversores-transformadores. Su limpieza y cambio tiene una periodicidad de una vez cada dos años. Los demás insumos utilizados, son menores y eventuales, y serán materiales y/o repuestos que serán requeridos por personal de mantenimiento. Todos estos lubricantes se mantendrán en una bodega que será emplazada en un contenedor hermético.

II.2.4.2. Construcción.

II.2.4.2.1. Áreas permanentes

A continuación, se describen las obras constructivas e instalaciones que serán implementadas durante el Proyecto de forma permanente y temporal y que consideran la construcción y/o montaje de las siguientes obras, equipos y componentes. Ver tabla II.1.13. donde se detalla la superficie de los elementos que estas obras, equipos y componentes utilizarán en el área donde se localizará el Proyecto.

Tabla II.1.15. Superficie estimada para obras permanentes.

Obras permanentes	Superficie [ha]	Porcentaje con relación al total del predio (%)
Área de Paneles Solares	651.45	85.70
Camino de acceso	1.945	0.255
Canalización de línea subterránea	11.775	1.55
Subestación de maniobra	2.25	0.29
Caminos perimetrales	25.599	3.36
Caminos internos	20.479	2.69
Centro de control	0.205	0.026
Cabina de inversores	8.192	1.077
Estacionamiento	1.126	0.148
Obras temporales	7.065	0.929
Áreas libres de construcción	30.000	3.94
Total	**760.086**	**100.00**

II.2.4.2.2 Caminos y drenajes.

Caminos

Se habilitarán caminos interiores con un ancho aproximado de 3 metros, con cunetas que permitirán el acceso a los centros de transformación, tanto durante la fase de construcción, como la de operación y mantenimiento. Los caminos tendrán un radio de giro suficiente que permita la movilidad de camiones pesados.

Figura II.1.8. Imagen ilustrativa de la apertura de caminos internos



Drenajes

Los movimientos de tierras no modificarán el drenaje natural superficial existente en el área de proyecto de la central fotovoltaica. Únicamente se instalarán sencillos dispositivos de drenaje en el caso que se requiera impedir el anegamiento de puntos a confirmar de acuerdo con estudios hidrológicos en curso.

II.2.4.2.3 Cimentación y fijación de estructura.

La estructura recomendada para soporte de los paneles es de acero inoxidable compuesto por pedestales, travesaños, marcos modulados y de unión roscada, la estructura se une a la cimentación por medio de una placa base. La estructura considera las canalizaciones para el paso del cableado eléctrico. El diseño de esta estructura toma en cuenta las cargas asociadas al peso del módulo y la estructura y las cargas dinámicas correspondiente al cortante por sismo y al efecto de vientos hasta un máximo de 200 km/hr.

En este caso la cimentación estará basada en las propiedades de carga y fricción del suelo, optando para el presente proyecto por un sistema de anclas, utilizando máquinas de hincado manitou. Por su parte la fijación de las estructuras metálicas que dará soporte a los módulos fotovoltaicos considerará el estudio geotécnico

y pruebas de hincado y esfuerzos para poder realizar el dimensionado final de los perfiles y la profundidad de hincado. Con base a los resultados obtenidos se podrá realizar de las siguientes maneras:

- Hincado de perfiles a percusión: La profundidad de hincado, así como el perfil a utilizar dependerá de las características del suelo y de la carga a soportar en función del paso de la estructura y módulos, combinada con otros factores, como la carga debida al viento. La profundidad normal es alrededor de dos metros de enterramiento. La colocación de los elementos de hincado se hace de forma dinámica con la percusión. Así mismo, se hace uso de un martillo hidráulico que tiene la función de golpear el elemento de hincado con ayuda de una maza.
- Tornillo: Otra solución óptima para este tipo de instalaciones es utilizar un tornillo del tipo galvanizado en caliente que se introducirá por rotación o rotopercusión permitiendo ser usado en suelos compuestos de gravas, bolones y rocas. La profundidad del tornillo y su diámetro dependerá de las características del suelo y de la carga a soportar en función del peso de la estructura y módulos, combinada con otros factores, como la carga debida al viento. La profundidad normal viene a ser alrededor de dos metros de enterramiento.
- Micropilotes: Esta solución consiste en una perforación de diámetro y profundidad a determinar mediante rotación o rotopercusión permitiendo ser usada, en suelos compuestos de gravas, bolones y rocas, y la posterior colocación del pilar el cual podrá ir recubierto de los mismos materiales utilizados durante la perforación o de una lechada de hormigón, permitiendo obtener altas capacidades de carga tanto a la tracción vertical y horizontal como a la compresión.

Figura II.1.9. Imagen ilustrativa del hincado de estructuras



II.2.4.2.3.1 Equipo a utilizar.

La maquinaria necesaria para la construcción del Proyecto será la siguiente:

- Para realizar la limpieza y nivelación del terreno serán necesarias motoniveladoras, Ripers, Cilindros, Joper, y camiones.
- Para la cimentación de las estructuras serán necesaria máquinas de hincado y manitou.
- Para la realización de las cimentaciones de la estructura serán necesarias máquinas de hincado y manitou y retroexcavadoras para el sistema de drenaje.
- Para las zanjas de baja y media tensión serán necesarias zanjadoras, retroexcavadoras, bobcat y manitou.

A continuación se presenta el equipo y maquinaria empleada para la etapa de construcción:

Tabla II.1.16. Maquinaria y equipo a emplear durante la etapa de construcción (meses).

Meses	1 l 2	3 l 4	5 l 6	7 l 8	9 l 10	11 l 12	13 l 14	15 l 16	17 l 18
Máquina de tiro	0	0	0	0	12	24	24	24	24
Camión Pluma	0	0	24	48	24	24	24	24	24
Manitou	0	42	42	36	41	41	36	42	42
Motonivelado-ras	36	36	36	0	0	0	24	24	12
Ripper	18	18	18	0	0	0	24	24	12
Cilindros	9	9	9	9	0	0	18	18	9
Joper (Hormigonera)	12	24	24	24	0	36	36	36	36
Pala cargadora	36	36	36	0	0	0	24	24	24
Hincadora	0	0	0	18	18	18	18	18	0
Retroexcava-dora	12	12	24	24	12	12	0	0	0
Bobcat (excavadora)	12	12	24	24	12	12	24	24	24
Zanjadora	0	0	24	24	24	24	0	0	0

El único mantenimiento a los camiones y/o maquinaria que se realizará en las instalaciones del Proyecto corresponde al cambio de aceite, dicha actividad se llevará a cabo en los pozos del taller mecánico. Este cambio de aceites se realizará en la zona de obras donde se dispondrá de una bandeja para la recepción de estos residuos. Generándose aproximadamente 0.1 m^3/mes de aceite proveniente de los cambios de aceite y filtro de los camiones.

Los filtros de aceites usados serán drenados antes de ser almacenados para su posterior disposición. Una vez drenados se les dará un manejo adecuado en concordancia con lo estipulado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su correspondiente Reglamento, asegurando el control y contención.

II.2.4.2.3.2. Insumos y Materiales.

En la Tabla II.1.13, se muestra los principales insumos y materiales aproximados que se requerirán en la preparación del sitio y la construcción del Proyecto.

Tabla II.1.17. insumos, materiales y servicios por etapa del proyecto.

Etapa del Proyecto	Actividad	Insumo	Cantidad
Preparación del sitio	**Adecuación del terreno**	**Grava y arena**	**210,000.00 m3**
Construcción	**Transporte de materiales**	**Viajes de camión para transporte de materiales**	**5,000**
Construcción	**Cimentación**	**Hormigón**	**7,517.04 m3**
Construcción	**Oficinas (zona de obras)**	**Edificios prefabricados metálicos (incluyendo inmobiliario)**	**ND**
Construcción	**Oficinas (zona de obras)**	**Sanitarios portátiles**	**En estimación, de acuerdo con necesidades del Proyecto, por definir**
Construcción	**Oficinas (zona de obras)**	**Servicios de limpieza**	**17 meses**
Construcción	**Maquinaria para construcción**	**Maquinaria**	**Ver apartado II.2.5.3.1.**
Construcción	**Maquinaria y electrificación**	**Combustible**	**351,368.00 l**
Construcción	**Electrificación**	**Generadores**	**-**
Construcción	**Maquinaria**	**Aceites y lubricantes**	**7,830.00 l**
Construcción	**Consumo de trabajadores**	**Agua potable**	**949,200.00 l1**
Construcción	**Sanitarios**	**Agua sanitaria**	**4,746,000.00 l2**
Construcción	**Materiales y equipos**	**Tornillería y piezas pequeñas**	**Varios**
Construcción	**Materiales y equipos**	**Herramientas**	**Varios**

1.- Considerando 10 l/ per cápita al día y la presencia de 113 trabajadores promedio, ya que los 660 no estarán presentes de manera simultánea

2.-Considerando un consumo de 50 l/trabajador al día y la presencia de 113 trabajadores promedio, ya que los 660 no estarán presentes de manera simultánea.

II.2.4.2.3.3. Transporte de material.

El material necesario para la construcción del Proyecto será transportado en camiones desde el puesto más cercano. Se estima que, para el transporte de los módulo fotovoltaicos, estructura de soporte, centros de transformación, cableado, etc., serán necesarios aproximadamente 20 viajes de camión estándar por cada megavatio nominal instalado, por lo tanto, para el total del Proyecto serán necesarios 6,160 viajes de camión estándar.

II.2.4.3. Cimentación de Central generadora de energía.

II.2.4.3.1. Montaje de estructura de soporte de paneles fotovoltaicos.

La instalación adecuada de los paneles fotovoltaicos implica que estarán montados sobre una estructura de soporte y fijación de los mismos. Además, incluye una estructura móvil (seguidor de un eje), es decir, hará un seguimiento diario a la posición del sol en el sentido Este-Oeste con el objetivo de captar con menor ángulo la radiación y así lograr maximizar la producción de la instalación.

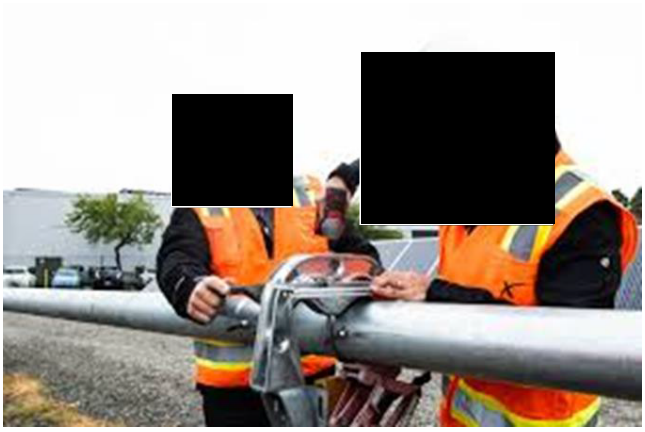
Figura II.1.10. Sistema de seguidores en los paneles solares



Sistema de seguidores en los paneles solares

El montaje de la estructura se hará siguiendo el manual de instalación del fabricante de la estructura de soporte, respetando las condiciones del sistema ambiental.

Figura II.1.11. Imagen ilustrativa del montaje de paneles solares.



II.2.4.3.2. Montaje Paneles Fotovoltaicos.

Una vez que se tengan los paneles en el terreno, se procederá a su instalación mediante una grúa o manualmente, evitando alguna posible rotura o daño de los módulos, el personal encargado de esta tarea estará altamente capacitado. Además del montaje mecánico de los módulos sobre las estructuras, se procederá a realizar el conexionado de los módulos entre sí para realizar las series de módulos.

Figura II.1.12 Montaje de los módulos fotovoltaicos.



II.2.4.3.3 Cajas de agrupación y protección en corriente continua.

Las diferentes series de los módulos fotovoltaicos se ubican en las cajas de agrupación antes de los inversores. Además de unificar los circuitos en corriente continua conectándolos en paralelo; la caja de agrupación y protecciones de corriente continua permite la instalación de elementos de protección como fusibles de corriente continua y descargadores de sobretensiones, protegiendo la instalación ante posibles descargas atmosféricas.

También pueden incluir seccionadores de corriente continua facilitando y protegiendo a los trabajadores en el montaje y en la fase de mantenimiento de la Central fotovoltaica. La cantidad de series que podrá reagrupar cada caja de agrupación será definida en una etapa de ingeniería de detalle.

Las cajas de agrupación podrán ir ubicadas sobre un pedestal de hormigón, ancladas a pilares instalados exclusivamente para este propósito o ancladas a los pilares de la estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos.

II.2.4.3.4 Inversores y centros de transformadores.

El inversor es el equipo encargado de convertir la corriente continua procedente del campo de paneles en corriente alterna que será la que se inyecte a la red, el cual debe tenerse en cuenta en el momento de diseñar el generador FV y fijar el número de módulos en serie (se fija el valor de la tensión) y el número de series en paralelo (se fija la potencia).

Se instalarán 800 inversores del fabricante Huawei modelo SUN2000-330KTL-H1 de 300 KW de potencia nominal en CA o un equipo de similares características que cumplirán las exigencias requeridas en conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red, en cuanto a protecciones, puesta a tierra, compatibilidad electromagnética, etc.

II.2.4.3.5 Centros de transformación.

El transformador es el equipo encargado de elevar el nivel de voltaje de la salida de los inversores hasta el nivel de media tensión necesario (34.5 kV) anterior a la subestación elevadora a niveles de voltaje de alta tensión. Los transformadores suelen venir integrados en un centro de transformación prefabricado cuya envolvente puede ser realizada en hormigón o en material metálico.

Los inversores estarán incorporados en el interior de los centros de transformación junto al resto de a paramenta de media tensión y el cableado interior vendrá ya preinstalado de fábrica. Normalmente estos centros de transformación incluirán los siguientes equipos:

- 1 o 2 Inversores;

- Transformador BT/MT;
- Puertas de acceso desde el exterior,
- Luces de emergencia;
- Equipamiento de seguridad;
- Celdas de MT de protección, línea y medida tipo SF6;
- Transformador de SSAA;
- Cuadro de protecciones de SSAA;
- Cuadro DC de segundo nivel;
- Cableado de interconexión;
- Espacio para equipos de monitorización.

II.2.4.3.6 Cableado

Las secciones de cableado se calcularán respetando las caídas de tensión máximas, incluyendo las posibles pérdidas por los terminales intermedios y respetando los límites de calentamiento recomendado por el fabricante de los conductores.

Los cables utilizados para la interconexión de los módulos fotovoltaicos en cada uno de los seguidores estarán protegidos ante la degradación, desde las series de módulos fotovoltaicos hasta las cajas de agrupación y desde éstas hasta los inversores, el cableado se realizará de modo subterráneo a través de zanjas que serán excavadas por medios mecánicos.

II.2.4.3.7 Sistema de monitorización.

El sistema de monitorización o monitoreo consiste en la captura de datos de la producción de energía por medio de unos dispositivos que permiten grabar dicha información, o bien transmitirla ya sea vía Internet, servidor interno del parque, etc. Esto permite una correcta operación y mantenimiento del Parque Fotovoltaico, dando la posibilidad de realizar acciones preventivas, correctivas y predictivas de generación eléctrica.

El sistema permite tener un seguimiento a tiempo real de varios parámetros de funcionamiento de la instalación, entre ellos, la producción, así como hacer un histórico y presentar los datos para su análisis y estudio.

Este sistema analizador de la red proporcionará:

- Voltaje y Corriente Continua (CC) a la entrada del inversor.
- Voltaje de fases en la red, potencia total de salida.
- Total, de la energía producida.
- Temperatura ambiente exterior y Temperatura de los módulos.
- Velocidad del viento.
- Datos en forma de medida horaria.

II.2.4.3.8 Instalación de cableado subterráneo.

Una vez que las series se encuentren conectadas en el extremo de la estructura de soporte, los cables deben ser conducidos hasta las cajas de conexiones, estas cajas se agruparán en las entradas de los inversores. Este tramo de cableado se realizará de modo subterráneo a través de zanjas que serán excavadas por medios mecánicos y cuyas dimensiones podrán variar en función de la cantidad de cables que recojan.

Las zanjas además de los cables llevaran tubos que servirán de protección para los cables que se encuentren en su interior. Se preparará un lecho de apoyo en la primera fase sobre la que se colocarán los tubos y posteriormente se procederá a tarlos con material de relleno junto a una cinta de señalización para evitar posibles accidentes.

Este proceso podrá repetirse varias veces en función de los niveles que tenga la zanja. Los conductores serán de cobre cubiertos de polietileno reticulado o de aluminio, y tendrán una sección tal que evitarán caídas de tensión importantes y calentamientos, para las zanjas de baja y media tensión serán necesarias zanjadoras, retroexcavadoras, bobcat y manitou.

II.2.4.3.9 Instalación eléctrica en baja, media y alta tensión.

Las tensiones de 600 V e inferiores se denominan “baja tensión” (BT), las tensiones de 600 V a 69 kV se denominan “media tensión” (MT), las tensiones de 69 kV a 230 kV se denominan “alta tensión” (AT) y las tensiones de 230 kV a 1100 kV se denominan “extra alta tensión” (EAT), aunque 1100 kV también se denomina “ultra-alta tensión” (UAT).

Para la ejecución de la instalación de corriente continua en baja tensión, en primer lugar, se procederá a la formación de los “string”, posteriormente, se interconectarán entre sí los módulos fotovoltaicos contiguos de uno de los brazos de un seguidor de tal manera que se vayan sumando eléctricamente las tensiones de los módulos fotovoltaicos.

Se instalarán en los seguidores, en los lugares destinados para tal efecto, las cajas de agrupación de “string”, que albergarán en su interior elementos de conexión, protección, medida y comunicaciones.

Las funciones de estas cajas de agrupación de strings son, conectar en paralelos varios, medir la corriente y la tensión (CD) de cada uno y detectar fallas de los mismos. Lo anterior, con la finalidad de dar control a la operación del Parque Fotovoltaico. De esta forma se protege eléctricamente los módulos fotovoltaicos, así como la desconexión de los generadores fotovoltaicos en caso de fallo o realizar labores de mantenimiento.

Una vez instaladas las cajas de agrupación y las bandejas en los seguidores, se procederá a realizar la interconexión entre las cajas y los strings mediante cable que se tendrá previo de fábrica. Este cableado se tenderá por las bandejas de conducción eléctrica, de intemperie, que previamente se mencionó su instalación sobre los seguidores. La conexión finaliza en la conmutación eléctrica, ubicados en los centros de inversión y transformación. Dicha conexión se realiza mediante el tendido de cable aislado por canalizaciones subterráneas previamente ejecutadas.

La instalación de corriente alterna en baja tensión tiene como objetivo la alimentación eléctrica de los accionamientos de los seguidores. Cada uno de los Centros de Inversión-Transformación (IC) incorpora desde fábrica un transformador de servicios auxiliares que es el encargado, entre otras cosas, de suministrar dicha alimentación a todos los seguidores del generador fotovoltaico correspondiente a dicho IC. Para completar la instalación de corriente alterna en baja tensión, se deberán interconectar los cuadros de control de los seguidores con los cuadros de baja tensión instalados en los IC. Esta interconexión se realizará por medio de cable aislado, enterrado por las canalizaciones previamente ejecutadas.

La elección de la tensión de servicio está limitada por las tensiones que proporciona la compañía eléctrica suministradora. A medida que aumentan los requisitos de energía, también lo hace la probabilidad de que la compañía eléctrica requiera una mayor tensión de servicio.

No obstante, la norma es que la compañía eléctrica dará varios servicios de MT que el ingeniero necesitará integrar en el sistema de distribución de MT. Algunas veces la compañía eléctrica puede ofrecer opciones para la tensión de servicio.

En electricidad, la tensión se define como el voltaje con que la electricidad se traslada de un cuerpo a otro. Cuando este voltaje es mayor a los 650 voltios se dice que existe alta tensión. La alta tensión se emplea en la distribución y transferencia de energía eléctrica, en el suministro técnico y en estudios científicos.

Para lograr trasladar la energía a grandes distancias, reduciendo las pérdidas e incrementando la potencia transportada, se necesita subir la tensión de transporte. La tensión localizada en los circuitos de transmisión.

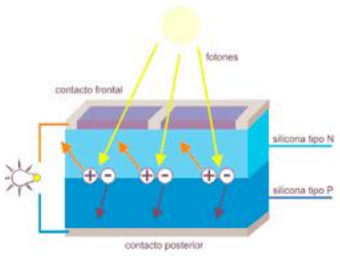
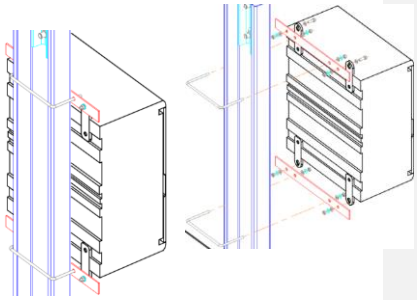
Puede desplegarse desde 69 KV hasta 750 KV. Una subida de esta representaría una disminución en la energía que circula por la línea, para trasladar la misma intensidad, ocasionando pérdidas por calentamiento de los conductores, ya que, a mayor tensión, baja intensidad lo cual genera una pequeña pérdida energética.

II.2.4.3.10 Componentes de Proyecto.

La central fotovoltaica, objeto del presente, posee diversos componentes, cuyas características se muestran a continuación:

Tabla II.1.18. Descripción de elementos que componen la Central Fotovoltaica

Comentado [MM1]: Si paso esto a la otra página se brinca a la siguiente la tabla, no sé por qué

Componente	Descripción	
Célula fotovoltaica	La célula fotovoltaica es el dispositivo encargado de transformar la energía solar en eléctrica, basándose en un fenómeno físico denominado efecto fotoeléctrico el cual consiste en la producción de una fuerza electromotriz por acción de un flujo luminoso que incide sobre la superficie de dicha célula. Los materiales son Silicio Monocristalino Silicio Poli-cristalino Silicio Amorfo Otros materiales: Arseniuro de galio, diseleniuro de indio y cobre, telurio de cadmio	**Célula fotovoltaica**  Figura II.1.13 Célula fotovoltaica.
Módulo fotovoltaico	El módulo fotovoltaico recoge la agrupación de diferentes células fotovoltaicas, que se conectan en serie con el objetivo de aumentar el valor de tensión o en paralelo para aumentar el valor de la corriente, de este modo se consigue alcanzar el valor de potencia esperado en cada módulo fotovoltaico.	**El Proyecto estará formado por 408,000 módulos fotovoltaicos.** En este caso se ha optado por un módulo de silicio policristalino con 132 células cada uno, modelo TSM-690NEG21C.20 de la marca Trina Solar (u otro de similares características y calidad) de 695 Wp cada uno.
Conexión en Serie y Paralelo	El módulo fotovoltaico posee un polo positivo y un polo negativo. Los módulos se irán conectando en serie uno tras otro con el objetivo de incrementar el nivel de voltaje a la salida de la serie y alcanzar un valor de voltaje dentro del rango de operación del inversor, las series se realizarán de modo que coincidan con los módulos instalados en cada seguidor, teniendo cada seguidor un número entero de series de módulos fotovoltaicos (2, 3 o 4 series).	Las series se irán conectando unas con otras en paralelo, de este modo se sumarán los valores de potencia de cada una de las series hasta alcanzar el valor de potencia de trabajo recomendado por el fabricante del inversor.
Cajas de agrupación y protección en corriente continua	Las diferentes series de los módulos fotovoltaicos se unifican en las cajas de agrupación antes de los inversores. Además de unificar los circuitos en Corriente Continua conectándolos en paralelo, la caja de agrupación y protecciones de corriente continua permite la instalación de elementos de protección como fusibles de corriente continua y descargadores de sobretensiones, protegiendo la instalación ante posibles descargas atmosféricas. También pueden incluir seccionadores de corriente continua facilitando y protegiendo a los trabajadores en el montaje y en la fase de mantenimiento del parque. La cantidad de series que podrá reagrupar cada caja de agrupación será definida en una etapa de ingeniería de detalle.	 **Fijación de carga de agrupación a pilar** Figura II.1.14. Fijación de carga de agrupación a pilar

<table>
<tr><td></td><td>Las cajas de agrupación podrán ir ubicadas sobre un pedestal de hormigón, ancladas a pilares instaladas exclusivamente para este propósito o ancladas a los pilares de la estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos.</td><td></td></tr>
<tr><td>Estructuras de soporte de los módulos</td><td>Para este Proyecto se ha optado por un seguidor a un eje horizontal, cada seguidor podrá disponer de 45 módulos, ubicándose en vertical. Una de las ventajas más atractivas de esta estructura es que cada mesa cuenta con su propio actuador eléctrico, maximizando el uso de terreno y minimizando las pérdidas de producción por fallos en el mecanismo de seguimiento. También ofrece una mejor densidad de potencia generando más energía por hectárea ocupada en cualquier tipo de terreno. El seguidor considerado es de un eje o uno de similares características. El peso de los paneles es de 38.3km y la altura mínima desde los paneles al suelo será de 0,5m.</td><td>De esta manera se separarán los módulos del suelo una distancia prudencial para evitar posibles abrasiones por viento y piedras, para evitar posibles sombras provocadas por vegetación baja que pudieran existir en la zona, así como para facilitar una correcta Operación y Mantenimiento del parque.

Los módulos fotovoltaicos irán dispuestos sobre unas estructuras de soporte fabricadas preferiblemente en acero galvanizado.

Estructura de soporte de módulo

Figura II.1.15. Estructura de soporte de módulo.</td></tr>
<tr><td>Inversores y centros de transformadores</td><td>El inversor el equipo encargado de convertir la corriente continua procedente del campo de paneles en corriente alterna que será la que se inyecte a la red, debe tenerse en cuenta en el momento de diseñar el generador FV y fijar el número de módulos en serie (se fija el valor de la tensión) y el número de series en paralelo (se fija la potencia).

Se instalarán 800 inversores del fabricante Huawei modelo SUN2000-330KTL-H1 de 300 KW de potencia nominal en CA o un equipo de similares características que cumplirán las exigencias requeridas en conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red, en cuanto a protecciones, puesta a tierra, compatibilidad electromagnética, etc.</td><td>Inversor y centro de transformación

Figura II.1.16. Inversor y centro de transformación</td></tr>
<tr><td>Centros de transformación</td><td colspan="2">El transformador es el equipo encargado de elevar el nivel de voltaje de la salida de los inversores hasta el nivel de media tensión necesario (34.5 kV) anterior a la subestación elevadora a niveles de voltaje de alta tensión. Los transformadores suelen venir integrados en un centro de transformación prefabricado cuya envolvente puede ser realizada en hormigón o en material metálico.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">Los inversores estarán incorporados en el interior de los centros de transformación junto al resto de aparamenta de media tensión y el cableado interior vendrá ya pre-instalado de fábrica. Normalmente estos centros de transformación incluirán los siguientes equipos:

● 1 o 2 Inversores;
● Transformador BT/MT;
● Puertas de acceso desde el exterior,
● Luces de emergencia;
● Equipamiento de seguridad,
● Celdas de MT de protección, línea y medida tipo SF6;
● Transformador de SSAA;
● Cuadro de protecciones de SSAA;
● Cuadro DC de segundo nivel;
● Cableado de interconexión;
● Espacio para equipos de monitorización.

Interior del centro de transformación

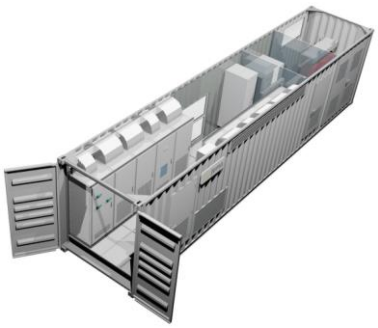
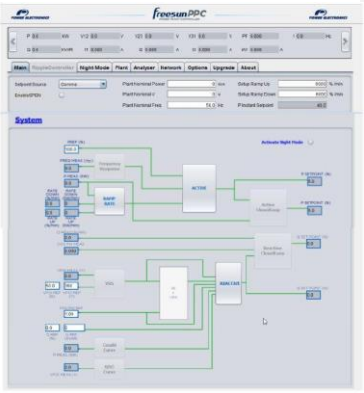


Figura II.1.17 Interior del centro de transformación.</td></tr>
<tr><td>Cableado</td><td>Los cables utilizados cumplirán con la normativa vigente en cuanto a asilamiento y grado de protección. Las secciones de cableado se calcularán respetando las caídas de tensión máximas, incluyendo las posibles pérdidas por terminales intermedios, y respetando los límites de calentamiento recomendados por el fabricante de los conductores

Los cables utilizados para la interconexión de los módulos fotovoltaicos en cada uno de los seguidores estarán protegidos ante la degradación por efecto de la intemperie como puede ser la radiación solar y condiciones ambientales adversas.</td><td>Desde las series de módulos fotovoltaicos hasta las cajas de agrupación y desde éstas hasta los inversores el cableado se realizará de modo subterráneo a través de zanjas que serán excavadas por medios mecánicos. Los conductores podrán ir protegidos por tubo o ir depositados directamente sobre las zanjas si sus características se lo permiten. Los conductores serán de cobre cubiertos de polietileno reticulado o de aluminio.

Desde las salidas de los centros de transformación saldrán conductores enterrados hasta la subestación elevadora. Los conductores podrán ir protegidos por tubo o ir depositados directamente sobre las zanjas si sus</td></tr>
</table>

		características se lo permiten. Los conductores serán de cobre cubiertos de polietileno reticulado o de aluminio
Sistema de monitorización	El sistema de monitorización consiste en la captura de datos de la producción de energía por medio de unos dispositivos que o bien permiten grabar dicha información o bien transmitirla ya sea vía Internet, servidor interno del parque, etc. Esto permite una correcta operación y mantenimiento del parque, dando la posibilidad de realizar acciones preventivas, correctivas y predictivas de generación eléctrica del parque. El sistema permite tener un seguimiento a tiempo real de varios parámetros de funcionamiento de la instalación, entre ellos la producción, así como hacer un histórico y presentación de los datos para su análisis y estudio. Este sistema analizador de la red, proporciona, entre otros: ● Voltaje y Corriente Continua (CC) a la entrada del inversor. ● Voltaje de fases en la red, potencia total de salida. ● Total de la energía producida. ● Temperatura ambiente exterior y Temperatura de los módulos. ● Velocidad del viento. ● Datos en forma de medida horaria.	**Sistema de monitorización**  Figura II.1.18 Sistema de monitorización
Sistema de seguridad	Debido a la ubicación de la Central Fotovoltaica y teniendo en cuenta la gran inversión realizada en los equipos instalados (inversores, paneles, cables, entre otros equipos), es muy importante incluir un sistema de seguridad que reduzca al mínimo la ocurrencia del acceso no autorizado, robo o vandalismo, que pueden provocar enormes costos debido a la reparación o sustitución del equipo dañado, así como el costo asociado a la perdida de producción como consecuencia de estas incidencias.	El sistema de seguridad incluye: ● Sistema anti intrusión dentro de las instalaciones ● Sistema disuasorio de intrusos ● Sistema de cámaras en el perímetro de la Central ● Sistema antirrobo para los módulos fotovoltaicos El sistema es capaz de detectar y registrar todos los acontecimientos dentro de la central fotovoltaica y es capaz de activar las alarmas, una vez que se produce una detección.

		 **Sistema de seguridad** Figura II.1.19 Sistema de seguridad

II.2.4.3.11 Cerco Perimetral y Seguridad.

El predio en el que se instalará el parque solar y todas sus instalaciones estará cercado por un vallado perimetral de 2 metros de altura para no permitir el acceso a personal no autorizado y mantener la seguridad en el parque, sin embargo, se dejará un espacio entre el suelo y el cercado para permitir el paso de fauna silvestre.

Los postes y la valla serán de acero galvanizado en caliente y las fijaciones como tuercas, pernos, o abrazaderas serán realizadas en acero inoxidable. La entrada del parque fotovoltaico estará custodiada por una puerta de malla de acero galvanizado de doble hoja.

Adicionalmente se instalarán sistemas de seguridad perimetral como sistemas de videocámaras y sistemas de megafonía disuasorios.



Figura II.1.20. Imagen ilustrativa del cerco perimetral

II.2.5. Operación y Mantenimiento

Una vez concluida la etapa de construcción, comenzará la puesta en marcha de las instalaciones, siendo el conjunto de módulos fotovoltaicos el elemento fundamental. Estos módulos captan la energía solar, y la transforman en corriente eléctrica continúa mediante el efecto fotoeléctrico.

La energía eléctrica circula por la red de transporte en forma de corriente alterna, por ello, la corriente generada en los paneles solares es conducida al centro de transformadores (donde la corriente continua que se recibe en el las cajas de agrupación y protección en corriente continua es convertida en corriente alterna por medio de unos inversores). Una vez convertida a corriente alterna, la energía eléctrica producida pasa por un centro de transformación, donde un transformador adapta las condiciones de intensidad y tensión de la corriente a las de la red de transporte para su utilización en los centros de consumo.

Durante esta etapa se considera el mantenimiento del parque, el cual consiste en labores de prevención y de corrección, adicionalmente también se realizará la vigilancia y control de accesos al parque. Estas labores se realizarán con personal especializado que puede ser dedicado en exclusividad del parque fotovoltaico o puede ser personal que acude esporádicamente ante fallos y según los programas de trabajo acordados.

Debido a las características y dimensiones de esta central, se recomienda que el personal esté dedicado exclusivamente durante su jornada de trabajo a las labores de mantenimiento del Parque Fotovoltaico. Se estima que será necesario un equipo conformado por 15 trabajadores para poder realizar las labores de forma correcta y en el tiempo necesario, sin perjudicar a la producción de la central.

El mantenimiento se realiza con el objetivo de evitar que sucedan fallas en la central y poder maximizar el rendimiento durante toda su vida útil, por ello se hacen revisiones visuales y de apriete de los diferentes equipos e instalaciones como son, módulos, inversores, centros de transformación, estructuras, cableado, cuadros y cajas, en el caso de encontrar algún tipo de posible fallo durante estas inspecciones se procede a su posterior reparación. Además, se considerarán los programas de mantenimiento de los fabricantes de los equipos y las buenas prácticas de la industria solar para poder cumplir con la garantía proporcionada por los fabricantes, así como la reglamentación aplicable.

Tabla II.1.19. Programa de mantenimiento.

Actividad	Descripción	Frecuencia
Limpieza de módulos	Se llevará a cabo por medios automáticos y mecánicos, ya que ocupan menos agua y tienen mayor rendimiento (m2/h).	al menos dos veces al año
Inspecciones termográficas	Se revisarán termográficamente los módulos, cuadros, conexiones y transformadores mediante ingenieros certificados (a poder ser por el ITC, Infrared Training Center).	1 vez al año
Mantenimiento preventivo del terreno	Vigilar que el terreno se encuentre en buenas condiciones.	1 vez al año como mínimo
Mantenimiento de caminos	Vigilar que los caminos estén en las condiciones apropiadas para el tránsito.	1 vez al año como mínimo
Mantenimiento a centros de transformación	Verificar que las condiciones de operación de todos los elementos del centro de transformación sean las óptimas.	Cada 3 meses cuadros eléctricos y Obras adicionales.
		Cada 6 meses inspección visual
		Una vez al año verificación funcional de los equipos
Mantenimiento de motores	Engrasado, limpieza y sustitución (cuando resulte necesario).	Cada 3 meses
Consumibles y piezas de repuesto	Se contará con un stock que se irá renovando periódicamente, de acuerdo a las necesidades.	De acuerdo a las necesidades
Obras menores	Apertura de zanjas, reparaciones mecánicas, pequeñas obras civiles.	Cuando resulte necesario

II.2.5.1 Limpieza de los módulos

La suciedad en los módulos hace que la zona útil del módulo se vea reducida por lo que la producción del mismo reduce, por ello es importante mantener los módulos en un estado de limpieza adecuado. Dicha limpieza se realizará al menos dos veces al año y existen diferentes tipos metodologías para realizarlo cada uno con sus ventajas y desventajas.

Limpieza manual: usando un cepillo o una esponja, se realiza un cepillado y enjuague de los módulos. Si buen desempeño depende del trabajo realizado por los trabajadores y del equipo utilizado. Estando el módulo mojado es difícil determinar si el módulo ha sido limpiado correctamente, las manchas o suciedad impregnada podría ser retirada sólo parcialmente apareciendo una vez que el módulo se haya secado. La necesidad de agua en este método es de aproximadamente 3 litros por cada m^2 de superficie fotovoltaica a limpiar y con un rendimiento de entre 60 y 90 m^2 por cada hora de trabajo.

Figura II.1.21. Limpieza manual.



Limpieza automática: es efectuado por una máquina mediante un método automático o semiautomático combinado con un soplador orientado hacia los paneles empujando el polvo y suciedad hacia abajo, expulsándolos de la superficie captadora de los módulos fotovoltaicos. Permite el control absoluto sobre el cepillado del módulo y la limpieza de la suciedad tiene lugar de un modo sistemático. Se puede efectuar mediante un sistema en seco o en mojado, en función del tipo de suciedad. La necesidad de agua en este método es de aproximadamente 0.6 litros por cada m^2 de superficie fotovoltaica a limpiar y con un rendimiento de entre 500 y 750 m^2 por cada hora de trabajo.



Figura II.1.22. Limpieza automática.

Limpieza mecánica: consiste en un rollo de fibra que mediante un sistema de rotación rota continuamente sobre la superficie del módulo. El sistema va montado en un brazo sobre un vehículo con ruedas motrices diseñado específicamente para la limpieza de instalaciones solares y puede limpiar hileras enteras de módulos de una pasada. Se puede efectuar mediante un sistema en seco o en mojado, en función del tipo de suciedad. La necesidad de agua en este método es de aproximadamente 0.4 litros por cada m^2 de superficie fotovoltaica a limpiar y con un rendimiento de entre 3,500 y 4,000 m^2 por cada hora de trabajo.

Figura II.1.23.Limpieza mecánica.



Tradicionalmente la limpieza se realizaba de un modo manual usando agua purificada y otras sustancias adaptadas para la limpieza, sin embargo, como cada vez las instalaciones solares tienen dimensiones

mayores, este sistema se ha vuelto un sistema de limpieza poco eficiente, de altos costes y con un rendimiento muy lento, por ello cada vez más se opta por sistemas automáticos o mecánicos.

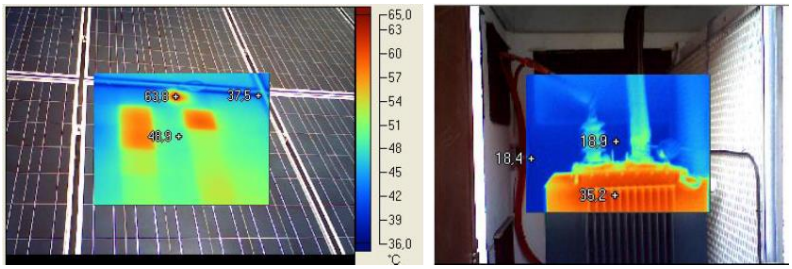
Para esta central fotovoltaica, por cada limpieza de los módulos que se efectuase, se necesitarían 19,543 m^3 de agua siguiendo el método manual, 3,908 m^3 con la limpieza automática y 2,605 m^3 con un método de limpieza mecánica, considerando 408,000 módulos fotovoltaicos.

La limpieza de los módulos se realizará al menos dos veces al año. Así mismo, se efectuará una verificación funcional al año con el objetivo de poder detectar que el funcionamiento de los módulos está siendo el correcto y adicionalmente se hará una inspección visual y una termográfica de los módulos.

II.2.5.2 Inspecciones termográficas y con drones.

La inspección termográfica de los equipos principales además de la visual es una actividad relevante ya que mediante esta inspección se pueden detectar fallos asociados a diferencias de temperatura en los equipos o conexiones, y así, poder anticipar la subsanación de dichos fallos que puedan ocurrir antes de que se hagan evidentes en una inspección visual o debido a las pérdidas derivadas. Se revisarán termográficamente los módulos, cuadros, conexiones y transformadores mediante ingenieros certificados (a poder ser por el ITC, Infrared Training Center).

Figura II.1.24. Fallos detectados por termografía en módulos y transformador



Una de las principales desventajas que afecta a los generadores fotovoltaicos son los puntos calientes en módulos fotovoltaicos, ocasionados por la rotura de los paneles o por sombras y el efecto pistas de caracol (snail-track). La detección de puntos calientes y de la causa que lo origina, es un factor crucial en la optimización de la producción de los parques fotovoltaicos porque se trata de una avería costosa que además afecta la producción de la central. Y no sólo eso, afecta también la falta de fiabilidad del parque en su rendimiento a la integración en el sistema eléctrico.

El fácil acceso de los drones a los parques fotovoltaicos tanto en suelo y en loza hace posible que el mantenimiento preventivo y correctivo sea mucho más ágil, solucionando problemas de la producción de energía.

Figura II.1.25. Inspección con Dron.



II.2.5.3 Mantenimiento de Infraestructura.

Mantenimiento del terreno: Los trabajos de mantenimiento preventivo del terreno requieren de una atención especial, teniendo en cuenta el impacto que puede tener en los módulos a nivel de sombreado, con consecuencias de pérdidas de producción el hecho de que el terreno no esté bien mantenido así como que pueda aparecer vegetación abundante. Un mal estado de mantenimiento del terreno, potenciará la infestación de roedores y el aumento de riesgo de incendios durante los meses más cálidos y secos. Se implementarán dos limpiezas del terreno anuales y se tomarán las medidas pertinentes que se consideren necesarias en su momento, con la finalidad de mantener el lugar en las condiciones adecuadas.

Mantenimiento de caminos: Al igual que el terreno se deberán mantener los caminos internos del parque para que tengan un aspecto limpio y sean transitables permitiendo el acceso a los diferentes centros de transformación.

Mantenimiento de centros de transformación: Los inversores y demás equipamiento que se encuentre en el interior de los centros de transformación como son celdas, protecciones y transformadores, tendrán un mantenimiento siguiendo las especificaciones del fabricante del centro, el cual puede incluir la sustitución de equipos según la naturaleza del fallo. Con una frecuencia de tres meses se realizarán limpiezas de los cuadros eléctricos y casetas; así mismo, cada seis meses se hará una inspección visual de los mismos y con una frecuencia anual se hará una verificación funcional de los diferentes equipos y elementos que forman los centros de transformación.

Mantenimiento de motores: Los seguidores solares son unos equipos mecánicos cuyo movimiento es realizado gracias a unos motores, por ello habrá que mantenerlos en buen estado mediante un correcto

engrasado y limpieza cada tres meses. Los fallos en estos equipos suelen ser resueltos mediante la sustitución de nuevos equipos para evitar pérdidas en la producción del parque y luego son reparados.

Consumibles y pequeñas piezas de repuesto: Dentro del almacén del parque existirá un stock de consumibles y de piezas de repuesto. De esta manera los elementos necesarios para poder solventar un fallo en la central se encontrarán en la panta con lo cual se re reducirá el tiempo de reparación y aumentará el tiempo medio entre fallos. Este stock se irá renovando según se vayan consumiendo o utilizando piezas para así mantener las cantidades iniciales y estar siempre preparados ante futras incidencias.

Pequeñas obras: Dentro de la etapa de operación y mantenimiento pueden ser necesarias realizar pequeñas obras civiles o eléctricas como abrir alguna zanja o algunas reparaciones mecánicas. Este tipo de actividades serán ejecutadas en función de las necesidades del parque.

Con el objetivo de poder realizar una operación y mantenimiento más efectivos, la central fotovoltaica cuenta con un sistema de monitorización que permite realizar un seguimiento del correcto funcionamiento del parque y detectar posibles fallos que puedan ocurrir quedando identificados y localizados para su posterior subsanación. Normalmente a este sistema de monitorización se puede acceder tanto desde el interior del parque como desde el exterior de un modo remoto.

La central también contará con un sistema de vigilancia y un control de entrada y salida de las diferentes personas, vehículos y materiales que accedan a la central así como prevenir de cualquier acto vandálico o actuar de forma diligente según el protocolo de alerta y seguridad que se haya diseñado en caso de que esté aconteciendo alguna intromisión o haya sospechas de que pueda ocurrir.

II.2.5.4 Recursos naturales del área que serán aprovechados.

La etapa de operación y mantenimiento no requiere del aprovechamiento de recursos adicionales.

II.2.5.5 Requerimiento de personal.

El personal requerido para la etapa de operación y mantenimiento se estima de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla II.1.20. personal de operación y mantenimiento del proyecto.

ETAPA	Tipo de empleo o puesto (mano de obra especializada, vigilancia…etc.)	Total de empleos	Procedencia (local, municipal, estatal, nacional)
Operación y mantenimiento.	Ingeniero	1	Nacional
	Ingeniero Jr.	1	Nacional
	Operario especializado para maquinaria pesada	4	Municipal
		5	Nacional
	Operario	4	Local
		5	Nacional

ETAPA	Tipo de empleo o puesto (mano de obra especializada, vigilancia…etc.)	Total de empleos	Procedencia (local, municipal, estatal, nacional)
	Administrativo	3	Local
Totales		**23**	
Desmantelamiento.	Ingeniero	12	Nacional
	Ingeniero Jr.	4	Nacional
	Operario especializado para maquinaria pesada	11	Municipal
		20	Nacional
	Operario de maquinaria ligera	4	Municipal
		7	Nacional
	Operario	43	Local
		79	Nacional
	Administrativo	1	Local
		4	Nacional
Totales		**185**	

II.2.5.6 Requerimiento de electricidad

La electricidad requerida corresponde a los usos habituales seguidores, alumbrados, sistema de seguridad, sistema de monitorización, contadores sistema contra incendios, ventilación, tomas de corriente, estaciones meteorológicas y reserva. La energía será autoabastecida por el propio Proyecto, por lo que no se requerirá conexión a la red para satisfacer dichas necesidades.

Considerando todas las cargas eléctricas necesarias, se estima un consumo aproximado de 1,320 kWh al día, o bien, 39,240 kWh al mes.

II.2.5.7 Requerimiento Combustible

El combustible necesario para esta etapa se limita al funcionamiento de vehículos para el mantenimiento de la central eléctrica solar. Además, se considera el uso de combustibles en el generador de respaldo.

II.2.5.8 Requerimiento de agua

El agua que se requerirá para la operación y mantenimiento del Proyecto es esencialmente para consumo personal de los trabajadores incluyendo servicios sanitarios, y la que se empleará para la limpieza de los módulos fotovoltaicos.

Ya que la zona del Proyecto es un área con características rurales en donde no se cuenta con abastecimiento de la red municipal, sin embargo, debido a que los dueños de los terrenos donde se realizará el proyecto realizaron una donación de tierras al pueblo de Santa Cruz, se les dio el derecho y acceso por parte de los

pobladores de utilizar el cenote que se encuentra en las inmediaciones del predio, este uso y aprovechamiento se realizó mediante un acuerdo comunal.

Se estima que el agua de uso sanitario será de 4.1 m3 por día, para los 12 trabajadores, dado que se emplearán muebles sanitarios y llaves de bajo consumo, mientras que el agua para limpieza de los módulos fotovoltaicos será de hasta 2,605 m^3 como ya se mencionó.

II.2.5.9 Manejo Integral de Residuos

La generación, disposición y manejo de residuos se menciona con mayor detalle en la sección correspondiente a generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

II.2.5.10 Generación de aguas residuales domésticas

En cuanto a las aguas sanitarias, las descargas serán conducidas a un biodigestor para su posterior tratamiento.

II.2.5.11 Riesgos potenciales

La emergencia por falla del equipamiento es muy remota y en el evento de esta ocurrencia se requerirá de la participación de personal autorizado y especializado para la ejecución de las maniobras de reparación, comprobación de estados, lecturas de variables y todas las otras actividades relacionadas con la operación del sistema en su conjunto.

II.2.5.12 Fugas de productos tóxicos o cancerígenos

El Proyecto no contempla el manejo de sustancias tóxicas en ninguna de sus etapas.

II.2.5.13 Derrames

Existe riesgo de derrame de combustible en la etapa de construcción del Proyecto derivado de la necesidad de cargar de combustible a la maquinaria y vehículos, no obstante, se evitará realizar estas acciones sobre suelo expuesto, realizándose únicamente en un área predeterminada, señalizada y acondicionada para el desempeño de la actividad. Así mismo, durante la operación, podría existir riesgo de derrame por el funcionamiento del transformador, el cual estará dotado de los dispositivos necesarios para la contención de aceites en caso de fugas.

II.2.6 Desmantelamiento y Abandono de Instalaciones

II.2.6.1 Descripción de los programas de restitución del área

Una vez finalizada la etapa de operación de la central fotovoltaica, se procederá al desmantelamiento o abandono de la misma. La situación del terreno tras la etapa de abandono será lo más similar a la etapa inicial. Para ello se procederá a retirar las instalaciones existentes en el predio y se rehabilitará la zona ocupada.

II.2.6.2 Desmantelamiento de Instalaciones

Desmantelamiento de paneles fotovoltaicos.- Al final de la vida útil de la central, los módulos fotovoltaicos se habrán degradado cerca de un 20%, pero todavía seguirán produciendo energía. Por eso aquellos que se encuentren en buenas condiciones podrían ser utilizados en futuras instalaciones como es el caso de Proyectos de electrificación rural si se requiriese. Los paneles se desconectarán, se desmontarán y se cargarán manualmente a un camión para transportarlos a un lugar autorizado o a otro emplazamiento para su posterior reciclado/reutilización.

Desmantelamiento de inversores y centros de transformación.- En paralelo, se desconectarán todos los inversores y centros de transformación y se retirarán, mediante una grúa para acopiarlos en un camión. Mediante un gestor especializado se procederá a determinar su posterior reutilización y en caso de no ser posible, se retirarán para ser reciclados o trasladados a un lugar de disposición final autorizado.

Desmantelamiento de la estructura de soporte. Para desmantelar la estructura metálica primero se desmontará la misma con los paneles fotovoltaicos y una vez depositada la estructura en el suelo, se procederá a desarmarla. Los materiales desmontados de la estructura de soporte serán acopiados en un camión. Mediante un gestor especializado, se procederá a determinar su posterior reutilización, y en caso de no ser posible, se retirarán para ser reciclados o trasladados a un lugar autorizado.

Desmantelamiento de edificaciones: Las edificaciones que estén realizadas de materiales permanentes como hormigón, pasarán a ser demolidas y los restos serán acopiados en camión para su posterior traslado a lugar autorizado. Por su parte las edificaciones temporales que estén fabricadas en materiales metálicos serán evaluadas y se procederá a determinar su posterior reutilización, y en caso de no ser posible, se retirarán para ser reciclados o trasladados a un lugar autorizado.

Desmantelamiento de vallado perimetral y puertas: En una última fase, se desinstalará el cierre perimetral y se desinstalarán los tubos. Los materiales desmontados del cierre perimetral serán acopiados en un camión. Mediante un gestor especializado se procederá a determinar su posterior reutilización, y en caso de no ser posible, se retirarán para ser reciclados o trasladados a un lugar autorizado.

II.2.6.3 Abandono y desmantelamiento

La zona ocupada por la instalación fotovoltaica se restaurará de modo que tras la etapa de abandono el predio, permanezca lo más parecido posible a la situación original.

Restauración de canalizaciones. La infraestructura de canalización que se encuentre en zanja será retirada previa excavación realizada. Las cajas, registros y elementos auxiliares de las canalizaciones serán eliminados rehabilitando las zonas afectadas. Todos los conductores y tubos serán retirados desde las cajas y mediante excavación con medios mecánicos y se procederá a la extracción de las arquetas empleadas principalmente en los cruces. Todos los elementos serán llevados a lugar autorizado o reciclados. Por último, se rellenarán las zanjas con tierras procedentes de la excavación o de préstamo, las cuales serán posteriormente compactadas.

Restauración de cimentaciones. Se procederá a la extracción de las cimentaciones de las construcciones o equipos y para ello se realizará una excavación en su proximidad y se procederá a la destrucción de estas con medios mecánicos. Posteriormente se extraerán los escombros y se transportarán a lugar autorizado o si

fuese posible se procederá a su reciclaje. Por último, se realizará el relleno y compactación con el material procedente de la propia excavación o de préstamos, y se recubrirá la zona afectada con tierra vegetal.

Restauración del terreno. Una vez retirados todos los elementos que ocupasen el predio, se procederá a restaurar el terreno sobre el cual se ubicaba la instalación fotovoltaica. Para se realizará una limpieza del terreno de todos los elementos que pudieren existir, llevándolos a un emplazamiento autorizado como pudiere ser un su reciclaje y o confinamiento a sitios autorizados con ese fin. Una vez que el terreno esté limpio y libre de materiales, se pasará a condicionar el terreno para lo cual se procederá a compactar, nivelar y rellenar de modo que el terreno quede como en su estado inicial.

II.2.7 Residuos

Se habilitarán zonas cercadas destinadas al almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos y escombros provenientes de la fase de construcción, tales como fierro, madera no contaminada, pernos y otros.

Los residuos sólidos domésticos generados en la etapa de construcción, serán almacenados en forma temporal en bolsas plásticas dentro de contenedores herméticamente sellados. Estos residuos serán retirados en forma periódica por una empresa especializada y acreditada por la autoridad correspondiente, quien se encargará de su disposición final conforme a las normas vigentes. Esta será la responsable de prestar el servicio completo, desde facilitar el o los contenedores para su disposición temporal en obra, hasta su retiro, traslado periódico, transporte y depósito final en el relleno sanitario debidamente reconocido y autorizado por la autoridad correspondiente.

Las aguas servidas que se generan en la etapa de construcción serán las producidas en duchas, baños y comedor. La empresa proveedora de los baños secos estará a cargo de su mantenimiento y de la disposición final de dichos efluentes.

El aprovisionamiento, retiro y manejo de los residuos generados en los baños químicos será contratado a empresas que cuenten con autorizaciones sanitarias para estos efectos. La cantidad y tipo de servicios higiénicos se determinarán de acuerdo con lo estipulado en las Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad en Edificios, locales, instalaciones y áreas en los Centro de Trabajo, NOM-001-STPS-2008; Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, NOM-019-STPS-2011; Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo; y Funciones y actividades, NOM-030-STPS-2009.

II.2.7.1. Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Se dispondrá de una bodega que servirá como lugar de almacenamiento temporal de los residuos sólidos peligrosos generados durante la mantención y limpieza de las instalaciones del Proyecto. La bodega cumplirá con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad en Edificios, locales, instalaciones y áreas en los Centro de Trabajo, NOM-001-STPS-2008; Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, NOM-019-STPS-2011; Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo. Funciones y actividades, NOM-030-STPS-2009.

Dicha bodega tendrá las siguientes características:

- Tendrá una base continua, impermeable con resistente estructural y química a los residuos almacenados;
- Contará con un cierre perimetral el cual impedirá el libre acceso de personas y animales;
- Estará techada y protegida de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar;
- Tendrá un sistema colector de eventuales derrames, con una capacidad de retención no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad, ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados; y
- Contará con señalización de acuerdo con la normatividad.

La bodega tendrá vías de escape accesibles en caso de emergencia, además contarán con extintores de incendios cuyo tipo, potencial de extinción y capacidad en kilos será de acuerdo con los materiales combustibles o inflamables que existan. El número total de extintores, su ubicación y señalización dependerá de la superficie total a proteger y se realizará de acuerdo con lo establecido en la norma. Estarán señalizadas con letreros, en los que se indicará que corresponde a una bodega de acopio temporal de residuos peligrosos.

El manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos se establecerá en un Plan o Programa de Manejo Integral de Residuos para todas las etapas del Proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento) el cual se elaborará con base a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

A continuación, se presentan los residuos a generarse en cada etapa del Proyecto; proyectando el volumen que pudiera generarse y la manera en que se les dará su manejo.

II.2.7.2. Etapa de Preparación del Sitio

- ***Sólidos no peligrosos***

Los residuos que normalmente se generan en esta etapa son productos del despalme y desmonte, en este caso al tratarse de un predio sin estructura u obras civiles previas las actividades serán de remoción de tierras, pastos, hierbas, etc.; además de los residuos que se generen por las actividades propias de las personas que se encuentren laborando en el sitio (Residuos Sólidos Urbanos).

Tabla II.2.1. Manejo de los distintos residuos generados en esta etapa.

Materiales	Disposición Final
Residuos provenientes de la remoción de tierras y pastos o hiervas	Serán utilizados para la nivelación del terreno; en caso de sobrantes, los residuos serán acopiados en un área destinada para tal fin, y posteriormente ser vaciados en camiones para traslado a un sitio autorizados por la autoridad municipal.
Residuos Sólidos Urbanos	Se contará con contenedores cerrados y etiquetados, para que el servicio

Materiales	Disposición Final
	municipal la transporte a los sitios de disposición final respectivos.
RECICLABLES: **Cartón** **Madera** **Metal**	Se colectarán en contenedores cerrados, debidamente etiquetados, y serán trasladados para su disposición final, ya sea para ser puestos a la venta o a disposición del servicio municipal de colección de residuos sólidos

Los residuos sólidos no peligrosos serán dispuestos donde la autoridad municipal así lo determine.

- ***Sólidos peligrosos***

No se contempla la generación de residuos sólidos peligrosos en esta etapa.

- ***Líquidos peligrosos***

No se contempla la generación de residuos líquidos peligrosos en esta etapa.

- ***Aguas residuales***
  - ***Sanitarias***

Los residuos líquidos serán los que se generen por el personal que labore durante esta etapa. Este tipo de residuos provendrá de los sanitarios móviles que se instalarán en la etapa del Proyecto; su recolección, tratamiento y disposición, será a través de una empresa especializada quién será la responsable de trasladar las aguas residuales sanitarias, a un sitio autorizado por la autoridad ambiental, preferentemente a una planta de tratamiento de agua residuales existentes, en cumplimiento con la normativa ambiental vigente.

  - ***Industriales***

No se contemplan la generación de aguas residuales industriales dentro de esta etapa.

- ***Emisiones a la atmósfera***

Estas serán producidas principalmente por la operación de maquinaria y equipo que se empleará en la construcción; dotados con motores de combustión interna, usando principalmente diésel como combustible.

Con la finalidad de mantener un nivel de emisiones dentro de los límites máximos permisibles en vehículos, estos se someterán, al igual que la maquinaria, a un programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo; precisando que actualmente, no existe normativa que limite las emisiones generadas por maquinaria dedicada a la construcción.

II.2.7.2 Etapa de Construcción.

- ***Sólidos no peligrosos***

Se estima que el Proyecto producirá residuos sólidos no peligrosos por las diferentes actividades que se desarrollan en esta etapa.

Los residuos sólidos urbanos serán trasladados a los sitios donde la autoridad municipal así lo determine, para su disposición final respectiva.

Los residuos de la construcción, que superen de 80 m^3, serán considerados como de Manejo Especial; estos se acopiarán en montículos en las áreas destinadas para tal fin, y posteriormente ser vaciados en camiones que los llevaran a los sitios autorizados por el municipio

- ***Sólidos peligrosos***

En la etapa de Construcción se generarán residuos peligrosos según lo enlista la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos; y conforme al criterio CREIT, en la Tabla II.2.1.17 se presenta los residuos que se generarán durante la etapa de Construcción, Pruebas y Puesta en Servicio, y en la Tabla II.2.1.18 se describe el manejo.

El almacenamiento temporal se efectuará en el almacén temporal de residuos peligrosos, que se instalará dentro del predio del Proyecto, cuyas condiciones cumplirá como mínimo lo estipulado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Tabla II.2.2. Residuos peligrosos generados en la construcción, pruebas y puesta en servicio.

Nombre del Residuo	Características CRETI	Tipo de Empaque	Sitio de Disposición Final
Tierra contaminada con aceite lubricante	I, T	No aplica	Confinamiento autorizado
Material impregnado con grasas o aceites	I	Tambos etiquetados	Confinamiento Autorizado
Colillas de soldadura	R, T	Tambos etiquetados	Venta para reciclamiento
Recipientes impregnados con pinturas	I, T	No aplica	Confinamiento autorizado
Recipientes impregnados con aceite lubricante	I, T	No aplica	Confinamiento autorizado
Baterías	C, T	No aplica	Venta para reciclamiento

Comentado [MM2]: Solo te aviso por si te quedas con tu versión que está estaba dividida en dos pero es la misma

Nombre del Residuo	Características CRETIB	Tipo de Empaque	Sitio de Disposición Final
Aceite lubricante usado	I, T	Tambos de 200 L y etiquetados	Venta para reciclamiento

Comentado [MM2]: Solo te aviso por si te quedas con tu versión que está estaba dividida en dos pero es la misma

NOTAS:

1. *Características **CRIT**: **C** = corrosivo, **R** = reactivo, **I** = inflamable, **T** = tóxico al ambiente.*
2. *Ninguno de los residuos sólidos considerados durante la operación del proyecto tiene propiedades como cancerígeno o que provoque otro tipo de daños a la salud.*
3. *Todos los residuos peligrosos generados son transportados a sus sitios de depósito definitivo en vehículos que cumplen con los requisitos establecidos por la normatividad aplicable.*

Tabla II.2.3. Manejo de residuos

Actividades que generan residuos	
MANEJO DE RESIDUOS	Las colillas de soldadura se agruparán en montículos cercanos al sitio de trabajo y serán trasladadas a un sitio específico dentro del almacén temporal de residuos peligrosos.
	Se tendrán áreas para el mantenimiento de maquinaria donde se efectuará el cambio de aceite, engrasado de partes sujetas a fricción, cambio de filtros y en general reparaciones, en dicha área se tendrán tambos etiquetados donde de manera separada se dispondrán los materiales impregnados con aceite, grasa o solvente; así mismo se dispondrá de tambos etiquetados para la disposición de solventes y aceites gastados. Posteriormente estos tambos con desechos peligrosos claramente identificados serán enviados al almacén temporal de residuos peligrosos donde se les asignará un área específica.
	Durante las operaciones de pintado se tendrán tambos y materiales impregnados con pintura en recipientes herméticamente cerrados, dichos materiales serán puestos en un montículo, previendo que toda la pintura residual sea dispuesta en recipientes cerrados, para que posteriormente sean trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos.
	Todos los residuos sólidos peligrosos almacenados temporalmente en el almacén de residuos peligrosos serán transportados por una empresa especializada y autorizada, la cual se encargará de llevarlos a un sitio autorizado para su confinamiento o si estos son factibles de reciclar; como el aceite gastado, se encargará de enviarlo a una empresa especializada para su reciclamiento.
La recolección, traslado y disposición final de los residuos peligrosos, estará a cargo de una empresa especializada y autorizada, quien depositará los residuos en un sitio autorizado por la autoridad ambiental, en cumplimiento con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento, Normas Oficiales Mexicanas aplicables y en los criterios de diseño de Protección Ambiental para el desarrollo del Proyecto.	

- ***Aguas residuales***
  - ***Sanitarias***

Los residuos líquidos serán los que se generen por el personal que labore durante esta etapa. Este tipo de residuos provendrá de los sanitarios secos que se instalarán; una empresa especializada se encargará de la recolección y traslado de las aguas residuales sanitarias, a un sitio autorizado por la autoridad ambiental, preferentemente a una planta de tratamiento de aguas residuales existentes, en cumplimiento con la normativa ambiental vigente.

- ***Emisiones a la atmósfera***

Las emisiones generadas en la etapa de Construcción serán producidas por fuentes móviles que operan bajo el principio de combustión interna, usando como combustible diésel y gasolina.

Las emisiones estimadas de estos equipos se presentan en la Tabla II.2.7.2-4.

Tabla II.2.4. Equipo y maquinaria a utilizar durante la preparación y construcción.

Equipo	Cantidad	Tiempo empleado en la obra (meses)	Horas de trabajo (h/día)	Combustible	Emisiones generadas de CO_2 por equipo, kg/h	Emisiones generadas de N_2O por equipo, g/h	Emisiones generadas de CH_4 por equipo, g/h
Maquina de tiro	108	10	8	Diésel	40.2	0,0015	0,0015
Camión pluma	216	14	8	Diésel	53.6	0,0020	0,0020
Manitou	322	15	8	Diésel	32.2	0,0012	0,0012
Motoniveladora	168	11	8	Diésel	48.2	0.0018	0.0018
Ripper	114	11	8	Diésel	58.96	0.0022	0.0022
Cilindros	81	13	8	Diésel	26.8	0.0010	0.0010
Hormigonera	228	15	8	Diésel	37.52	0.0014	0.0014
Pala cargadora	180	11	8	Diésel	67	0.0025	0.0025
Hincadora	90	10	8	Diésel	42.88	0.0016	0.0016
Retroexcavadora	96	12	8	Diésel	32.16	0.0012	0.0012
Excavadora	168	17	8	Diésel	21.44	0.0008	0.0008
Zanjadora	96	8	8	Diésel	26.8	0.0010	0.0010

- ***Emisiones de Ruido.***

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción las actividades a desarrollar generaran ruido, las fuentes emisoras principalmente son por el uso de maquinaria y vehículos, en la tabla II.2.1.19. se presentan los datos de generación de ruido maquinaria y vehículos para dicha etapa, considerando 24 meses tiempo estimado que dura dicha etapa.

Tabla II.2.5. Generación de ruido del equipo y maquinaria en la etapa de preparación del sitio y construcción.

EQUIPO	CANTIDAD	TIEMPO EMPLEADO EN LA OBRA (MESES)	HORAS DE TRABAJO DIARIO	DECIBELES EMITIDOS
Máquina de tiro	108	10	8 h/día	No mayor a 86 dB
Camión pluma	216	14	8 h/día	No mayor a 86 dB
Manitou	322	15	8 h/día	No mayor a 92 dB
Motoniveladora	168	11	8 h/día	No mayor a 92 dB
Ripper	114	11	8 h/día	No mayor a 92 dB
Cilindros	81	13	8 h/día	No mayor a 92 dB
Hormigonera	228	15	8 h/día	No mayor a 99 dB
Pala cargadora	180	11	8 h/día	No mayor a 92 dB
Hincadora	90	10	8 h/día	No mayor a 99 dB
Retroexcavadora	96	12	8 h/día	No mayor a 92 dB
Excavadora	168	17	8 h/día	No mayor a 99 dB
Zanjadora	96	8	8 h/día	No mayor a 99 dB
1. Nivel de ruido medido a 1 m del equipo. 2. Su nivel de ruido es alto por el trabajo que efectúan, siendo empleado en la obra en un lapso corto. 3.Todos los vehículos deberán contar con comprobante de mantenimiento preventivo y correctivo y cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994.				

Cabe mencionar que la maquinaria y vehículos se utilizaran de manera ordenada y programada de acuerdo con las actividades a desarrollar durante el periodo de la etapa de preparación del sitio y construcción, se realizaran monitoreos de ruido perimetral a fin de verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de la NOM-081-SEMARNAT-1994 y el Acuerdo por el que se modifica el numeral 5.4 de dicha norma el 3 de diciembre de 2013.

II.2.7.3 Etapa de Operación y Mantenimiento

- ***Sólidos no peligrosos***

En la etapa de operación y mantenimiento se tendrá la generación de residuos sólidos urbanos, mismos que serán susceptibles de ser valorizados, o en su caso, ser tratados o dispuestos conforme a la normativa aplicable.

Los residuos sólidos urbanos serán clasificados y colectados en contenedores debidamente etiquetados que permiten su adecuada separación (p.ej.: orgánico e inorgánico); y, asimismo,

se contarán con contenedores igualmente identificados, para residuos susceptibles de reciclamiento.

Los desechos domésticos serán dispuestos en sitios autorizados, aprovechando el servicio municipal de recolección; los residuos reciclables, por generarse unos volúmenes despreciables, serán también puestos a disposición de las autoridades municipales.

- ***Sólidos peligrosos***

Durante la etapa operativa y de mantenimiento de la Central, los residuos sólidos peligrosos, serán los provenientes de las actividades rutinarias del proceso (mantenimientos preventivos y/o correctivos); estos residuos incluyen: filtros de aceite, envases, trapos con aceite, materiales absorbentes y otros desechos.

Los cuales se producirán en las cantidades que se indican en la Tabla II.2.6.

Tabla II.2.6. Puntos de generación e identificación de los residuos peligrosos

Actividad y/o Punto de Generación	Identificación del Residuo
Actividades rutinarias y programadas de operación y mantenimiento	Filtros usados
	Trapos/estopas impregnadas con aceite y otros
Empleado en lubricar equipos mecánicos rotativos	Aceite lubricante gastado
El utilizado para el aislamiento de los transformadores principales y auxiliares	Aceite mineral gastado

Estos se almacenarán temporalmente en un almacén que se construirá al interior de la Central, conforme a las condiciones establecidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, y Normas Oficiales Mexicanas aplicables; para evitar su liberación.

En la Tabla II.2.1.21, se indica el manejo de algunos de los residuos sólidos considerados como peligrosos, que generarán en esta etapa del Proyecto.

Tabla II.2.7. Manejo de residuos peligrosos

Identificación del residuo	Manejo de los residuos	
	En el sitio	Disposición final
Filtros usados	Almacenamiento temporal en	Disposición final en sitios autorizados

Identificación del residuo	Manejo de los residuos	
	En el sitio	Disposición final
Trapos/estopas impregnadas con aceite y otros	contenedores metálicos	
Aceite lubricante gastado	Se almacenará temporalmente en tambos metálicos	Reciclamiento y/o disposición final en sitios autorizados
Aceite mineral		

Todos los residuos sólidos peligrosos almacenados temporalmente dentro de las instalaciones serán transportados por una empresa especializada y autorizada, la cual se encargará de llevarlos a sitios autorizados para su confinamiento o si estos son factibles de reciclar; se encargará de enviarlo a una empresa especializada para su reciclamiento.

- ***Líquidos peligrosos***

  Los residuos líquidos peligrosos serán almacenados temporalmente en el almacén de residuos peligrosos.

La recolección, traslado y disposición final de los residuos peligrosos, estará a cargo de una empresa especializada y autorizada, quien depositará los residuos en un sitio autorizado por la autoridad ambiental para su confinamiento o bien, reciclamiento; en cumplimiento con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento, Normas Oficiales Mexicanas aplicables y en los criterios de diseño de Protección Ambiental para el desarrollo del Proyecto.

- ***Aguas residuales***
  - ***Sanitarias***

    Las aguas residuales sanitarias generadas en la etapa de operación y mantenimiento de la Central, serán canalizadas a un biodigestor que sustituye los sitemas tradicionales de fosas sépticas.

- ***Emisiones a la atmósfera***

Debido a la naturaleza de operación del proyecto, no se contempla la emisión de gases a la atmosfera ya que es una planta fotovoltaica.

II.2.7.4 Etapa de Abandono Del Sitio

Para el caso de la etapa de abandono se considera el empleo del mismo tipo de maquinaria y equipo señalado en la Tabla II.2.1.19., pero al 50 % en cuanto a cantidad y tiempo requerido durante la preparación del sitio y construcción. Con la finalidad de mantener un nivel de emisiones dentro de los límites permisibles aplicables a vehículos, estos se someterán al igual que la maquinaria, a un Programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

Las áreas de demolición se encuentran dentro del perímetro de la Central Fotovoltaica y existen barreras físicas como la barda perimetral; sin embargo, se vigilará el cumplimiento de los niveles de ruido que se indican en la norma NOM-081-SEMARNAT-1994 (Diurno 68 dB(A) de 6:00 a 22:00 horas y Nocturno de 65 dB(A) de 22:00 a 6:00 horas) y el acuerdo mediante el cual se modificó el numeral 5.4 de dicha Norma.

II.2.7.5 Sistemas para el manejo de residuos sólidos generados.

La disposición se efectuará en el sitio donde indique la autoridad municipal de acuerdo con la normativa ambiental vigente

Tabla II.2.8. Disposición de residuos

Tipo de Residuo	Sistema de Disposición
Residuos municipales	Incorporación donde indique la Autoridad Municipal conforme a la normativa ambiental vigente*.
Desechos líquidos y semilíquidos combustibles (no tóxicos)	Depósito donde indique la Autoridad Municipal conforme a la normativa ambiental vigente.
Escombros (inertes)	Depósito donde indique la Autoridad Municipal conforme a la normativa ambiental vigente.

Los residuos industriales no peligrosos, se almacenarán a granel en el almacén temporal de residuos. En tanto se hace la disposición final de los residuos, se tendrá un almacenamiento provisional en el interior del predio de la Central Fotovoltaica, para su clasificación selectiva previa a la disposición, esta área estará delimitada y cercada.

El transporte al destino final que indique la autoridad correspondiente se efectuará periódicamente.

El almacén de chatarra será un área delimitada y cercada en el interior del predio, y se almacenará la chatarra en tanto se comercializa para su reciclamiento.

Los residuos factibles de reciclaje son los siguientes:

- ✓ Papel y cartón, que podrán enviarse a centros de acopio para su reciclaje.
- ✓ Residuos de jardinería, que se triturarán y usarán como mejorador de suelo.
- ✓ Carbón activado, que se podrá enviar al proveedor para su tratamiento y reúso.
- ✓ Baterías, que se envían al proveedor para cambio de electrolitos.
- ✓ Resinas agotadas, que se podrán enviar al proveedor para su tratamiento y reúso.

II.2.7.6 Empresas Para El Manejo Y Disposición De Los Residuos Peligrosos.

Para el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos, el Estado de Yucatán cuenta con las empresas que se indican en la Tabla II.2.10

Tabla II.2.9. Directorios de empresas autorizadas para el manejo de residuos peligrosos.

Empresa	Dirección	Municipio	Tipo de Residuo	Autorización Inicio	Autorización Término	Capacidad (ton/año)
Directorio de empresas prestadoras de servicios de reciclaje de residuos peligrosos industriales						
Ecología y Manejo de Residuos, S.A. de C.V.	Tablaje Catastral Santa Cruz No. 326, Km 3 de la Carretera a Chicxulub Pueblo Chicxulub Puerto, Localidad de Chicxulub Pueblo	Chicxulub Pueblo	Hidrocarburos gastados o contaminados como aceites lubricantes gastados, solventes y aguas contaminadas con hidrocarburos, así como filtros, envases de plásticos, textiles, lodos y tambores provenientes de terceros	19/11/2015	19/11/2025	11,340
Energía Ecorenovable, S.A. de C.V.	Carretera San Antonio Hool Tablaje No. 34218, Temozón Norte Dzitya, C.P. 97302	Mérida	Aceites gastados (lubricantes, hidráulicos y de maquinado), hidrocarburos sucios (gasolina, diésel y nafta) y emulsiones/lodos aceitosos (de tanques de enfriamiento y desengrasado) para elaboración de combustible alterno	08/08/2018	08/08/2028	4,500
Directorio de empresas prestadoras de servicios de reutilización de residuos peligrosos industriales						
-	-	-	-	-	-	-

Empresa	Dirección	Municipio	Tipo de Residuo	Autorización Inicio	Autorización Término	Capacidad (ton/año)
Directorio de empresas prestadoras de servicios de tratamiento de residuos peligrosos industriales						
Ecolsur, S.A. de C.V.	Calle 60 No. 525-B, Ampliación Ciudad Industrial C.P. 97390	Umán	Tratamiento de aguas mezcladas con combustibles tales como: aceites lubricantes usados, gasolinas sucias, diésel sucio y naftas de talleres de servicios	25/09/2015	25/09/2025	4,492.80
Directorio de empresas prestadoras de servicios de remediación de suelos contaminados y materiales semejantes a suelos contaminados						
Ecolsur, S.A. de C.V.	Calle 60 No. 525-B, Ampliación Ciudad Industrial C.P. 97390	Umán	Suelos y materiales semejantes a suelos, contaminados con hidrocarburos	16/03/2022	16/03/2027	/
Fuente: https://www.gob.mx/semarnat/documentos/empresas-autorizadas-para-el-manejo-de-residuos-peligrosos						

II.2.8 Generación de Gases Efecto Invernadero

II.2.8.1 Identificación por etapa del Proyecto de las fuentes generadoras de Gases efecto invernadero.

Las emisiones de gases de efecto invernadero que se emitirán durante las etapas del Proyecto de preparación del sitio y construcción, serán producidas fundamentalmente por el uso y operación de maquinaria y equipo que se empleará en la construcción; casi todos ellos dotados con motores de combustión interna, usando principalmente Diesel como combustible.

II.2.8.2 Determinación de los gases efecto invernadero que se generan durante las diferentes etapas del proyecto

Preparación del sitio, Construcción y Abandono

En la Tabla II.2.11. se presenta los gases de efecto invernadero (CO_2 dióxido de carbono, N_2O óxido de nitrógeno y CH_4 metano) identificados para las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono. Estas serán emitidas básicamente durante la operación de vehículos, maquinaria y equipo que utilizan diésel y gasolina como combustible para su funcionamiento.

Utilizando factores de emisión del IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático), se utilizan valores estándar que indican cuantos kilogramos de gas de efecto invernadero se emiten por cada litro de combustible quemado.

Diesel

- 2,68 kg CO_2 por litro de diésel quemado.
- 0,0001 kg de N_2O por litro de diésel quemado.
- 0,0001 kg de CH_4 por litro de diésel quemado.

Gasolina

- CO_2 = 2,31 kg/L por litro de gasolina quemada.
- N_2O = 0,00006 kg/L por litro de gasolina quemada.
- CH_4 = 0,0003 kg/L por litro de gasolina quemada.

Tabla II.2.10. Gases de efecto invernadero, etapas de preparación de sitio y construcción.

Equipo	Cantidad	Tiempo empleado en la obra (meses)	Horas de trabajo (h/día)	Combustible	Emisiones generadas de CO_2 por equipo, kg/h	Emisiones generadas de N_2O por equipo, g/h	Emisiones generadas de CH_4 por equipo, g/h
Maquina de tiro	108	10	8	Diésel	3,902.08	0.1456	0.1456
Camión pluma	216	24	8	Diésel			
Manitou	322	20	8	Diésel			
Motoniveladora	168	8	8	Diésel			
Ripper	114	16	8	Diésel			
Cilindros	81	18	8	Diésel			
Hormigonera	228	20	8	Diésel			
Pala cargadora	180	18	8	Diésel			
Hincadora	90	10	8	Diésel			
Retroexcavadora	96	12	8	Diésel			
Excavadora	168	20	8	Diésel			
Zanjadora	96	8	8	Diésel			

II.2.8.3 Estimación de la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto

Etapa de preparación, construcción y abandono

Para la estimación de la energía disipada en cada una de estas etapas del Proyecto se consideran los requerimientos de equipo, cantidad y tipo de combustible señalados en la Tabla II.2.1.24. Partiendo del consumo anual de diésel en la etapa de preparación del sitio y construcción, se determinó la energía empleada durante un año considerando que las maquinas utilizadas tienen una eficiencia máxima del 30% la cual es transformada en trabajo, la energía restante es disipada en forma de calor, por lo que se estima la energía disipada de **12, 936,974.40 MJ /año.**

Para la etapa de abandono el consumo de diésel será del 50 % por lo que la energía disipada en forma de calor será del orden de **6,468,487.20 MJ /año.**

Anexo II.7 Cálculo de GEI en etapas de preparación de sitio, construcción y abandono.

CAPITULO III.

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

Contenido

III.1.- Introducción……1

III.2.- Ordenamientos jurídicos aplicables……1

III.2.1.- Orden federal……1

III.2.1.1.- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos……2

III.2.1.2.- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental……3

III.2.1.2.- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)……4

III.2.1.3.- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (R-LGEEPA-EIA)……8

III.2.1.4.- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (R-LGEEPA-RETC)……10

III.2.1.5.- Ley de Aguas Nacionales (LAN)……12

III.2.1.6.- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (R-LAN)……15

III.2.1.7.- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)……17

III.2.1.8.- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR) 20III.2.1.8.- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR)……18

III.2.1.9.-Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)……21

III.2.1.10. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)……21

II.2.1.11. Ley General de Cambio Climático (LGCC)……21

III.2.1.12.- Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones (R-LGCC-MRNE)……224

III.2.1.13.- Ley de la Industria Eléctrica (LIE)……27

III.2.1.14.- Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (R-LIE)……27

III.2.1.15.- Ley de Transición Energética (LTE)……29

III.2.1.16.- Reglamento de la Ley de Transición Energética (LTE)……29

III.2.1.17.- Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética (LORCME)……..30

III.2.2.- Orden Estatal ……..29

III.2.2.1 Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Yucatán……..29

III.2.2.2 Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán……..34

III.2.2.3 Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Yucatán……..35

III.2.2.4 Reglamento de la Ley Para La Gestión Integral De Los Residuos En El Estado De Yucatán……37

III.2.2.5 Ley Para La Protección De La Fauna Del Estado De Yucatán……37

III.2.2.6 Reglamento de la Ley De Cambio Climático Del Estado De Yucatán……37

III.2.2.7Ley De Desarrollo Forestal Sustentable Del Estado De Yucatán……..37

III.2.2.8Ley De Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano Del Estado De Yucatán……..37

III.2.2.9 Ley De Procuración de Justicia Ambiental y Urbana Del Estado De Yucatán……..37

III.3.- Instrumentos de Ordenamiento Territorial……..38

III.3.1.- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POETY)……43

III.3.2.- Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL)……45

III.3.3.- Programa de Prevención y Atención de Contingencias Ambientales en el Estado de Yucatán……..48

III.4.- Instrumentos jurídicos en el ámbito Internacional……..49

III.4.1.- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático……..51

III.4.2.- Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Protocolo de Kioto)……51

III.5.- Instrumentos de planeación para el desarrollo……52

III.5.1.- Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019 – 2024……52

III.5.2.- Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano De Yucatán (PEDUY)…….543

III.6.- Decretos y Programas Relacionados con Áreas Naturales Protegidas……54

III.6.1.- Áreas Naturales Protegidas federales……55

III.6.2.- Áreas Naturales Protegidas estatales y municipales……56

III.7.- Sitios RAMSAR……54

III.8.- Normas Oficiales Mexicanas……56

III.9.- Normas Técnicas Estatales……64

III.10.- Otras resoluciones vinculantes……64

Contenido de Tablas

Tabla III.1 Responsabilidad Ambiental..... 3

Tabla III.2 Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 5

Tabla III.3 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto ambiental..... 9

Tabla III.4 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes 11

Tabla III.5 Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales..... 12

Tabla III.6 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales 16

Tabla III.7 Vinculación del Proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos 18

Tabla III.8 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos 19

Tabla III.9 Vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático 24

Tabla III.10 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones 25

Tabla III.11 Vinculación del Proyecto con la Ley de la Industria Eléctrica 27

Tabla III.12 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica28

Tabla III.13 Vinculación del Proyecto con la Ley de Transición Energética 29

Tabla III.14 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Transición Energética 30

Tabla III.15 Vinculación del Proyecto con la Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética..... 31

Tabla III.16 Vinculación con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán 33

Tabla III.17 Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán 34

Tabla III.18 Ley Para La Gestión Integral De Los Residuos En El Estado De Yucatán 35

Tabla III.19 Reglamento de la Ley Para La Gestión Integral De Los Residuos En El Estado De Yucatán 38

Tabla III.20 Ley Para La Protección De La Fauna Del Estado De Yucatán. 35

Tabla III.21 Reglamento de la Ley De Cambio Climático Del Estado De Yucatán. 36

Tabla III.22 Ley De Cambio Climático Del Estado De Yucatán. 38

Tabla III.23 Criterios del sector Energía Fotovoltaica 573

Tabla III.24 Lineamientos ambientales de las UGA.....44

Tabla III.25 Usos de suelo de las Unidades de Gestión Ambiental..... 44

Tabla III.25.1 Unidad de Gestión Ambiental 46

Tabla III.25.2 Coordenadas del proyecto.....46

Tabla III.25.3 Caracterización del proyecto.....46

Tabla III.25.4 Usos del suelo POETY.....46

Tabla III.25.5 Programas según las características del proyecto.....46

Tabla III.26 Vinculación del proyecto Central Fotovoltaica Chemax Solar con Normas Oficiales Mexicanas.. 55

Tabla III.27 Vinculación del proyecto Central Fotovoltaica Chemax Solar con Normas Técnicas Estatales 64

Tabla III.28 Resoluciones vinculantes 64

Contenido de figuras

Figura III.1 Ordenamientos jurídicos federales vinculados con el Proyecto 2

Figura III.2 Ordenamientos estatales vinculados con el proyecto 29

Figura III.3 Instrumentos de ordenamiento territorial vinculados con el Proyecto 42

Figura III.4 Ubicación del Proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 43

Figura III.5 Ubicación del Proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY)..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura III.6 Figura III.6 Ubicación del Proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Yucatán (POETY), Área de Influencia del Proyecto, Sistema Ambiental Regional y colindancias municipales 46

Figura III.7 Estrategias Territoriales en PDUY.....51

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

III.1.- Introducción

El presente documento involucra diversos análisis y estudios con el fin de acreditar la viabilidad ambiental del Proyecto, particularmente en lo que refiere a su compatibilidad con los diversos ordenamientos jurídicos federales, estatales y municipales, que en función de la ubicación del sitio pretendido resultan aplicables en cuanto a los usos y aprovechamientos de suelo.

En específico, para la elaboración de este Capítulo III se revisó una serie de leyes y reglamentos en materia ambiental, además de programas sectoriales, planes de desarrollo, ordenamientos ecológicos del territorio y otros instrumentos de la política ambiental en el ámbito nacional e internacional, que son aplicables al Proyecto debido a la ubicación del sitio donde se busca desarrollar, así como a la naturaleza del mismo. Lo anterior, en virtud de lo establecido los artículos 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 13 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019a y b).

Bajo este esquema, en los siguientes apartados se realiza la vinculación del Proyecto con los ordenamientos jurídicos, ordenamientos territoriales, decretos y programas relacionados con Áreas Naturales Protegidas, Sitios Ramsar, Normas Oficiales Mexicanas, así como instrumentos de planeación aplicables.

III.2.- Ordenamientos jurídicos aplicables

III.2.1.- Orden federal

Para el ejercicio que nos ocupa, se revisó y analizó la legislación nacional federal en materia ambiental además de aquella que resulta aplicable al sector eléctrico en el que se inserta el Proyecto, con el fin de evidenciar su cumplimiento y demostrar la viabilidad jurídica de éste.

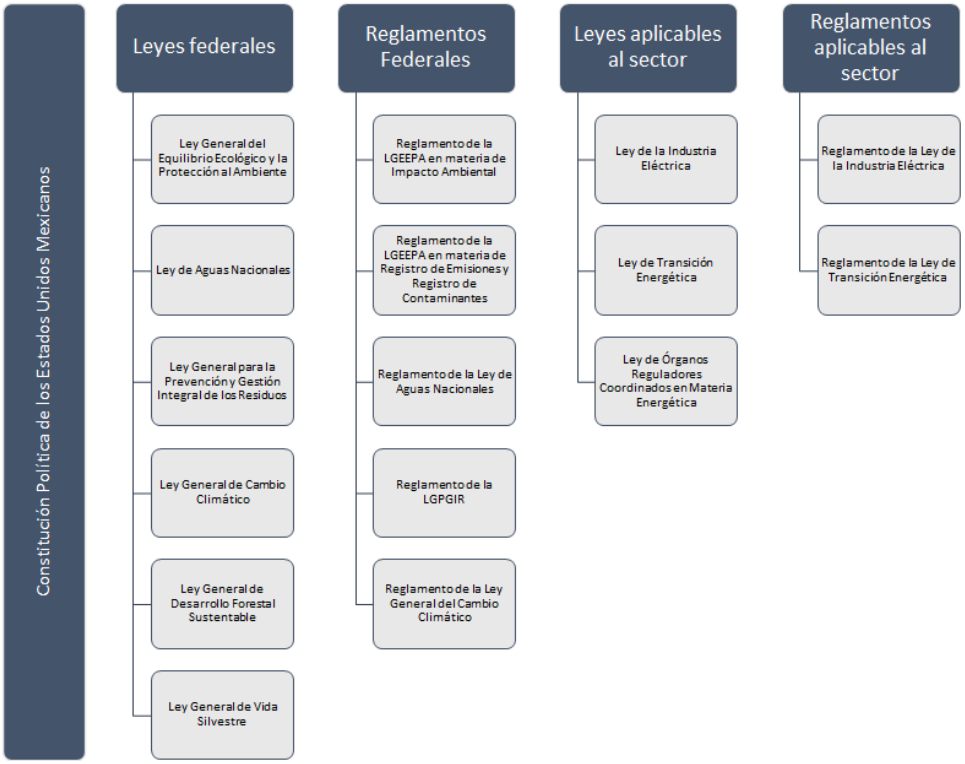


Figura III.1 Ordenamientos jurídicos federales vinculados con el Proyecto

III.2.1.1.- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la ley fundamental del Estado Mexicano, en ella se establecen los derechos y obligaciones esenciales de los ciudadanos y los gobernantes; se trata de la norma jurídica suprema y ninguna otra ley, precepto legal o disposición pueden contravenir lo que en ella expresa (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019c).

En su Artículo 4° establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. De igual forma, señala que el daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quién lo provoque, por lo que el Proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental en apego a la legislación correspondiente, identificando y valorando sus posibles impactos ambientales y proponiendo medidas para su prevención, mitigación y en su caso compensación, para de esta forma preservar el equilibrio ecológico.

Por otro lado, su Artículo 25 establece que el sector público tendrá a su cargo de manera exclusiva la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, además de señalar que la Nación llevará a cabo dichas actividades en términos de lo dispuesto por los párrafos sexto y séptimo de su Artículo 27.

Por su parte, el Artículo 27 establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, así como de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, 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.

En este sentido el Proyecto observará lo establecido en los ordenamientos territoriales, ecológicos y de desarrollo urbano, emitidos por las diferentes instancias de gobierno tal como se indica a lo largo de este Capítulo.

Aunado a lo ya expresado, el Artículo 27 en su párrafo sexto establece que corresponde exclusivamente a la Nación la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica; en estas actividades no se otorgarán concesiones, sin perjuicio de que el Estado pueda celebrar contratos con particulares en los términos que establezcan las leyes, mismas que determinarán la forma en que los particulares podrán participar en las demás actividades de la industria eléctrica.

Por lo anterior, es importante hacer patente que el Proyecto pretende la generación y transmisión de energía eléctrica para su posterior distribución a través de la Red Eléctrica Nacional, administrada por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). Dicho lo anterior, para su desarrollo se ajustará a lo establecido en la Ley de la Industria Eléctrica y su Reglamento.

De acuerdo con lo antes expuesto, el Proyecto dará cumplimiento a las disposiciones establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, ley fundamental del Estado Mexicano.

III.2.1.2.- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La LFRA, tiene como objetivo regular la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental. (Tabla III.1)

Tabla III.1 Responsabilidad Ambiental

Requerimiento Legal	Vinculación
Artículo 10.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será	En el caso particular del proyecto Chemax Solar, el presente estudio se someterá al

Requerimiento Legal	Vinculación
responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.	Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA). Este documento contiene la descripción de todas y cada una de las obras y actividades que comprende el Proyecto, así como la Caracterización del Sistema Ambiental Regional en el Capítulo IV, la identificación de los impactos ambientales potenciales en el Capítulo V y en el Capítulo VI se proponen las medidas ambientales de prevención, mitigaciones descritas en los Programas específicos para las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto. Cabe mencionar que en el Capítulo VI considera la implementación de las Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional, las cuales están incluidas en un PVA. Finalmente, para los efectos de esta Ley, se cumplirá con las disposiciones legales, reglamentarias, normas oficiales mexicanas, autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades. Por lo que el presente Proyecto, cumplirá con el Artículo 10 de la presente ley.

III.2.1.2.- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La LGEEPA y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, establece que el uso de suelo deberá ser compatible con su vocación natural y que al hacer uso de él no se deberá alterar el equilibrio de los ecosistemas (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019c). En este sentido, el Proyecto respetará el uso de suelo de acuerdo a lo establecido en los instrumentos de Planeación y Ordenamiento Ecológico vigentes en el sitio pretendido para su ejecución (en las secciones posteriores del presente Capítulo, se muestra este aspecto).

Adicionalmente, en esta Ley se establece que el impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de las obras y

actividades que puedan causar un desequilibrio ecológico, listando aquellas que requieren de autorización previa. Los artículos con que se vincula el Proyecto que nos ocupa se mencionan a continuación en la Tabla III.2.

Tabla III.2 Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Artículo	Vinculación
Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica; […]"	Al Proyecto le es aplicable el artículo en cita debido a que éste se inscribe en la industria eléctrica pues consiste en la construcción y operación de una central fotovoltaica para la generación de energía eléctrica. En este tenor el Proyecto se ajusta a las disposiciones establecidas en el artículo en cita, ya que previo a su desarrollo éste requiere ser evaluado en materia de impacto ambiental, motivo por el cual se elaboró la presente Manifestación de Impacto Ambiental que la Promovente presentará a la SEMARNAT para su evaluación correspondiente.
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 Proyecto se ajusta al precepto establecido en el artículo en cita, ya que para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional que incluye la descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados (Capítulo V), así como las estrategias o medidas ambientales preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente (Capítulo VI). Adicionalmente, en cumplimiento del artículo en cita, la MIA-R se acompaña del Estudio de Riesgo correspondiente.

Artículo	Vinculación
Artículo 35. Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el Procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación. …	Para determinar la viabilidad del Proyecto en el sitio donde se pretende desarrollar, se llevó a cabo un análisis técnico-jurídico partiendo en primera instancia de lo requerido por el Artículo 35 de la LGEEPA. El artículo citado establece de manera general a la autoridad la forma en que deberá iniciar el procedimiento de evaluación, para lo cual la Secretaría prestará especial atención a que el Proyecto se ajuste a lo que indica la LGEEPA, su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que le sean aplicables, además de lo que se especifique en los Programas de Desarrollo Urbano (PDU), los Ordenamientos Ecológicos del Territorio (OET) de existir y las Declaratorias de Áreas Naturales Protegidas (D-ANP), así como sus programas de manejo (si existen) y deja a salvo algunas otras disposiciones jurídicas, en materia ambiental que resulten aplicables al Proyecto. Al respecto, dichos instrumentos fueron considerados en el desarrollo del presente capítulo, a fin de evidenciar su cumplimiento.
Artículo 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y II.- Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	En cumplimiento al artículo en cita, con el fin de minimizar y controlar las emisiones a la atmósfera durante todas las etapas del Proyecto, se implementará una serie de medidas estructuradas y descritas a detalle en el Capítulo VI de la presente MIA-R.

Artículo	Vinculación
Artículo 111 BIS. Para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se requerirá autorización de la Secretaría. Para los efectos a que se refiere esta Ley, se consideran fuentes fijas de jurisdicción federal, las industrias química, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera y de tratamiento de residuos peligrosos. El reglamento que al efecto se expida determinará los subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales antes señalados, cuyos establecimientos se sujetarán a las disposiciones de la legislación federal, en lo que se refiere a la emisión de contaminantes a la atmosfera.	De acuerdo con el artículo en cita, el Proyecto es considerado una fuente fija de jurisdicción federal ya que se asocia directamente con la industria de generación de energía eléctrica; de tal manera que él mismo deberá obtener la autorización de la Secretaría para su operación y funcionamiento. Asimismo, observará lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera, por lo que en apartados siguientes se expone la vinculación del Proyecto con dicho reglamento.
Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	En observancia al artículo en cita, en las etapas de preparación del sitio y construcción se implementarán medidas conducentes a la minimización de las emisiones de polvos y gases contaminantes (ver Capítulo VI). Asimismo, se dará cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas en la materia (tal como se evidencia posteriormente). Cabe destacar que las emisiones del Proyecto asociadas a su operación no ocasionarán desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, en virtud de que en ningún caso se considera la emisión de GEI en la etapa de operación del proyecto.

Artículo	Vinculación
Artículo 147. La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior. Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.	En observancia al artículo en cita, el Proyecto se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en la Ley en comento, así como en los Reglamentos y las Normas Oficiales Mexicas aplicables. Asimismo, el Proyecto se somete a Evaluación en Materia de Impacto Ambiental mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional y del correspondiente Estudio de Riesgo Ambiental para la aprobación de la SEMARNAT.
Artículo 150. Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final. …	Durante las diferentes etapas del Proyecto se contempla la generación, así como el manejo de materiales y residuos peligrosos, para lo cual, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos con lo que se dará cumplimiento a lo establecido en el ordenamiento en cita, en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su Reglamento, así como en las Normas Oficiales Mexicanas en la materia.

De acuerdo con lo anterior, el Proyecto cumple con las disposiciones establecidas en esta Ley, mediante la presentación de la MIA-R ante la autoridad competente a fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente, además de que se propone en el contenido de la misma las medidas preventivas y correctivas para minimizar los impactos y riesgos que se pudieran ocasionar al entorno.

III.2.1.3.- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (R-LGEEPA-EIA)

En concordancia con la LGEEPA se ha vinculado el Proyecto con los siguientes artículos de su R-LGEEPA-EIA Tabla III.3.

Tabla III.3 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto ambiental

Artículo	Vinculación
Artículo 5°. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: K) Industria eléctrica: I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogas, 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;	Tal como se expone con mayor detalle en el Capítulo II de esta MIA-R, el Proyecto consiste en la construcción y operación de una central fotovoltaica para la generación de energía eléctrica. Asimismo, incluye, obras y actividades asociadas a la industria eléctrica. Dicho lo anterior, se da cumplimiento al artículo en comento toda vez que para la autorización en materia de impacto ambiental se somete el Proyecto a evaluación mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional.
Artículo 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: 1. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; 2. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; 3. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y 4. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.	Como se mencionó anteriormente, el Proyecto que nos ocupa consiste en una central fotovoltaica para la generación de energía. En este tenor, el Proyecto se inscribe en el supuesto establecido en la fracción II del artículo en cita por lo que se somete, mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, al procedimiento de evaluación de impacto ambiental para obtener la autorización correspondiente.

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.	
Artículo 44. Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar: Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación; II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	En concordancia con el artículo en cita, para la elaboración de la presente MIA-R se consideraron los posibles efectos del Proyecto en el entorno en el que se pretende ubicar. Aunado a lo anterior, se tomó en cuenta la implementación de las medidas preventivas, de mitigación para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Asimismo, de ser necesario, se aplicarán las medidas adicionales que resulten necesarias y que la autoridad ambiental dictamine en el caso de ser favorable la resolución para el Proyecto que nos ocupa.

El Proyecto se ajusta a los artículos en cita, ya que de manera previa a la realización de cualquier obra o actividad de las contenidas en el artículo 5º del Reglamento de referencia, presenta ante esta Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de su Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional para su evaluación y correspondiente autorización.

III.2.1.4.- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (R-LGEEPA-RETC)

Es de observancia el R-LGEEPA-RETC debido a que el Proyecto corresponde a una fuente fija de jurisdicción federal conforme a lo establecido en el Artículo 111 Bis de la LGEEPA (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019d), por lo que a continuación se muestra su vinculación con dicho ordenamiento Tabla III.4.

Tabla III.4 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

Artículo	Vinculación
Artículo 3o. Sin perjuicio de las definiciones que establezcan otros ordenamientos jurídicos, para los efectos del presente Reglamento, se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las siguientes: … VIII. Establecimiento sujeto a reporte: Toda instalación que, de acuerdo con la Ley y este Reglamento, deba reportar sus emisiones y transferencia de contaminantes generados por sus actividades industriales;	De acuerdo con lo establecido en el artículo en cita, así como en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, antes vinculada, el Proyecto se cataloga como un Establecimiento Sujeto a Reporte por lo que habrá de observar lo establecido en el Reglamento en comento, particularmente durante su operación. Relacionado con ello, a fin de reportar sus emisiones y transferencia de contaminantes generados se tiene contemplado la elaboración y presentación de la Cédula de Operación Anual, correspondiente.
Artículo 9o. Se consideran Establecimientos sujetos a reporte de competencia federal los siguientes: 1. Los señalados en el segundo párrafo del artículo 111 Bis de la Ley, incluyendo a aquéllos que realizan Actividades del Sector Hidrocarburos; 2. Los generadores de residuos peligrosos en términos de las disposiciones aplicables, y 3. Aquéllos que descarguen aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales.	En correspondencia con el artículo anterior, el Proyecto se ajusta al supuesto de los Establecimientos Sujetos a Reporte ya que se considera fuente fija de jurisdicción federal a la industria de generación de energía eléctrica (Artículo 111 Bis de la LGEEPA) y en su etapa operativa generará residuos peligrosos y realizará descargas de agua residual a un cuerpo de agua nacional; las cuales quedarán documentadas en la Cédula de Operación Anual, correspondiente.
Artículo 10. Para actualizar la Base de datos del Registro, los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar la información sobre sus emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos, conforme a lo señalado en el artículo 19 y 20 del presente reglamento, así como de aquellas sustancias que determine la Secretaría como sujetas a reporte en la Norma Oficial Mexicana correspondiente. La información a que se refiere el párrafo anterior se proporcionará a través de la Cédula, la cual contendrá la siguiente información: …	En cumplimiento a lo establecido en el artículo en cita, durante la operación del Proyecto el Promovente presentará los reportes de las emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos a través de la Cédula de Operación Anual.

Artículo	Vinculación
Artículo 18. Las sustancias sujetas a reporte de competencia federal, los umbrales de reporte y los criterios técnicos y procedimientos para incluir y excluir sustancias serán determinados en la Norma Oficial Mexicana correspondiente, la cual contemplará sustancias y contaminantes del aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos, así como compuestos orgánicos persistentes, gases de efecto invernadero y sustancias agotadoras de la capa de ozono".	En observancia del artículo en cita, en la etapa operativa del Proyecto se realizarán los reportes de emisiones y transferencias de contaminantes conforme a lo establecido en la NOM-165- SEMARNAT-2013 Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes.

III.2.1.5.- Ley de Aguas Nacionales (LAN)

La presente Ley es vinculante al Proyecto en materia de prevención de la contaminación de las aguas (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019e), toda vez que contempla la utilización del agua extraída de pozos existentes y actualmente concesionados al Promovente (Tabla III.5).

Tabla III.5 Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Vinculación
Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por: I. "Aguas Nacionales": Son aquellas referidas en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos1;	No Aplica para el proyecto Chemax Solar debido a que no se considera ningún tipo de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales.

1 ***Artículo 27***. *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.

[…]

Artículo	Vinculación
… IV. "Aguas del subsuelo": Aquellas aguas nacionales existentes debajo de la superficie terrestre; …	
Artículo 16. La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional. Son aguas nacionales las que se enuncian en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. El régimen de propiedad nacional de las aguas subsistirá aun cuando las aguas, mediante la construcción de obras, sean desviadas del cauce o vaso originales, se impida su afluencia a ellos o sean objeto de tratamiento. Las aguas residuales provenientes del uso de las aguas nacionales también tendrán el mismo carácter, cuando se descarguen en cuerpos receptores de propiedad nacional, aun cuando sean objeto de tratamiento.	

Son propiedad de la Nación las aguas […]; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; […]. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos; el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la ***propiedad de los terrenos por*** *los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten los Estados. […]"*

Artículo	Vinculación
Artículo 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.	No Aplica para el Proyecto debido a que no se considera ningún tipo de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales.
Corresponde a los Organismos de Cuenca expedir los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga a los que se refiere la presente Ley y sus reglamentos, salvo en aquellos casos previstos en la Fracción IX del Artículo 9 de la presente Ley, que queden reservados para la actuación directa de "la Comisión". … Las concesiones y asignaciones crearán derechos y obligaciones a favor de los beneficiarios en los términos de la presente Ley. …	No Aplica para el Proyecto debido a que no se considera ningún tipo de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales.
Artículo 23. El título de concesión o asignación que otorgue "la Autoridad del Agua" deberá expresar por lo menos: Nombre y domicilio del titular; la cuenca hidrológica, acuífero en su caso, región hidrológica, municipio y localidad a que se refiere; el punto de extracción de las aguas nacionales; el volumen de extracción y consumo autorizados; se referirán explícitamente el uso o usos, caudales y volúmenes correspondientes; el punto de descarga de las aguas residuales con las condiciones de cantidad y calidad; la duración de la concesión o asignación, y como anexo el proyecto aprobado de las obras a realizar o las características de las obras existentes para la extracción de las aguas y para su explotación,	No Aplica para el Proyecto debido a que no se considera ningún tipo de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales.

Artículo	Vinculación
uso o aprovechamiento, así como las respectivas para su descarga, incluyendo tratamiento de las aguas residuales y los procesos y medidas para el reúso del agua, en su caso, y restauración de recurso hídrico. En el correspondiente título de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales se autorizará además el proyecto de las obras necesarias que pudieran afectar el régimen hidráulico o hidrológico de los cauces o vasos de propiedad nacional o de las zonas federales correspondientes, y también, de haberse solicitado, la explotación, uso o aprovechamiento de dichos cauces, vasos o zonas, siempre y cuando en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, si fuere el caso, se cumpla con la manifestación del impacto ambiental. En ningún caso podrá el titular de una concesión o asignación disponer del agua en volúmenes mayores que los autorizados por "la Autoridad del Agua". Para incrementar o modificar de manera permanente la extracción de agua en volumen, caudal o uso específico, invariablemente se deberá tramitar la expedición del título de concesión o asignación respectivo.	
Artículo 25. Una vez otorgado el título de concesión o asignación, el concesionario o asignatario tendrá el derecho de explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales durante el término de la concesión o asignación, conforme a lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos.	No Aplica para el proyecto Chemax Solar debido a que no se considera ningún tipo de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales.
Artículo 118. Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título, podrán explotarse, usarse o aprovecharse por personas físicas o morales mediante concesión que otorgue "la Autoridad del Agua" para tal efecto. Para el	No Aplica para el proyecto Chemax Solar debido a que no se considera ningún tipo de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales.

Artículo	Vinculación
caso de materiales pétreos se estará a lo dispuesto en el Artículo 113 BIS de esta Ley. Para el otorgamiento de las concesiones mencionadas en el párrafo anterior, se aplicará en lo conducente lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos para las concesiones de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, aun cuando existan dotaciones, restituciones o accesiones de tierras y aguas a los núcleos de población. Para el otorgamiento de las concesiones de la zona federal a que se refiere este Artículo, en igualdad de circunstancias, fuera de las zonas urbanas y para fines productivos, tendrá preferencia el propietario o poseedor colindante a dicha zona federal.	

De acuerdo con lo descrito en la Tabla anterior, el Proyecto da cumplimiento a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales debido a que previo a su emplazamiento realizará los trámites para la posible modificación de las concesiones y permisos para el aprovechamiento y descarga de agua, actualmente en poder de la CFE.

III.2.1.6.- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (R-LAN)

En concordancia con lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales, es vinculante al Proyecto el presente Reglamento en su Título Cuarto sobre los Derechos de Uso o Aprovechamiento de Aguas Nacionales (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019f) como se expone en la Tabla III.6.

Tabla III.6 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Vinculación
Artículo 30. Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión". …	No Aplica para el proyecto Chemax Solar debido a que no se considera ningún tipo de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales.

Dentro del plazo establecido en la "Ley" para expedir la concesión o asignación de agua, en el mismo título se otorgarán las concesiones, asignaciones y permisos solicitados. Lo anterior sin perjuicio, de que conforme a la "Ley" y al presente "Reglamento", cuando ya exista concesión o asignación de agua se pueda solicitar por separado el permiso de descarga. Igualmente, por separado se podrán solicitar las concesiones que se requieran para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos y zonas federales o de los materiales de construcción contenidos en los mismos.	
Artículo 134. Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	No Aplica para el proyecto Chemax Solar debido a que no se considera ningún tipo de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales.

De acuerdo con lo mostrado en la Tabla anterior, el Proyecto dará cumplimiento a lo establecido en el Reglamento en cita en materia de derechos de uso o aprovechamiento de aguas nacionales, prevención y control de la contaminación de las aguas, y bienes nacionales a cargo de la CONAGUA. Asimismo, dará cumplimiento a las obligaciones emanadas de las concesiones en su caso otorgadas por dicha autoridad.

III.2.1.7.- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)

La vinculación de la LGPGIR con el Proyecto en sus diferentes etapas de desarrollo, parte de la minimización de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, así como de prevenir la contaminación con estos residuos y en su caso llevar a cabo la remediación correspondiente (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019g), como se muestra en la Tabla III.7.

Tabla III.7 Vinculación del Proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

Artículo	Vinculación
Artículo 16. La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	El Proyecto contempla la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos en el que se incluirá el manejo de residuos peligrosos así como las acciones para su identificación y clasificación durante el desarrollo de las diversas etapas del Proyecto y acorde a la normatividad aplicable, dando así cumplimiento a dicha disposición.
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: […] VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; […]	Durante las diferentes etapas del Proyecto se espera la generación de residuos de manejo especial como son residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, por lo que, es de observancia el artículo en cita. Como se mencionó anteriormente, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos en el que también se considerarán aquellos residuos de manejo especial a fin de dar cumplimiento a los preceptos legales aplicables.
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.	Durante las diferentes etapas del Proyecto se generarán residuos peligrosos. La denominación de dichos residuos como peligrosos parte de la clasificación señalada en la NOM-052- SEMARNAT-1993 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. La vinculación formal con dicha norma se presenta posteriormente.
Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	En cumplimiento con la presente Ley y con el fin de dar un manejo adecuado y seguro a los residuos, se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos donde se incluye entre otras actividades el manejo de residuos peligrosos. Las

Artículo	Vinculación
Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	acciones de identificación y clasificación de residuos peligrosos que se generarán durante el desarrollo de las diversas obras manifestadas, se llevará a cabo acorde a la normatividad aplicable, dando así cumplimiento a la disposición en cita. Particularmente, para dar cumplimiento al presente ordenamiento se contratará a una empresa prestadora de servicios de recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final de residuos peligrosos que se encuentre debidamente autorizada por las autoridades competentes.
Artículo 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	En el Programa de manejo integral de residuos se establecerá como se identificarán y evitará la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales con el fin de evitar su contaminación o reacción química, misma que pueda provocar efectos en la salud el ambiente o los recursos naturales, para ello se aplicará la NOM-054-SEMARNAT-1993 Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM- 052-SEMARNAT-1993, cuya vinculación con el Proyecto se presenta posteriormente.

III.2.1.8.- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR)

Este Reglamento es vinculante con el Proyecto en cuanto a la identificación, y manejo integral de los residuos peligrosos a generar en sus diferentes etapas (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019h), el Proyecto dará cumplimiento a éste como se describe en la Tabla III.8.

Tabla III.8 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

Artículo	Vinculación
De la Sección I, Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos. **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, pretiles 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;	Durante las distintas etapas de proyecto, todos los residuos peligrosos generados serán almacenados temporalmente (no más de seis meses) en un Almacén temporal de residuos peligrosos, cuyo diseño cumplirá con lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

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. 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. (…)	
Artículo 84.- Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	Se contratará a una empresa especializada y autorizada que se hará cargo de la disposición final de los residuos en cumplimiento al Reglamento y a lo señalado en la NOM-052-SEMARNAT-2005 para el manejo integral de los residuos peligrosos.

Artículos 85 y 86, de la Sección II, Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos.	En cuanto a las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, ésta se llevará a cabo a través de empresas prestadoras de servicios que cuenten con la autorización correspondiente.
Artículos 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99, de la Sección V, Disposición final de residuos peligrosos.	Durante las diferentes etapas del Proyecto, el Promovente contará con los manifiestos de disposición de residuos peligrosos correspondientes, esto con el fin de comprobar que la disposición final de los residuos peligrosos generados que realice la empresa prestadora de servicios sea en sitios debidamente autorizados conforme a lo establecido en los presentes lineamientos.

III.2.1.9.- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

De acuerdo con la Ley Forestal de Desarrollo Sustentable, según las definiciones del artículo 7, fracción LXXI un Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales; y según la Fracción LXXX, la Vegetación forestal: Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales; por lo que de acuerdo con la fracción VI el Cambio de uso del suelo en terreno forestal es “La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales;”

En virtud de que el polígono donde pretende ubicarse el Proyecto, según a Cartografía Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250 000 Serie VII de INEGI, la prospección de flora y fauna realizada en noviembre de 2024 y el histórico de imágenes satelitales de Google Earth Pro, desde 2012 se encuentra cubierto en más del 90% de su superficie por pastizal cultivado para producción bovina y de acuerdo con la Guía para la interpretación de s la Cartografía Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250 000 Serie VII de INEGI, el “Pastizal cultivado” es un tipo de agroecosistema que agrupa las actividades de cultivo agrícola, pecuaria y forestal la cobertura vegetal no cumple las definiciones de vegetación forestal o terreno forestal de la Ley Forestal de Desarrollo Sustentable (LDFS), según el artículo 7, Fracción LXXX y fracción LXXI, respectivamente, por lo que el establecimiento de este no requiere solicitar autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales ya que no requiere remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales, según la definición de “Cambio de uso del suelo en terreno forestal “ de la fracción VI de la LDFS.

Cabe mencionar que de acuerdo con la prospección de flora y fauna el predio se encuentra cubierto de pastizal cultivado para producción bovina en el 93% de su superficie donde se ejecutarán las obras del proyecto. Mientras que el 7% de la superficie restante del predio cuenta con parches de vegetación secundaria arbórea, la cual no será desmontada y se mantendrá como área de conservación del proyecto.

Además de que la vegetación del predio corresponde a actividades primarias agropecuarias, de acuerdo con la Licencia de Uso de Suelo y Programa de Desarrollo Urbano Municipio de Chemax se trata de un espacio cuya categoría, de acuerdo a su vocación, es Industrial.

III.2.1.10.- Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

La Ley General de Vida Silvestre tiene por objeto establecer conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. No se realizarán actividades de aprovechamiento, sin embargo, resulta aplicable al proyecto participar en los programas de prevención, de atención de emergencias y de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre que formule la Secretaría donde se involucre al área del proyecto Chemax Solar a los que se refiere el Artículo 70 de esta Ley con acciones técnica y económicamente factibles.

De acuerdo con lo indicado en la fracción II del artículo 10 de esta misma ley, son facultades de las entidades federativas: “La emisión de las leyes para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, en las materias de su competencia”, por lo que deberá observarse lo que se indique en la legislación estatal en esta materia.

Es importante mencionar que se impartirán capacitaciones a todo el personal que labore en las diferentes etapas del Proyecto, en las cuales se indicara que queda prohibido el manejo de ejemplares de flora y fauna, así como que queda prohibida la caza y comercialización de organismos que pudieran encontrarse en la zona del proyecto, por lo anterior se cumple con lo indicado en el artículo 5 de la presente ley.

III.2.1.11.- Ley General de Cambio Climático (LGCC)

La LGCC es de observancia e interés general para toda la nación, tiene por objeto enfrentar los efectos adversos del cambio climático regulando las emisiones de gases y compuestos para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019i). En este sentido es vinculante con el Proyecto como se expresa en la Tabla III.9

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

Artículo	Vinculación
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: I. Reducción de emisiones en la generación y uso de energía: 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.	Las emisiones del proyecto Chemax Solar para generación de energía eléctrica son nulas comparado con las emisiones de las centrales termoeléctricas convencionales. Por lo que el Proyecto coadyuvará al cumplimiento del artículo en cita generando energía eléctrica mediante una tecnología que no genera emisiones de carbono, promoviendo la disminución de NOx así como prácticamente la eliminación de SO2.

Asimismo, se dará cumplimiento a los límites máximos permisibles indicados en las NOM-085-SEMARNAT-2011 (emisiones en fuentes fijas) y la NOM-023-SSA1-2021 (calidad del Aire Ambiente NO2) Valor normado para la concentración de Bióxido de Nitrógeno (NO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

III.2.1.12.- Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones (R-LGCC-MRNE)

El R-LGCC-MRNE tiene por objeto regular los establecimientos sujetos a reporte por la generación de gases de efecto invernadero (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019j), dichos establecimientos quedan definidos en el presente Reglamento como se muestra en la Tabla III.10.

Tabla III.10 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones

Artículo	Vinculación
Artículo 2. Para los efectos del presente Reglamento, se considerarán las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley, así como las siguientes: … VI. Establecimiento Sujeto a Reporte: El conjunto de Fuentes Fijas y Móviles con las cuales se desarrolla una actividad productiva, comercial o de servicios, cuya operación genere Emisiones Directas o Indirectas de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero. Las expresiones "fuentes que deberán reportar" y "fuentes sujetas a reporte" a que se refieren los artículos 87 y 88 de la Ley, se entenderán como Establecimientos Sujetos a Reporte; …	De acuerdo con lo establecido en el artículo en cita, el Proyecto se considerará establecimiento sujeto a reporte dado que el mismo generará emisiones directas e indirectas de gases y compuestos de efecto invernadero.
Artículo 4. Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: 1. Sector Energía: 1. Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad. 1. Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, … Las actividades previstas en las fracciones I y III del presente artículo calcularán y reportarán sus Emisiones Directas o Indirectas por instalación. La Secretaría, mediante Acuerdo que publique en el Diario Oficial de la Federación podrá definir aspectos técnicos que permitan identificar a detalle las actividades específicas que, conforme al presente artículo, se consideran como Establecimientos Sujetos a Reporte, aun cuando, conforme a otras disposiciones jurídicas, no estén obligadas a proporcionar información sobre sus Emisiones o descargas a través de la	Considerando que el Proyecto consiste en la construcción y operación de una Central Fotovoltaica, la generación de energía eléctrica y dado que el Sector Energía es considerado como Establecimiento Sujeto a Reporte de acuerdo a lo establecido en el Artículo 4 del presente Reglamento, el Promovente reportará por medio de la Cédula de Operación Anual las emisiones directas o indirectas generadas por efecto de la operación del Proyecto.

Artículo	Vinculación
Cédula de Operación Anual ante la Secretaría, pero que en su realización emitan, de manera directa o indirecta, Gases o Compuestos de Efecto Invernadero.	
Artículo 9. Los Establecimientos Sujetos a Reporte, tendrán las siguientes obligaciones: 1. Identificar las Emisiones Directas de Fuentes Fijas y Móviles, conforme a la clasificación de sectores, subsectores y actividades contenidas en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento; 2. Identificar las Emisiones Indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica; 3. Medir, calcular o estimar la Emisión de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero de todas las Fuentes Emisoras identificadas en el Establecimiento aplicando las metodologías que se determinen conforme al artículo 7 del presente Reglamento; 4. Recopilar y utilizar los datos que se especifican en la metodología de medición, cálculo o estimación que resulte aplicable, determinada conforme al artículo 7 del presente Reglamento; 5. Reportar anualmente sus Emisiones Directas e Indirectas, a través de la Cédula de Operación Anual, cuantificándolas en toneladas anuales del Gas o Compuesto de Efecto Invernadero de que se trate y su equivalente en Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalentes anuales; 6. Verificar obligatoriamente la información reportada, en los términos del presente Reglamento, a través de los Organismos previstos en el presente Reglamento, y	Como establecimiento sujeto a reporte, el Proyecto dará cumplimiento a las obligaciones adquiridas y establecidas en el artículo en cita. En este sentido para la operación del Proyecto se identificarán y calcularán las emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero inherentes a la generación de energía eléctrica. Asimismo, se reportarán anualmente estas emisiones a través de la Cédula de Operación Anual en toneladas anuales de los compuestos emitidos y su equivalente en toneladas de bióxido de carbono equivalentes anuales. Con lo que se dará cumplimiento al ordenamiento en cita.

III.2.1.13.- Ley de la Industria Eléctrica (LIE)

Considerando que el Proyecto consiste en una Central Fotovoltaica para la generación de energía eléctrica (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019k), se observará el cumplimiento de la presente Ley tal como se muestra en la Tabla III.11.

Tabla III.11 Vinculación del Proyecto con la Ley de la Industria Eléctrica

Artículo	Vinculación
Artículo 2. La industria eléctrica comprende las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, así como la operación del Mercado Eléctrico Mayorista. …	El Proyecto consiste en una Planta Fotovoltaica para la generación de energía eléctrica por lo que el Promovente deberá dar cumplimiento a lo establecido en la Ley de la Industria Eléctrica.
Artículo 17. Las Centrales Eléctricas con capacidad mayor o igual a 0.5 MW y las Centrales Eléctricas de cualquier tamaño representadas por un Generador en el Mercado Eléctrico Mayorista requieren permiso otorgado por la CRE para generar energía eléctrica en el territorio nacional. …	Considerando que la capacidad de generación programada para el Proyecto es mayor a 0,5 MW (ver Capítulo II de la presente MIA-R), el Promovente obtendrá el permiso otorgado por la CRE para la generación de energía. Adicionalmente, dará cumplimiento a las Reglas del Mercado, condiciones y permisos que establezca la CRE así como aquellas en materia de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad establecidos por la Secretaría de Energía.

III.2.1.14.- Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (R-LIE)

En congruencia con el numeral anterior, es de observancia el R-LIE toda vez que dicho instrumento tiene por objeto establecer las disposiciones aplicables a las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la industria eléctrica (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019l). En este sentido, se presenta la vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (Tabla III.12).

Tabla III.12 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica

Artículo	Vinculación
Artículo 16. Requieren de permiso otorgado por la CRE, las Centrales Eléctricas con capacidad igual o mayor a 0.5 MW, así como las representadas por un Generador en el Mercado Eléctrico Mayorista, con independencia de su capacidad, salvo las destinadas exclusivamente al uso propio en emergencias o interrupciones en el Suministro Eléctrico. …	El Promovente en su momento tramitará el permiso correspondiente otorgado por la CRE para generación y en su caso transmisión y comercialización de energía eléctrica. Adicionalmente, adoptará las medidas conducentes para el cumplimiento de lo establecido en el ordenamiento en comento, las normas oficiales mexicanas aplicables y demás especificaciones establecidas por la Comisión Reguladora de Energía para el desarrollo de las actividades planteadas por el Proyecto.
Artículo 17.- El permisionario de generación adoptará las medidas conducentes para el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas y demás especificaciones obligatorias y asumirá los riesgos derivados de cualquier circunstancia que pueda impedir o modificar las condiciones de funcionamiento de la Central Eléctrica y la disponibilidad de energía de esta.	El Proyecto en sus diferentes etapas se apegará y dará cumplimiento a cada una de las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental descritas en este mismo capítulo y que se listan: En materia de agua NOM-001-SEMARNAT-1996. En materia de ruido NOM-080-SEMARNAT-1994 NOM-081-SEMARNAT-1994. En materia de aire NOM-041-SEMARNAT-2015 NOM-045-SEMARNAT-1996NOM-050-SEMARNAT-1993 NOM-085-SEMARNAT-2011. En materia de residuos peligrosos NOM-052-SEMARNAT-2005 NOM-054-SEMARNAT-1993 NOM-161-SEMARNAT-2011 En materia de recursos naturales NOM-059-SEMARNAT-2010

III.2.1.15.- Ley de Transición Energética (LTE)

La LTE tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019m). Por lo anterior, resulta de observancia para el Proyecto que nos ocupa tal como se evidencia en la Tabla III.13.

Tabla III.13 Vinculación del Proyecto con la Ley de Transición Energética

Artículo	Vinculación
Artículo 6. Los integrantes de la Industria Eléctrica en general, así como los Usuarios Calificados participantes del Mercado Eléctrico Mayorista, sean de carácter público o particular, y los titulares de los Contratos de Interconexión Legados estarán obligados a contribuir al cumplimiento de las Metas de Energías Limpias en los términos establecidos en la legislación aplicable.	Como ya se ha mencionado en varias ocasiones, el Proyecto pertenece a la Industria Eléctrica por lo que deberá contribuir al cumplimiento de las Metas de Energías Limpias. Al respecto, es importante recordar que el Proyecto conlleva la implementación de tecnología de punta y más eficiente así como el aprovechamiento de luz solar, el cual tiene una menor carga ambiental.
Artículo 11. El PRONASE establecerá, con carácter indicativo, la Meta de Eficiencia Energética.	

III.2.1.16.- Reglamento de la Ley de la Transición Energética (R-LTE)

Dicho Reglamento tiene por objeto establecer las disposiciones para regular los mecanismos y procedimientos que permitan la instrumentación de la Ley de Transición Energética, en materia de Aprovechamiento Sustentable de la Energía, Energías Limpias y reducción de Emisiones Contaminantes de la Industria Eléctrica (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019). En la Tabla III.14 se presenta la vinculación del Proyecto con el Reglamento en comento.

Tabla III.14 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Transición Energética

Artículo	Vinculación
Artículo 5. La actualización de la Estrategia se elaborará, aprobará y publicará, en términos de lo establecido en los Capítulos II y III del Título Tercero de la Ley, y conforme al procedimiento siguiente: […] La Secretaría proporcionará a la CONUEE escenarios prospectivos que incluyan elementos provistos por el Instituto, la CRE, el CENACE y la SEMARNAT, y que servirán de referencia para la actualización de las Metas de Energías Limpias y de Eficiencia Energética. […]	El Proyecto pertenece a la Industria Eléctrica por lo que deberá contribuir al cumplimiento de las Metas de Energías Limpias y por tanto habrá de observar la actualización de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.
Artículo 11. La Secretaría, en coordinación con la SEMARNAT, formulará, emitirá y, en su caso, actualizará las metodologías para la cuantificación de las Emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero por la explotación, producción, transformación, distribución y productos intensivos en consumo de energía eléctrica, así como las Emisiones evitadas debido a la incorporación de acciones para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. Dichas metodologías deberán revisarse cada tres años. Los proyectos de las metodologías o de su actualización serán remitidas por la Secretaría a la SEMARNAT, para que ésta en el ámbito de su competencia, emita una opinión dentro de los cuarenta días hábiles siguientes a la recepción de dichos proyectos. En caso de no recibir la opinión dentro del plazo a que se refiere este artículo, se entenderá que la SEMARNAT está de acuerdo con las metodologías o sus actualizaciones.	El Proyecto observará, en cuanto se emitan, las metodologías para la cuantificación de las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero aplicables, así como las emisiones evitadas por la implementación de acciones para el aprovechamiento sustentable de la energía. En tanto, dará cumplimiento a las normas oficiales mexicanas en materia de emisiones a la atmósfera, tal como se demuestra en apartados siguientes.

III.2.1.17.- Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética (LORCME)

La LORCME tiene por objeto regular la organización y funcionamiento de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética y establecer sus competencias (H. Congreso de la Unión Cámara de Diputados, 2019). A continuación, en la Tabla III.15, se presenta la vinculación del Proyecto con esta Ley.

Tabla III.15 Vinculación del Proyecto con la Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética

Artículo	Vinculación
Artículo 41. Además de las atribuciones establecidas en la Ley de Hidrocarburos, la Ley de la Industria Eléctrica y las demás leyes aplicables, la Comisión Reguladora de Energía deberá regular y promover el desarrollo eficiente de las siguientes actividades: […] III. La generación de electricidad, los servicios públicos de transmisión y distribución eléctrica, la transmisión y distribución eléctrica que no forma parte del servicio público y la comercialización de electricidad.	Tal como se ha mencionado anteriormente, el Proyecto que nos ocupa consiste en una Central Fotovoltaica para la generación de electricidad, por lo que su regulación corresponde a la Comisión Reguladora de Energía. En este sentido, el Proyecto observará en todas sus etapas lo establecido por dicha Comisión y tramitará los permisos necesarios para su operación ante la misma.
Artículo 42. La Comisión Reguladora de Energía fomentará el desarrollo eficiente de la industria, promoverá la competencia en el sector, protegerá los intereses de los usuarios, propiciará una adecuada cobertura nacional y atenderá a la confiabilidad, estabilidad y seguridad en el suministro y la prestación de los servicios.	El Proyecto coadyuvará con el artículo en cita toda vez que pretende la generación de energía eléctrica, contribuyendo con la cobertura del servicio en la región. Por lo que también favorecerá la confiabilidad, estabilidad y seguridad en el suministro y la prestación de los servicios.

De acuerdo con lo mostrado en los apartados anteriores, el Proyecto dará cumplimiento a lo establecido en los ordenamientos aplicables al mismo, tanto en materia de impacto ambiental como a los específicos aplicables al sector eléctrico. De tal manera que, para todas sus etapas, tramitará los permisos necesarios ante la Comisión Reguladora de Energía, así como otras que resulten aplicables al Proyecto.

III.2.2.- Orden Estatal

Con el fin de ahondar en el cumplimiento jurídico del Proyecto, se realizó la revisión y análisis de la legislación en materia ambiental de orden estatal y municipal, encontrando vinculantes con éste los ordenamientos que se muestran la Figura III.2.

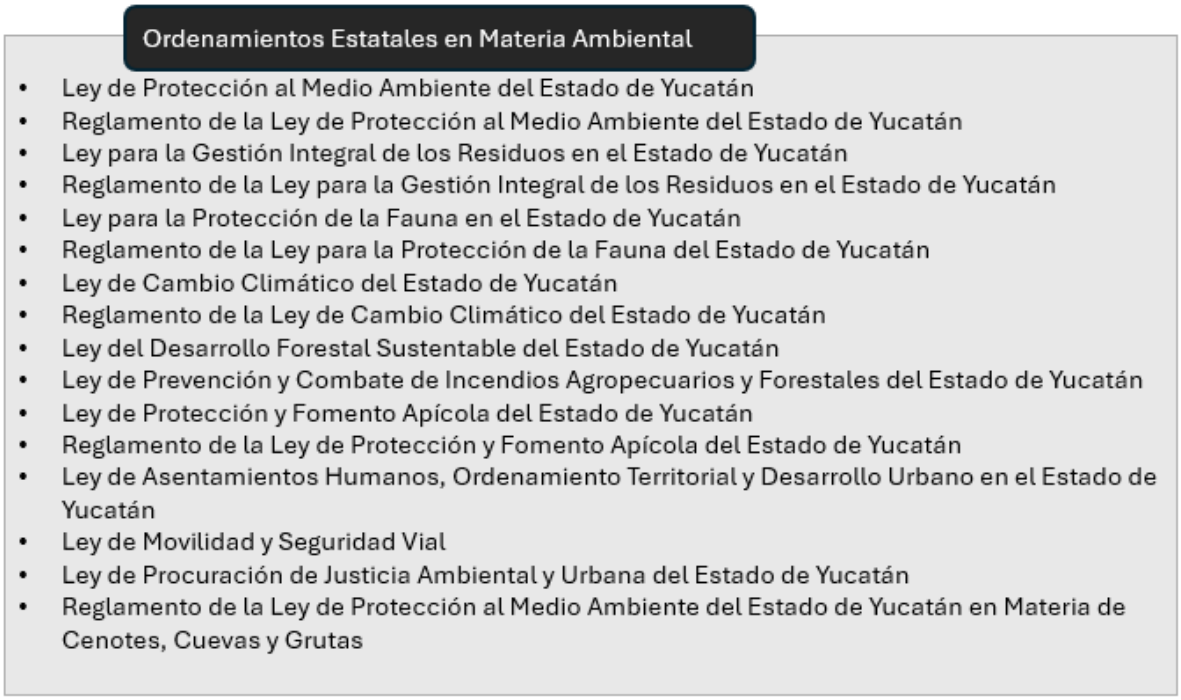


Figura III.2 Ordenamientos estatales y municipales vinculados con el proyecto

III.2.2.1 Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

La presente ley es una normativa se orden público e interés general que tiene como objetivo proteger el ambiente en el estado. Busca regular y evitar efectos nocivos de origen antropogénico y natural, garantizando el derecho de todos los habitantes a disfrutar de un entorno ecológicamente equilibrado.

La ley mencionada establece las bases para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como para la protección al ambiente en el estado. Definir competencias y mecanismos de coordinación entre las autoridades estatales y municipales para la formulación y ejecución de políticas ambientales. Asimismo, promueve la participación ciudadana en la protección ambiental y establece instrumentos de política ambiental, como la evaluación del impacto ambiental y la ordenación ecológica del territorio.

Además, la ley contempla la regulación de actividades que puedan generar contaminación, el manejo adecuado de residuos y la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad del estado. También establece sanciones para quienes incumplan sus disposiciones, con el fin de garantizar su aplicación efectiva. (Tabla III.16)

Tabla III.16 Vinculación con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

Artículo	Vinculación
Artículo 41. Las personas que presten sus servicios profesionales para la realización de estudios de impacto y riesgo ambientales, serán responsables ante la Secretaría de los Informes Preventivos, las Manifestaciones de Impacto Ambiental y Estudios de Riesgo que elaboren; para ello, manifestarán, bajo protesta de decir verdad, que en dichos informes, manifestaciones y estudios se incorporen las características de las obras y/o actividades así como del sitio, mejoras técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.	El Proyecto Chemax Solar se realizará con precisión técnica y metodológica por especialistas, garantizando la veracidad de la información presentada a la autoridad competente.
Título III. De la Conservación y Manejo de los Recursos Naturales. CÁPITULO I. De la prevención y control en el aprovechamiento de sustancias no reservadas a la Federación. CÁPITULO II. De las disposiciones relativas a la protección de los Ecosistemas Existentes en los Cenotes, Cuevas y Grutas. CÁPITULO II. De las disposiciones generales relativas a las Áreas Naturales Protegidas. CÁPITULO VII. De las actividades altamente riesgosas. CÁPITULO VIII. De la prevención y control de la contaminación atmosférica. CÁPITULO IX. De la prevención y control de la contaminación del agua. CÁPITULO X. De la prevención y control de la contaminación del suelo.	Debido a la ubicación del Proyecto Chemax Solar, no existe algún tipo de afectación a la Conservación y Manejo de los Recursos Naturales. La naturaleza del Proyecto por si misma no genera contaminación atmosférica, al agua y al suelo. No se contemplan actividades altamente riesgosas, en Áreas Naturales Protegidas o cerca de cenotes, cuevas y grutas.
Título V. Inspección y Vigilancia Artículo 129. I.- Para constatar el cumplimiento de las disposiciones contenidas en esta Ley, su Reglamento y demás normatividades legales aplicables.	La Secretaría y los ayuntamientos podrán realizar por conducto del personal debidamente autorizado visitas de inspección, verificación y vigilancia a la central fotovoltaica Chemax Solar.

Título VI. Medidas de Seguridad, Sanciones y Medios de Impugnación CÁPITULO 1. De las Medidas de Seguridad Artículo 132.- Cuando exista riesgo inminente de desequilibrio ecológico, daños a los recursos naturales o casos de contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas, la Secretaría o los ayuntamientos, según corresponda, como medida de seguridad podrán ordenar: III.- Las medidas de seguridad establecidas en la Ley de Actos y Procedimientos Administrativos del Estado de Yucatán.	En caso de existir un riesgo no considerado, la secretaria o el ayuntamiento ordenaran las medidas de seguridad establecidas en la Ley de Actos y Procedimientos Administrativos del Estado de Yucatán, en su artículo 124.- La corrección de las irregularidades encontradas.

III.2.2.2 Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

Es una normativa que desarrolla y detalla las disposiciones establecidas en la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán. Su objetivo principal es regular las acciones y procedimientos necesarios para la preservación, restauración y protección del medio ambiente en el estado. Establece las competencias y responsabilidades de las autoridades estatales y municipales en materia ambiental, define términos clave para su correcta aplicación y detalla los procedimientos para la evaluación de impacto ambiental, el manejo de residuos, la protección de recursos naturales y la promoción del desarrollo sustentable.

Además, el reglamento incluye disposiciones específicas para la conservación de ecosistemas sensibles, como cenotes, cuevas y cuevas, que son características distintivas del estado de Yucatán. También establece las bases para la participación ciudadana en la protección ambiental y los mecanismos de vigilancia y sanción para garantizar el cumplimiento de la normativa.

Tabla III.17 Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

Artículo	Vinculación
CAPÍTULO II. De la regulación ecológica en los asentamientos humanos Artículo 11. Las obras y actividades que lleven a cabo autoridades o particulares para equipar y proveer servicios en los asentamientos humanos del Estado; deberán propiciar la salud, la seguridad de las personas y el uso racional de los recursos naturales, ser congruentes con los planes y programas de desarrollo urbano en la entidad y el municipio	La central fotovoltaica Chemax Solar proporcionará energía eléctrica a la comunidad de Santa Cruz. El proyecto no ocasiona daños a la salud ni aprovechamiento de algún recurso natural de la entidad y municipio, va alineado al Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Yucatán donde Estrategias Territoriales promueven la localización de proyectos energéticos para la

Artículo	Vinculación
y atender a los principios de prevención de riesgos en el medio urbano y natural	generación de energías limpias y renovables como soporte de la actividad industrial.

III.2.2.3 Ley Para La Gestión Integral De Los Residuos En El Estado De Yucatán

La presente Ley es una normativa de orden público e interés social que tiene como objetivo regular la generación y gestión integral de los residuos sólidos, peligrosos de competencia estatal y de manejo especial, promoviendo el desarrollo sustentable en el estado. Uno de los principales aspectos es la Clasificación de los residuos, Responsabilidades y Obligaciones de los generadores de residuos, así como las autoridades estatales y municipales para la gestión integral. Se promueven prácticas para reducir la generación de residuos, introduce herramientas de gestión como la Licencia Ambiental Única, evaluando y autorizando el funcionamiento de fuentes fijas de emisiones contaminantes y planos de manejo de residuos de manejo especial. Esta Ley busca establecer un marco legal que garantice una gestión adecuada de los residuos en Yucatán, protegiendo el medio ambiente y promoviendo prácticas sostenibles en beneficio de la comunidad.

Tabla III.18 Ley Para La Gestión Integral De Los Residuos En El Estado De Yucatán

Artículo	Vinculación
TITULO QUINTO. MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS CAPÍTULO II. Del Manejo Integral de Residuos **Artículo 43.-** El Manejo integral de los residuos sólidos comprende las siguientes etapas: reducción en la fuente, separación, reutilización, limpia o barrido, acopio, recolección, almacenamiento, traslado o transportación, co-procesamiento, tratamiento, reciclaje y disposición final.	En la fase de construcción y operación del proyecto, se generarán residuos sólidos y de manejo especial, como empaques, maderas, plásticos y escombros. Se deben implementar estrategias de separación y reciclaje de materiales reutilizables, así como planes de disposición adecuada de los residuos no reciclables
Artículo 46.- La transportación, traslado y disposición final de residuos sólidos, en el Estado, se realizará con la autorización de las autoridades estatales y municipales, en el ámbito de su competencia.	El traslado de residuos generados en el sitio de construcción y operación de la Central Fotovoltaica Chemax Solar debe cumplir con las normativas locales. Por lo cual se contratarán empresas certificadas para el transporte y disposición de residuos, asegurando el cumplimiento de la ley.

Artículo	Vinculación
TITULO SEXTO. MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS Y DE MANEJO ESPECIAL CAPÍTULO I. De las Autorizaciones **Artículo 58.-** El Manejo integral de los residuos de manejo especial comprende las etapas señaladas en el artículo 43, con excepción de la etapa de limpia o barrido.	La instalación y operación de la Central Fotovoltaica Chemax Solar puede generar residuos de manejo especial, como aceites, baterías, cajas de cartón, etc. Se elaborará un plan de manejo para estos residuos, en cumplimiento con las disposiciones ambientales
CAPÍTULO II. Del Manejo Integral de Residuos **Artículo 81.-** Los generadores de residuos de manejo especial deberán contratar los servicios de empresas autorizadas para el Manejo integral de dichos residuos.	Se asegurará de trabajar con compañías certificadas para el manejo y disposición de residuos especiales, garantizando que no haya impactos negativos en el entorno.

III.2.2.4 Reglamento de la Ley Para La Gestión Integral De Los Residuos En El Estado De Yucatán

Este Reglamento establece las disposiciones para el manejo adecuado de los residuos en la entidad, regulando su generación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final. Tiene por objetivos principales regular la gestión integral de los residuos, establecer obligaciones, garantizar la protección ambiental y fomentar la participación ciudadana. Algunos aspectos clave del reglamento involucran la clasificación de residuos, manejo de residuos sólidos urbanos (RSU), manejo de residuos de manejo especial (RME), manejo de residuos peligrosos, autorizaciones, registros, supervisiones y sanciones.

Tabla III.19 Reglamento de la Ley Para La Gestión Integral De Los Residuos En El Estado De Yucatán

Artículo	Vinculación
CAPÍTULO II. DE LAS FORMAS DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL Sección VII. Recolección, traslado y transporte **Artículo 95**.- Las rutas de recolección, traslado y transporte de residuos de manejo especial se diseñarán evitando los horarios de mayor afluencia vehicular, así como las vías altamente traficadas para que éstas no representen un obstáculo a la vialidad.	El transporte de residuos generados en la etapa de construcción de la Central Fotovoltaica Chemax Solar, como escombros, residuos de madera, embalajes de equipo y restos de infraestructura, se planificará para minimizar el impacto en la vialidad local.

Artículo	Vinculación
Artículo 97.- Los vehículos recolectores y de transporte de residuos de manejo especial solo podrán disponer sus residuos en sitios autorizados por la Secretaría	Los residuos generados en la etapa de preparación del sitio y construcción serán enviados a un sitio autorizado por la Secretaria de Desarrollo Sustentable de Yucatán.
Artículo 98.- El responsable del sistema de recolección, traslado y transporte de residuos de manejo especial, para el resguardo y mantenimiento de sus unidades, deberá contar con un área adecuada que cumpla con lo siguiente: I. Tener una barrera de impermeabilización para protección del suelo, mediante piso o algún material sintético. II. Tener un sistema de captación y tratamiento de residuos líquidos provenientes del lavado y limpieza de los vehículos. III. Tener contenedores y un área para el almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos derivados del mantenimiento de los vehículos, que cumpla con las especificaciones de las normas técnicas en la materia.	El Proyecto de la Central Fotovoltaica Chemax Solar contará con maquinaria pesada o vehículos para la preparación del sitio y construcción, por lo cual se tendrá un área específica para su mantenimiento, con medidas adecuadas para la gestión de aceites, combustibles y residuos peligrosos derivados del mantenimiento de los equipos
Artículo 94.- Las personas que tengan a su cargo el funcionamiento de centros de acopio y almacenamiento de residuos de manejo especial, deberán cumplir, además de lo dispuesto en el artículo 63 de este Reglamento, lo siguiente: I. No afectar vías de comunicación. II. Ser compatible con el uso de suelo. III. Tener un sistema de control de acceso. IV. Contar con áreas de almacenamiento acorde a las cantidades y propiedades de los residuos para garantizar su adecuado manejo. V. Poseer equipo de pesaje. VI. Mantener el flujo continuo de los subproductos acopiados. VII. Los demás requisitos que determine la Secretaría, de conformidad con las disposiciones aplicables.	Durante la construcción y operación, los residuos de manejo especial como estructuras metálicas, restos de paneles solares defectuosos o baterías de respaldo en desuso deben almacenarse de forma segura antes de su disposición final. Se tendrá un centro temporal de acopio en el sitio cumpliendo con lo dispuesto en el artículo.- 94 de este Reglamento.

III.2.2.5 Ley Para La Protección De La Fauna Del Estado De Yucatán

Las disposiciones de esta Ley son de orden público, interés general que tiene como principal objetivo establecer las bases para la protección y el desarrollo natural de la fauna en el estado. Busca contribuir a evitar el deterioro del medio ambiente y fomentar una cultura de respeto hacia los animales. Como puntos a destacar de esta Ley se tiene el trato humanitario hacia los animales, responsabilidades del estado y sus municipios, regulación de animales de compañía, control de fauna nociva, espectáculos con animales y sanciones. (Tabla III.20)

Tabla III.20 Ley Para La Protección De La Fauna Del Estado De Yucatán.

Artículo	Vinculación
Artículo 1.-Esta Ley es de orden público y observancia general en el Estado, y tiene por objeto: I.- Establecer las bases normativas para la concurrencia entre el Estado y los municipios para el respeto, la protección, atención, preservación y el desarrollo natural de la fauna II.- Evitar el deterioro del hábitat de la fauna del Estado de Yucatán […]	El artículo menciona que la ley tiene como objetivo la protección y el desarrollo natural de la fauna en Yucatán. Independientemente de las condiciones del terreno, cualquier actividad que pueda afectar al medio ambiente, debe cumplir con estas disposiciones para evitar el deterioro del medio ambiente. Se realizará una Evaluación de Impacto Ambiental que considere los posibles efectos de la Central Fotovoltaica Chemax Solar sobre la fauna local y el ecosistema en general, implementando medidas para mitigar cualquier impacto negativo.

III.2.2.6 Reglamento de la Ley De Cambio Climático Del Estado De Yucatán

Este reglamento tiene como objetivo regular las disposiciones establecidas en su ley para garantizar una implementación efectiva de las políticas climáticas en la entidad. Establece las bases para la formulación, evaluación y ejecución de políticas públicas en materia de cambio climático en Yucatán, promoviendo la coordinación entre las dependencias y entidades de la administración pública estatal y municipal. Los instrumentos de Política Climática incluyen el Programa Estatal de Cambio Climático, Inventario Estatal de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, Registro Estatal de Emisiones. Contiene medidas de mitigación y adaptación. (Tabla III.21).

Tabla III.21 Reglamento de la Ley De Cambio Climático Del Estado De Yucatán.

Artículo	Vinculación
Sección tercera Sistema MRY y ME Artículo 14. Componentes del Sistema MRV y ME El Sistema MRV (Monitoreo, Reporte y Verificación) y (Monitoreo y Evaluación) ME se integrará por los componentes siguientes: I. MRV: en el que se evaluarán los efectos en la reducción de CyGEI vinculado a la instrumentación de los proyectos y acciones de mitigación del Programa Estatal, así como para dar seguimiento a sus resultados, centrándose en estimar el cambio en las emisiones de CyGEI. También evaluará el progreso hacia la consecución de los objetivos y metas de mitigación establecidas en las contribuciones nacionalmente determinadas por el Acuerdo de París.	El proyecto Chemx Solar contribuye a la reducción de emisiones de CyGEI. La generación de electricidad a partir de fuentes renovables sustituye el uso de combustibles fósiles, reduciendo las emisiones de CO_2 y otros gases de efecto invernadero. Esto contribuyendo a los objetivos de del Programa Estatal de Cambio Climático y las metas nacionales establecidas en el Acuerdo de Paris. Al ser un proyecto de mitigación, se integra al sistema MRV, reportando su capacidad instalada, producción de energía limpia y la reducción estimada de emisiones.
Artículo 15. Capítulos del componente MRV El componente MRV deberá ajustarse a la metodología que las autoridades federales establezcan y contar con el desarrollo de los capítulos siguientes: 1. Medición o monitoreo de información y datos sobre emisiones y acciones de mitigación a través de la medición directa de emisiones de CyGEI, estimación de emisiones o reducción de las mismas utilizando factores de emisión, entre otros. 2. II. Reporte de la información, a través de su compilación en inventarios u otros formatos estandarizados o sistemas oficiales que faciliten su publicidad y transparencia. 3. III. Verificación de la información reportada de manera periódica a través de la revisión, análisis o evaluación, a efecto de establecer la integridad, confiabilidad y precisión de la información.	Al tener un Sistema MRV se divide en lo siguiente: Medición o monitoreo: La Central Fotovoltaica Chemax Solar sustituye el uso de fuentes fósiles evitando la emisión de GEI. Por lo que se debe calcular la cantidad de emisiones evitadas comparando la energía generada que produciría una planta convencional, usar factores de emisión oficiales para estimar la reducción de GEI y monitorear periódicamente la generación eléctrica y su impacto climático. Reporte: La Central Fotovoltaica Chemax Solar reportará sus resultados en formatos estandarizados asegurando la transparencia y trazabilidad de los datos. Para ello: se integrará su información en inventarios estatales o nacionales de emisiones, se presentarán reportes de reducción de emisiones al sistema MRV del estado de Yucatán y se facilitará el acceso a datos par evaluar su impacto en las metas climáticas.

	Verificación: La Central Fotovoltaica Chemax Solar será revisada por autoridades para garantizar la veracidad y precisión de los datos, para esto se permiten auditorias y revisiones de las autoridades ambientales, se contarán con certificaciones o verificaciones de terceros sobre las reducciones de emisiones y se asegurará que los cálculos se realizan conforme metodologías aprobadas.
Artículo 16. Reportes Los proyectos de competencia estatal desarrollados en territorio del estado, deberán reportar la reducción y absorción de emisiones conforme a los indicadores establecidos en el componente MRV, a través de las dependencias o entidades que por sector les correspondan de acuerdo con el ámbito de sus competencias, mediante un dictamen elaborado por un tercero autorizado por la secretaría o acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación, de conformidad con lo que se establezca en el procedimiento correspondiente.	Al ser un Proyecto que se ve implicado en la reducción de CyGEI se contempla como proyecto de competencia estatal, debido a esto es necesario elaborar los reportes con la información documentada en el articulo anterior y esta será elaborada por un tercero autorizado por la secretaria o acreditado por la EMA.
Artículo 17. Presentación de reportes Los establecimientos sujetos a reportes de competencia estatal deberán presentar ante la secretaría de forma anual dentro de los primeros tres meses del inicio de cada año fiscal los reportes a que se refiere el artículo anterior.	Se presentarán los reportes ante la secretaria en los tiempos indicados por el artículo.

III.2.2.7 Ley De Desarrollo Forestal Sustentable Del Estado De Yucatán

Esta ley establece las bases para la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales en Yucatán. Dado que el predio en donde se encontrará la Central Fotovoltaica de Chemax Solar tiene su documentación en orden, no involucra algún tipo de medidas de compensación, no es un terreno forestal ni un ANP para efectuar una restauración.

III.2.2.8 Ley De Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano Del Estado De Yucatán

La presente ley regula el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano en Yucatán, promoviendo un crecimiento ordenado y sostenible de las ciudades y comunidades, se menciona la planeación urbana, usos de suelo, vivienda y participación ciudadana. Esta ley es esencial para asegurar un desarrollo urbano ordenado, mejorando la calidad de vida de los habitantes y protegiendo el entorno natural (Tabla III.24)

Tabla III.22 Ley De Cambio Climático Del Estado De Yucatán.

Artículo	Vinculación
TÍTULO SEXTO. ADMINISTRACIÓN DEL TERRITORIO. CAPITULO III. Usos del suelo y destinos en los centros de población Artículo 183.- Clasificación de los usos y destinos del suelo Los usos del suelo y destinos del suelo para el aprovechamiento territorial de uso urbano de un centro de población o asentamiento humano podrán ser: IV. Industriales.	El Proyecto Chemax Solar se encuentra dentro de esta clasificación de uso de suelo tipo industrial.

III.2.2.9 Ley De Procuración de Justicia Ambiental y Urbana Del Estado De Yucatán

La Procuraduría de Justicia Ambiental y Urbana del Estado de Yucatán tiene por objeto la protección, preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico en Yucatán, así como la defensa de los derechos de las personas a disfrutar de un ambiente sano, y la utilización adecuada del territorio y los recursos naturales, a través de la promoción y vigilancia de la aplicación y el cumplimiento de las disposiciones legales en materia ambiental, territorial y urbana.

Para la Central Fotovoltaica Chemax Solar aplica en caso de denuncias o controversias sobre impactos ambientales generados por el proyecto.

III.3.- Instrumentos de Ordenamiento Territorial

Los instrumentos de ordenamiento territorial tienen por objeto la planificación y gestión para el uso del territorio como medio para alcanzar la sostenibilidad ambiental, social y económica,

es decir, estos instrumentos buscan que las actividades realizadas en el territorio de estudio puedan utilizar los recursos de este sin rebasar su capacidad de regeneración de una manera rentable y viable. De manera general existen dos tipos de ordenamientos territoriales, los enfocados a la planeación urbana y los dirigidos a la política ambiental (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015).

En este apartado se evidencia la observancia y congruencia del Proyecto con los lineamientos, criterios, estrategias y políticas marcadas en los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables; así como restricciones, usos del suelo permitidos o prohibidos y compatibilidad del Proyecto con los criterios marcados por los planes de desarrollo urbano aplicables (Figura III.3).

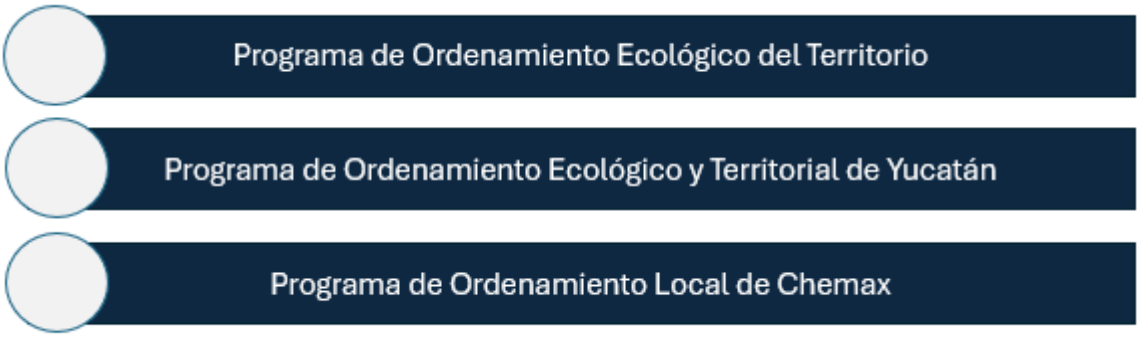


Figura III.3 Instrumentos de ordenamiento territorial vinculados con el Proyecto

Delimitación estatal y municipal del estado de Yucatán respecto al proyecto

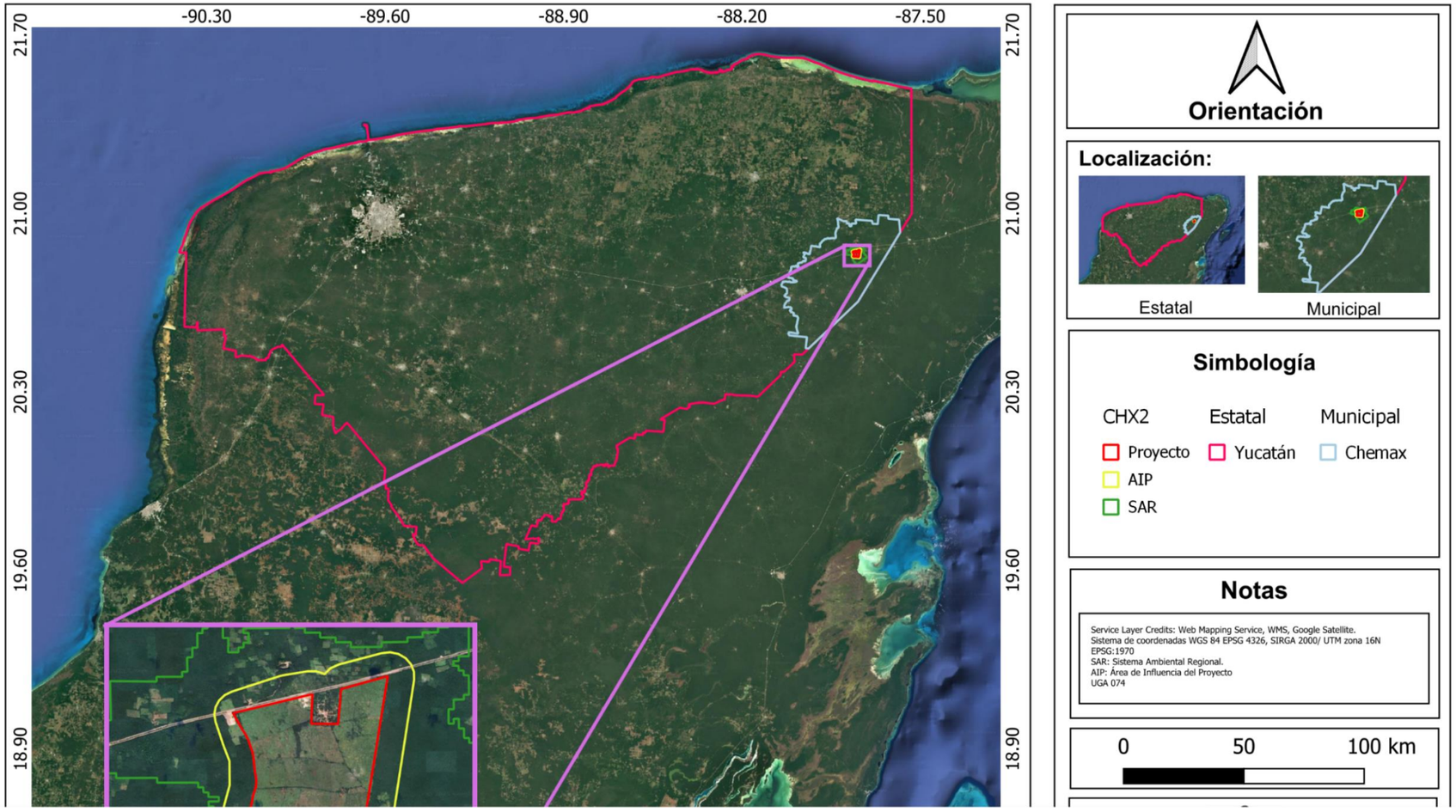


Figura III.4 Ubicación del Proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Yucatán (POETY)

La ubicación del Proyecto Chemax Solar se encuentra en el municipio de Chemax en el estado de Yucatán, según el POETY se encuentra ubicado en la Unidad de Gestión Ambiental UGA074 por lo que implica una política de restauración siendo sus usos compatibles: Energía fotovoltaica, Milpa maya y Turismo de naturaleza. Por lo que el uso del suelo para la actividad a desarrollarse en este territorio no cuenta con regulaciones estrictas por las características y necesidades de recursos, y por no presentar conflicto con otros sectores que se desarrollan en este territorio. Se menciona en el POETY en el sector de Energía la estrategia del poder ejecutivo que a través de las Secretarias de Fomento Económico y Trabajo y de Desarrollo Sustentable, promoverá acciones de coordinación con la Secretaría de Energía para fomentar la generación distribuida de energías renovables. En el sector de energía fotovoltaica se menciona como estrategia sectorial el aprovechamiento de energías limpias para reducir las emisiones de efecto invernadero (GEI) del estado de Yucatán.

Dentro del predio del Proyecto no se encuentran cenotes, poljes, úvalas, cuevas, grutas o humedales costeros, se preservará la cobertura la cobertura vegetal natural y no se afectará la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos. No se presenta cercanía a cenotes, ANP y humedales en un radio de 10 km.

Identificación del UGA correspondiente a la ubicación del Proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Yucatán (POETY)

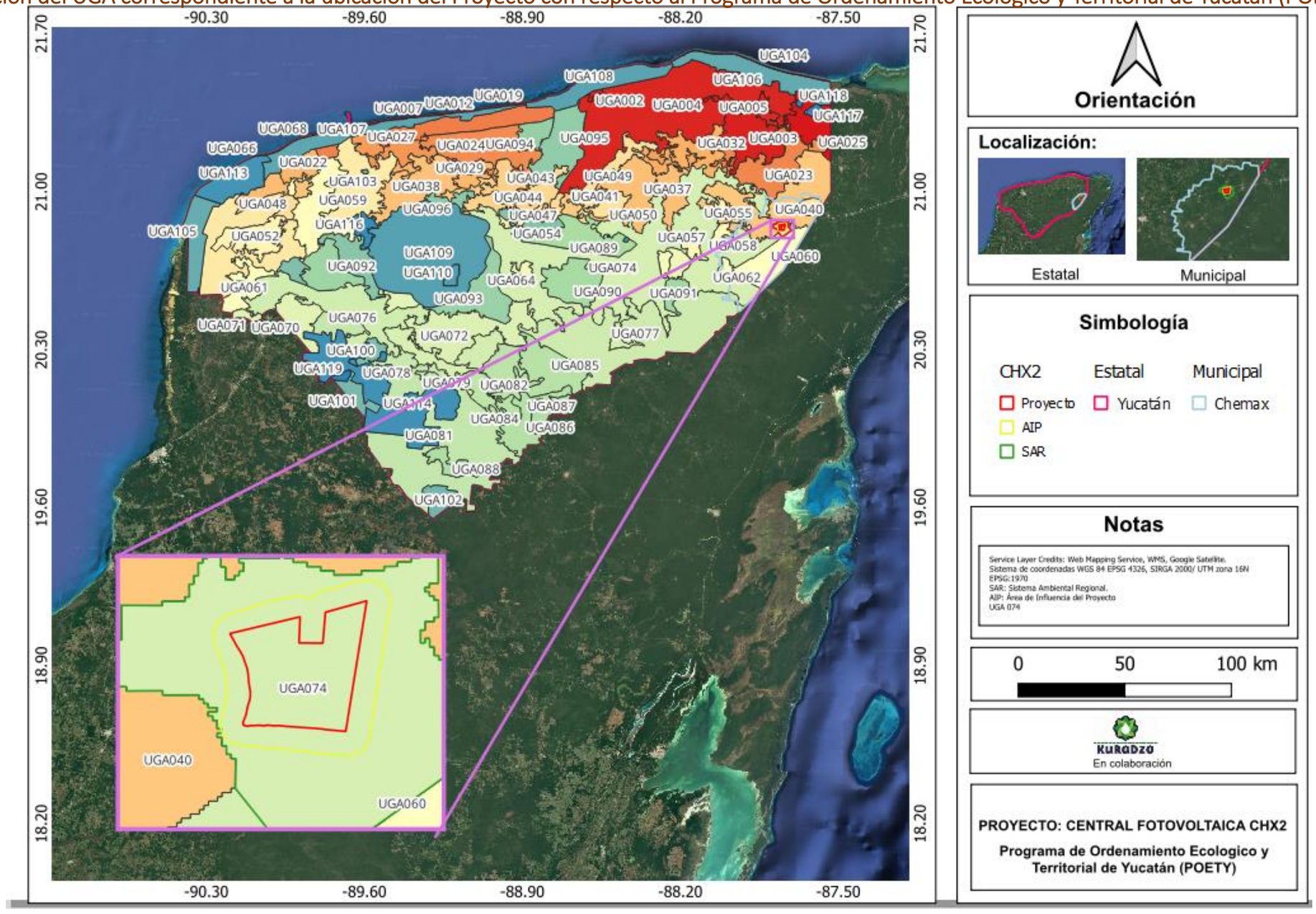


Figura III.5 Ubicación del Proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Yucatán (POETY)

III.3.1.- Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Yucatán (POETY)

Según el POETY, la octava actividad principal para tipos de uso de territorio en el estado de Yucatán es para actividades de Energía Fotovoltaica que comprende la generación de energía eléctrica aprovechando la energía solar, mediante de centros mayores a 5 MW de capacidad instalada, como estrategia Sectorial de tiene Promover el aprovechamiento de energía fotovoltaica a fin de disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el Estado.

Como criterios ecológicos:

Tabla III.23 Criterios del sector Energía Fotovoltaica

No.	Criterio
1	Los proyectos de generación y distribución de energía solar deberán sujetarse a las siguientes medidas de mitigación y compensación de impactos ambientales: a) Minimizar el área del proyecto asociada a los módulos de paneles. b) Minimizar la fragmentación de hábitat privilegiando la instalación de líneas de distribución en caminos ya existentes, la revegetación con especies nativas y melíferas. c) Privilegiar las medidas mecánicas de control de la vegetación sobre el uso de herbicidas. d) Establecer un programa de monitoreo anual de biodiversidad con indicadores clave. f) Minimizar el consumo de agua para el enfriamiento y limpieza de colectores, concentradores y generadores.
2	La evaluación de los impactos y de los beneficios ambientales y sociales deberán considerarse de manera conjunta, para garantizar que los medios de vida y el bienestar de los pueblos indígenas y las comunidades locales no se verán afectados negativamente.
3	Los proyectos de generación y distribución de energía solar deberán excluir las áreas prioritarias para la conservación como sitios aptos para su ubicación, por lo que deberán ubicarse en terrenos perturbados, degradados o desprovistos de cobertura forestal.

4	Todo proyecto de instalación o ampliación de parques solar fotovoltaico deberá minimizar el área de desmonte, la fragmentación de hábitat y la afectación a corredores biológicos; así como distanciar de manera óptima a los aerogeneradores favoreciendo su funcionamiento eficiente y evitando la afectación al paso de aves, con el objeto de reducir los impactos negativos a la biodiversidad y la integridad funcional de los ecosistemas

LINEAMIENTOS AMBIENTALES

El lineamiento ambiental corresponde a la meta o el enunciado general que refleja el estado deseable de la UGA.

Tabla III.24 Lineamientos ambientales de las UGAS

No.	UGA	Lineamiento del UGA
74	UGA074-RESTCHA	Propiciar la restauración de 1864.85 km2 de la vegetación forestal menos conservada y preservarlas a largo plazo, estos parches de cobertura natural proporcionan servicios ambientales y fomentan la conectividad y la recuperación funcional de la integridad funcional de los ecosistemas del Estado.

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL

La información descriptiva de las unidades de gestión ambiental, respecto a las condiciones actuales de su tipo de vegetación, condiciones ambientales, así como la política, lineamientos, estrategias y criterios aplicables, se presentan en forma de fichas.

Cada UGA cuenta con su propia ficha, para la central fotovoltaica Chemax Solar aplica el siguiente.

Tabla III.25 Usos de suelo de las Unidades de Gestión Ambiental

Clave_UGA	Nombre UGA	Politica	Usos Compatibles	Usos Condicionados	Usos Incompatibles
UGA074	UGA074-REST-CHA	Restauración	Energía fotovoltaica, Milpa Maya, Turismo de Naturaleza	Acuacultura de agua dulce, Acuacultura salobre, Agricultura extensiva, Apicultura, Asentamientos humanos, Energía eólica, Forestal, Industrial, Infraestructura, Pecuario bovino, Turismo convencional	Agricultura tecnificada, Minería no metálica, Pecuario avícola, Pecuario Porcino, Pesca, Turismo de sol y playa.

Por lo anterior, cabe resaltar que el polígono donde se pretende instalar el Proyecto se encuentra mayormente desprovisto de vegetación e impactado por las actividades anteriormente realizadas en el sitio y de naturaleza similar a la del Proyecto pretendido. No obstante, para el desarrollo de las diferentes etapas se han considerado acciones ambientales tendientes a prevenir y mitigar los impactos ambientales que serán generados (ver Capítulo VI).

III.3.2.- Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL)

Cabe resaltar que actualmente, el municipio de Chemax no cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) especifico. Sin embargo, está regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Yucatán (POETY) que abarca todo el estado y establece lineamientos para el uso del suelo y la conservación de los recursos naturales

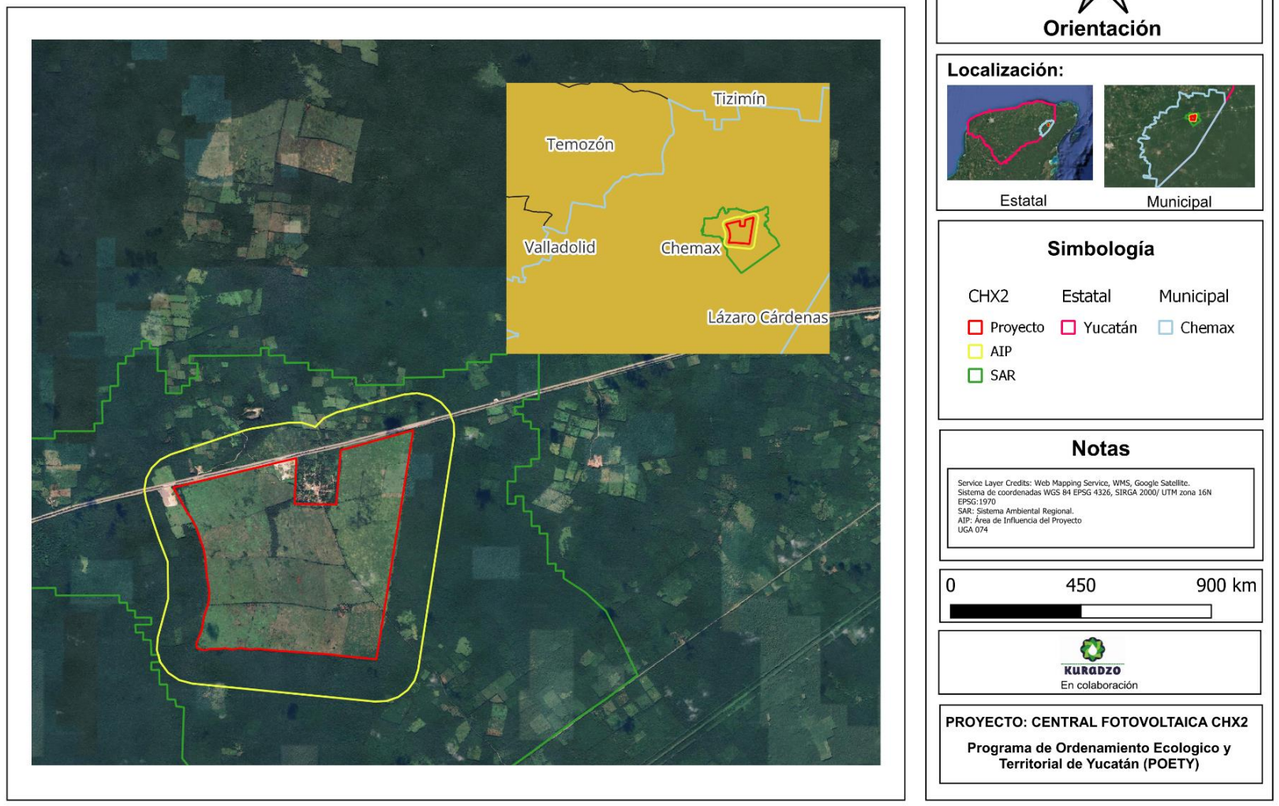


Figura III.6 Ubicación del Proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Yucatán (POETY), Área de Influencia del Proyecto, Sistema Ambiental Regional y colindancias municipales.

Tabla III.25.1. Unidad de Gestión

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL	
NOMBRE	Chemax Solar
UGA	074 (setenta y cuatro)
MUNICIPIO	Chemax
SUPERFICIE (ha)	134834
LOCALIDADES	Chemax (cabecera municipal)
POBLACIÓN TOTAL (HAB)	33490

Tabla III.25.2. Coordenadas del

COORDENADAS MAXIMAS (UTM WGS 84 EPSG:4326 /ZONA UTM 16N)	Norte (X)	Este (Y)
AL ESTE	2304935.00	423194.00
AL OESTE	2304709.59	420746.50
AL SUR	2303523.00	421809.00
AL NORTE	2306288.69	422500.43

Tabla III.25.3. Caracterización del proyecto

CARACTERIZACIÓN	
USO DE SUELO Y VEGETACION	Selva baja caducifolia
CLIMA	BS1hw
PENDIENTE MEDIA	0.05
ACUIFERO	acuífero de la Península de Yucatán
GEOLOGÍA	Kárstico
EDAFOLOGÍA	Rendzinas y Litosoles

Tabla III.25.4. Usos del Suelo POETY

USOS DE SUELO	
COMPATIBLE	Energía fotovoltaica, Milpa Maya, Turismo de Naturaleza.
INCOMPATIBLE	Agricultura tecnificada, Minería no metálica, Pecuario avícola, Pecuario Porcino, Pesca, Turismo de sol y playa.

Con base en "Programa de Ordenamiento Ecológico Del Territorio Del Estado De Yucatán (POETY)", el predio del Proyecto Central Fotovoltaica Chemax Solar se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 174, con política de restauración y con uso de suelo compatible Industrial

Tabla III.25.5. Programas según las características del

PROGRAMA				
POLITICA	LINEAMIENTOS	ESTRATEGIA	CRITERIOS DE REGULACION	RESPONSABLES
Restauración	Propiciar la restauración de 1864.85 km2 de la vegetación forestal menos conservada y preservarlas a largo plazo, estos parches de cobertura natural proporcionan servicios ambientales y fomentan la conectividad y la recuperación funcional de la integridad funcional de los ecosistemas del Estado.	Promover el aprovechamiento de energía fotovoltaica a fin de disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el Estado.	Criterios del sector Energía fotovoltaica	SDS, CONAGUA, SENER, CRE, CENACE, INAH, Ayuntamiento de Chemax, PROFEPA, SEMARNAT, CENAPRED

III.3.3. Programa de Prevención y Atención de Contingencias Ambientales en el Estado de Yucatán

Es una iniciativa diseñada para abordar y mitigar los efectos de diversas emergencias ambientales que pueden afectar la región. Aunque no se dispone de información detallada en los fragmentos proporcionados, este programa generalmente incluye estrategias para prevenir y responder a situaciones como: Huracanes y ciclones tropicales, Inundaciones, Incendios forestales y contaminación atmosférica.

El programa también contempla la capacitación de funcionarios públicos, la revisión de planes de emergencia y la implementación de estrategias de prevención ante diversas contingencias ambientales. Por ejemplo, el Ayuntamiento de Mérida ha trabajado en la capacitación de sus funcionarios y en la revisión de sus planes de emergencia para estar preparados ante la temporada de huracanes. La secretaria encargada de la implementación y seguimiento es la Secretaria de Desarrollo Sustentable del Estado de Yucatán.

III.4.- Instrumentos jurídicos en el ámbito Internacional

Algunos de los grandes avances en la agenda ambiental internacional corresponden a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano realizada en Estocolmo, Suecia en 1972; la presentación en 1987 del documento “Nuestro Futuro Común" también conocido como el “Informe Brundtland”; y la Cumbre de la Tierra celebrada en el año 1992 en Río de Janeiro, Brasil (Naciones Unidas, 2016).

La Cumbre de la Tierra y la consecuente aprobación de la Agenda 21 constituyen un parteaguas en el tema del medio ambiente y los recursos naturales. Fue a partir de entonces que iniciaron acciones dirigidas a mitigar los cambios en el régimen climático global producto de la emisión de gases de efecto invernadero; a reducir el ritmo de desertificación de los suelos; a disminuir la pérdida de la biodiversidad y más recientemente, a regular el movimiento transfronterizo de mercancías de preocupación global como son los organismos vivos modificados y los materiales peligrosos por su toxicidad.

Como resultado de este movimiento han sido creados instrumentos jurídicos y acuerdos: bilaterales, regionales y multilaterales. En todos estos mecanismos de cooperación SEMARNAT es un activo participante y ha logrado influir en la agenda internacional y los programas de cooperación económica para responder de manera adecuada a las prioridades nacionales.

En la búsqueda de soluciones para el tema de cambio climático resultan esenciales la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto. Estos dos mecanismos constituyen hasta el momento la reacción internacional ante las pruebas convincentes, recopiladas y confirmadas una y otra vez por el Grupo Intergubernamental de

Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), de que se está produciendo un cambio climático y que su causa fundamental son las actividades humanas.

III.4.1.- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Los países acordaron la Convención el 09 de mayo de 1992 y ésta entró en vigor el 21 de marzo de 1994. No obstante, pese a que aprobaron la Convención los gobiernos eran conscientes de que sus disposiciones no bastarían para procurar la debida solución al cambio climático. En la primera Conferencia de las Partes celebrada en Berlín, Alemania, a principios de 1995 se inició una nueva ronda de negociaciones para analizar compromisos más firmes y específicos.

Esta Convención estableció que las partes deberían tomar medidas apropiadas para evitar que la salud humana y el medio ambiente sufrieran efectos adversos por la modificación de la capa de ozono. El mayor logro de este cuerdo internacional fue el de intentar que el poder evite que los efectos de la reducción de la capa de ozono afecten la salud.

El Protocolo de Montreal se estableció en 1987 y trata de las sustancias que agotan la capa de ozono. El mismo contiene cláusulas que dan margen para que se reduzca la producción de sustancias nocivas hasta en un 50 % antes de la llegada de 1999. Sin embargo, se reconoció que los países en desarrollo experimentarían dificultades en la aplicación de estas medidas, por lo que en el Artículo 5 se establece una cláusula que permite aplazar el cumplimiento de las obligaciones del Protocolo por un periodo de 10 años desde la fecha de entrada de vigor; además de brindarles asistencia técnica y ayuda financiera para los costos de la conversión tecnológica.

Con respecto a la aplicación de este Protocolo, México ha logrado en los últimos años la reducción de un 87 % de la emisión de clorofluorocarbono. Para 1990 se logró que se sustituyera en los aerosoles el uso de los clorofluorocarbonos (CFC), además a partir de 1997 los refrigeradores se encuentran libres de emitir estas sustancias.

México, como Parte del Anexo I de la Convención tiene los siguientes compromisos:

1. La elaboración, actualización periódica y publicación del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, por fuentes y sumideros de todos los gases de efecto de invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, y

2. La formulación, la instrumentación, la publicación y actualización de manera regular de programas nacionales, en su caso, regionales que contengan medidas para mitigar el cambio climático enfocadas a la reducción de emisiones en las áreas energética y forestal, además de estrategias para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático.

Todas las Partes de la Convención presentan avances en los compromisos antes mencionados, para el caso mexicano, es atribución de la SEMARNAT planificar, coordinar, dar seguimiento y avaluar las actividades de cambio climático.

El eje fundamental de la comunicación lo constituyó el primer Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero con cifras de 1990, éste reportó un total de 459,27 millones de toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero, de los cuales, el 96,42 % correspondió a Bióxido de carbono y el 0,79 % a Metano.

Para 2010 los sectores con mayor contribución porcentual de emisiones de CO2 fueron: transporte (31,1%), generación eléctrica (23.3 %), manufactura y construcción (11,4%), consumo propio de la industria energética (9,6 %), conversión de bosques y pastizales (9,2 %) y otros tales como agropecuario residencial y comercial (6,7 %).

Existe conciencia en nuestro país de la necesidad de afrontar este desafío, ya que las consecuencias del cambio climático pueden ser importantes en un Estado productor de petróleo que a la vez resulta vulnerable a la variabilidad climática.

Cumplir con las metas de Kioto sólo es posible si se comprenden dos puntos. Uno se relaciona con el desarrollo de las energías renovables y el otro con la eficiencia en materia energética, es decir, usar la energía disponible con inteligencia.

Un desarrollo importante de la energía eléctrica por medios más eficientes puede ser por tanto una de las medidas más eficaces para reducir el efecto invernadero, ya que a nivel mundial se considera que el sector eléctrico es responsable del 29 % de las emisiones de CO2 del planeta. Es así como en particular el Proyecto contribuirá a la ejecución de una medida eficaz para reducir el efecto invernadero en la minimización de emisiones a la atmósfera.

III.4.2.- Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Protocolo de Kioto)

A finales de 1997 se aprobó en Kioto, Japón un anexo (Protocolo) de suma importancia para la Convención Marco de las Naciones Unidas. Este Protocolo estableció metas obligatorias para los países industrializados relacionadas con sus emisiones a la atmósfera a la vez que creó mecanismos innovadores para ayudar a estos países a cumplir esas metas. Dicho mecanismo entró en vigor el 18 de noviembre de 2004 al ratificarlo 55 Partes de la Convención, entre ellas, un número suficiente de países industrializados que tienen metas concretas que cumplir.

El Protocolo de Kioto es considerado como el primer paso importante hacia un régimen mundial de reducción y estabilización de las emisiones de GEI, y proporciona las bases para cualquier futuro acuerdo internacional sobre el cambio climático. Asimismo, comparte con la Convención el objetivo supremo de estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida la interferencia peligrosa con el régimen climático. En la consecución de este objetivo, el Protocolo de Kioto se basa y hace hincapié en muchos de los compromisos ya contraídos en virtud de la Convención, sólo las Partes en la Convención pueden ser Partes en el Protocolo.

Para ayudar a los países industrializados a cumplir sus metas obligatorias y promover el desarrollo sostenible en los países en desarrollo, el Protocolo de Kioto estableció tres mecanismos innovadores: el mecanismo para un desarrollo limpio o MDL, la aplicación conjunta y el comercio de los derechos de emisión.

En el artículo 2, inciso a), fracción I del Protocolo de Kioto, se prevé la obligación de las Partes de fomentar la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional correspondiente.
En este contexto, cobra relevancia el Proyecto pues dada su naturaleza es de gran utilidad en el cumplimiento de las obligaciones adquiridas por México en virtud de lo siguiente:

1. El proyecto de la central fotovoltaica, no solo representa beneficios económicos debido a la reducción de uso de combustible, sino también ventajas ambientales al emitirse a la atmósfera, menores cantidades de contaminantes globales.

2. Una de las principales características de una central fotovoltaica es su menor consumo de agua en relación con una termoeléctrica convencional, ya que este tipo de centrales utiliza en promedio una tercera parte del agua necesaria ya que se utiliza para el mantenimiento de los módulos solares. Lo anterior, representa una economía en los costos de operación de la central, por lo que el costo de producción de la energía será menor en comparación otros sistemas de generación de energía.

De acuerdo con datos de la Agencia Internacional de la Energía (AIE por sus siglas en inglés); en el año 2013 en México se tuvieron pérdidas por transmisión y distribución de 14,31% de la energía producida en ese año[4]. Por lo que, dada la ubicación del Proyecto se reducirán significativamente las pérdidas energéticas por transmisión, pues la energía generada será distribuida en la región en la que se genera.

En resumen, el Proyecto dará impulso a la adopción de tecnologías más eficientes para la generación de energía y permitirá reducir pérdidas por la transmisión de dicha energía. Lo anterior, hace que éste sea vinculante con el Protocolo de Kioto de carácter internacional y contribuye en la participación del cumplimiento a las obligaciones adquiridas por parte de México.

El Proyecto contribuye al cumplimiento de los compromisos establecidos en el Protocolo de Kioto y la Convención.

La entidad responsable de supervisar el cumplimiento de la NOM-001-SEDE-2012 en centrales fotovoltaicas y otras instalaciones eléctricas es la Secretaria de Energía (SENER), a través de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) y la Procuraduría Federal del Consumidor.

El cumplimiento de la NOM-001-SEDE-2012 en la Central Fotovoltaica Chemax Solar será supervisada por la SENER, la CRE, la CONUEE y el CENACE, asegurando que las instalaciones eléctricas sean seguras, eficientes y cumplan con los requisitos de la red eléctrica.

III.5.- Instrumentos de planeación para el desarrollo

III.5.1.- Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019 - 2024

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es un documento de trabajo que rige la programación y presupuesto de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con este Plan. En particular, el Proyecto se vincula con lo establecido en la Sección III Economía respecto del Rescate del Sector Energético, que al respecto establece como prioritario la modernización de las instalaciones generadoras de electricidad propiedad del Estado (Presidencia de la República, 2019). Por lo que el Proyecto se inscribe como parte del plan nacional para el rescate y modernización de las instalaciones existentes para la generación de energía eléctrica renovable.

III.5.2.- Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano De Yucatán (PEDUY)

El Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán (PEDUY) pretende responder a los retos de ordenamiento territorial y establecer disposiciones para garantizar el desarrollo integral de la población que habita en los centros de población y asentamientos humanos del estado, de forma sostenida a corto, mediano y largo plazo. En ese contexto, el presente instrumento de planeación territorial se estructura a partir de la siguiente visión y directrices:

Visión: "A 2040 Yucatán contará con un marco institucional para la planeación y gestión territorial fortalecido, así como una organización territorial que oriente las inversiones públicas y privadas, con el fin de implementar programas, proyectos y acciones para disminuir las externalidades negativas de la urbanización y los proyectos de desarrollo, potencializando sus beneficios, para que las y los yucatecos puedan acceder bajo criterios de calidad, suficiencia, eficacia, eficiencia y sostenibilidad, a los satisfactores necesarios para el ejercicio de sus derechos relacionados con el hábitat, la vivienda, el ambiente y el territorio en General"

NE2. Estrategias Territoriales

Las Estrategias Territoriales son el conjunto de Proyectos, Programas y Acciones Prioritarias (PPAP's) proyectadas en regiones, municipios, localidades o zonas específicas del territorio, que están vinculadas a los Objetivos, Estrategias y Líneas de Acción (OELA's) del Programa definidos a partir de los temas prioritarios establecidos en el Nivel Antecedentes. Se establecen siete Estrategias Territoriales:

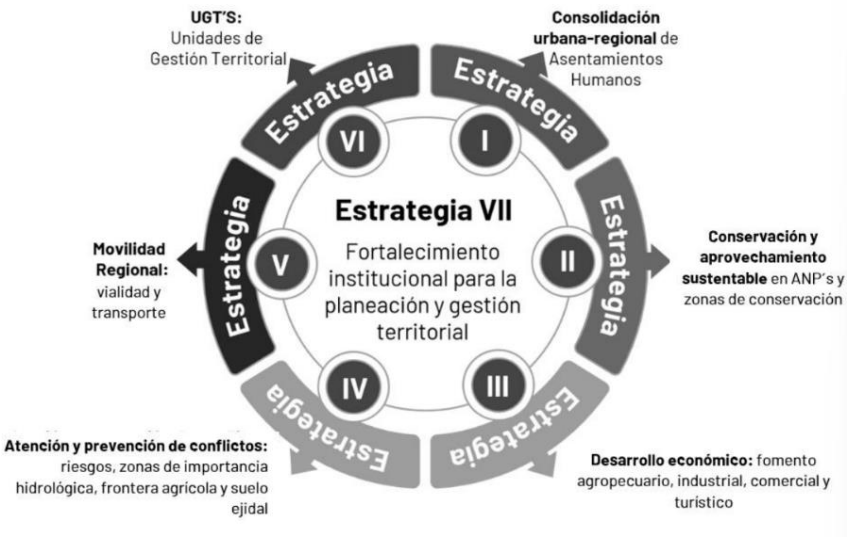


Figura III.7 Estrategias Territoriales en PDUY

Estrategia 3.2 Fortalecer el Ordenamiento y Fomento de las actividades comerciales e industriales en zonas estratégicas con aptitud territorial, en el apartado 3.2.5 se menciona lo siguiente: Promover la localización de proyectos energéticos para la generación de energías limpias y renovables como soporte de la actividad industrial y comercial-

El objetivo de la estrategia es consolidar el sector industrial, para ello se identifican seis zonas de relevancia para su aplicación, las zonas con conflicto y sin conflicto por aptitud territorial, las áreas urbanas con uso de suelo mixtos, aquellas prioritarias para el desarrollo industrial y las que tienen potencial para la generación de energías limpias. Este último denominado Zona con Potencial para Generación de Energías Limpias (ZPEL) que plantea actividades de energías limpias tales como: parques eólicos y solares.

III.6.- Decretos Programas Relacionados con Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP's), son las áreas bajo la administración de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). En México existen áreas protegidas de jurisdicción federal, estatal, municipal y áreas de conservación voluntarias (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018).

Los instrumentos que determinan las estrategias de conservación y uso de las áreas naturales protegidas a nivel mundial, se han conceptualizado como planes o programas de manejo, programas de conservación, programas de conservación y manejo, planes rectores, planes directores, etc. En nuestro país estos instrumentos se denominan planes de manejo, programas de trabajo, programas integrales de desarrollo, programas operativos anuales y/o programas de conservación y manejo.

III.6.1.- Áreas Naturales Protegidas federales

En lo que respecta a las Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción federal, las más próximas al sitio del Proyecto son: el “Área de Protección de Flora y Fauna Otoch Ma’ax Yetel Kooh” cuya distancia al punto de interés es de 11.9 km, (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2017). Por tal motivo, el Proyecto no se vincula con este mecanismo de protección federal, en virtud de que el terreno de la planta no se encuentra en ninguna de las áreas naturales protegidas decretadas.

III.6.2.- Áreas Naturales Protegidas estatales y municipales

El terreno donde se ubicará el Proyecto Central Fotovoltaica Chemax Solar no se encuentra o está vinculado a ningún tipo de área natural, especial o de protección ecológica declarada por cualquiera de los tres niveles de gobierno.

En el tenor de lo antes expuesto, el Proyecto de interés queda exento de la observancia y cumplimiento de los Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción federal, estatal y municipal más cercanas, toda vez que no incide en estas o sus zonas de influencia.

III.7.- Sitios RAMSAR

La Convención de Ramsar es un tratado intergubernamental en el que se consagran los compromisos contraídos por sus países miembros para mantener las características ecológicas de sus humedales de importancia internacional y planificar el "uso racional", o uso sostenible, de todos los humedales situados en sus territorios (Ramsar, s/f).

Es el único instrumento legal internacional enfocado a un solo tipo de ecosistema y relaciona estrechamente los humedales, uno de los entornos más productivos del mundo, con los servicios ecosistémicos que estos proveen.

La convención entró en vigor en México en el año 1986; el país cuenta con 142 sitios designados Humedales de Importancia Internacional.

El Proyecto objeto del presente estudio no incide en ningún Sitio RAMSAR, siendo el más próximo el ANP antes mencionado “Área de Protección de Flora y Fauna Otoch Ma’ax Yetel Kooh” cuya distancia al punto de interés es de 11.9 km del sitio pretendido (Servicio de Información sobre Sitios Ramsar, febrero 2008.)

III.8.- Normas Oficiales Mexicanas

En este apartado, se hace un análisis de la normatividad ambiental aplicable al Proyecto en materia de agua, aire, suelo, residuos, flora y fauna. Tabla III.23.

Tabla III.26 Vinculación del proyecto Chemax Solar con Normas Oficiales Mexicanas

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	No Aplica. La Central Fotovoltaica Chemax Solar no incluye agua dentro de su proceso.
NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	No aplica. Los procesos de La Central Fotovoltaica Chemax Solar no involucran descargas a sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
NOM-003-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.(SEMARNAT, 1998).	No Aplica. La Central Fotovoltaica Chemax Solar no reúsa el agua.
NOM-004-SEMARNAT-2002.Protección ambiental- lodos y biosólidos –especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.(SEMARNAT, 2003)	No Aplica. No hay generación de sólidos y biosólidos.
NOM-004-CONAGUA-1996. Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.	No aplica. El acuífero de la península de Yucatán abarca todo el estado pero no se destinará a la extracción de agua.
Aire	
NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. NOM-045-SEMARNAT-2017. Protección ambiental, Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de	Los vehículos automotores, propiedad o que estén en posesión, que usen gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural, u otros combustibles alternos deberán cumplir con los límites máximos de estas normas oficiales mexicanas, según corresponda, excepto motocicletas tractores agrícolas y maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera. Para la evaluación de conformidad, se deberá presentar los vehículos a evaluación de sus emisiones en los Centros de Verificación y en su caso, a las Unidad de Verificación acreditadas y aprobadas del Gobierno del Estado de Yucatán

prueba y características técnicas del equipo de medición **NOM-047-SEMARNAT-2014,** Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.(SEMARNAT, 2014) **NOM-050-SEMARNAT-2018,** Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible. (SEMARNAT, 2018).	para la Central Fotovoltaica Chemax Solar de acuerdo al calendario y con los documentos que establezca el Programa de Verificación Obligatoria correspondiente al periodo a verificar del año en curso. El Centro de Verificación o Unidad de Verificación entregará a la Central Fotovoltaica Chemax Solar el documento oficial donde se haga constar el resultado de la prueba. En caso de que los límites de emisión se incumplan, se deberá dar el mantenimiento vehicular necesario y volver a presentar su vehículo a revisión hasta obtener el documento aprobatorio. En caso de que se subcontrate servicios de construcción y mantenimiento donde se utilicen vehículos automotores, los poseedores y propietarios de los vehículos que presten servicios especializados, deberán obtener el documento probatorio al que se hace mención en estas normas de acuerdo con el Programa de Verificación Vehicular Obligatorio de las entidades de origen de sus vehículos y dentro del Estado de Yucatán deben observar las obligaciones de restricción vehicular o contingencias que el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Yucatán determine para vehículos foráneos.
NOM-043-SEMARNAT-1993, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas (SEMARNAT, 1993)	En caso de que se instale fuentes de emisiones a la atmósfera diferentes a las manifestadas que está sujetas a normas oficiales mexicanas específicas, deberá dar cumplimiento a esta norma oficial mexicana.
NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición	No Aplica. El Proyecto no genera combustión dentro de su proceso productivo.
Eficiencia energética	
NOM-006-ENER-2015, Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. Límites y método de prueba. Aplica para bombas verticales tipo turbina con motor eléctrico	No Aplica. No se utilizan pozos ni bombas por la naturaleza del proyecto

externo y a las bombas sumergibles usadas en el bombeo de agua de pozo profundo en intervalos de potencia de 5.5. a 261 kW (7.5. a 350 HP).	
NOM-001-SEDE-2012 , INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)	Esta norma oficial mexicana establece los requisitos para las instalaciones eléctricas en general, incluyendo los sistemas fotovoltaicos. Específicamente, el Artículo 690 se refiere a los "Sistemas Solares Fotovoltaicos", detallando las condiciones de instalación y seguridad que deben observarse. Además, el Artículo 705 aborda la "Interconexión de Fuentes de Generación Eléctrica", pertinente para la conexión del sistema fotovoltaico a la red eléctrica nacional
Criterios de interconexión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE)	Para sistemas fotovoltaicos con capacidad hasta 30 kW, la CFE ha establecido el criterio G0100-04 , que define los requisitos para el diseño e instalación de sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica. Este criterio busca garantizar la seguridad del personal, la calidad de la energía en la red y la integridad tanto de la red eléctrica como de los sistemas fotovoltaicos.
NOM-009-STPS-2011, Condiciones de seguridad para garantizar trabajos en altura	Dado que las instalaciones fotovoltaicas pueden implicar trabajos en alturas, es esencial cumplir con la NOM-009-STPS-2011 , que establece las condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura, incluyendo el uso de equipo de protección personal y medidas preventivas para evitar riesgos laborales.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
Residuos	
NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Durante las diferentes etapas del Proyecto se generarán residuos peligrosos. Se identifica que generará residuos peligrosos durante la operación del proyecto: Durante la etapa de construcción, reporta la generación de los siguientes residuos peligrosos:

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
Residuos	
	1. Tierra contaminada con aceite lubricante. 2. Material impregnado con grasas o aceites 3. Colillas de soldadura 4. Recipientes impregnados con pintura 5. Recipientes impregnados con aceite lubricante. 6. Baterías. 7. Aceite lubricante usando. Y durante la etapa de operación y funcionamiento: 1. Filtros de aire. 2. Trapos/estopas impregnadas con aceite y otros. 3. Aceite lubricante gastado. 4. Aceite mineral. No obstante, cualquier residuo que se genere se aplicará la NOM-052-SEMARNAT-2005 para determinar si cuenta con las características para ser considerado como residuos peligrosos y darle el debido manejo de acuerdo con lo indicado en el Reglamento en la materia.
NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	Se dará seguimiento de la presente norma en cuanto al manejo interno se refiere. Para ello, se identificarán e impedirá la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales con el fin de evitar su contaminación y reacción química. Esto reducirá el riesgo de generar efectos en la salud, el ambiente o los recursos naturales.
NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la	Una vez formulado el Plan de Manejo de Residuos, se deberá presentar para su conocimiento en el Estado de Yucatán pudiendo incorporar dos o más residuos listados en la norma de referencia: VIII.- Los productos que al transcurrir su vida útil se desechan y que se listan a continuación:

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
Residuos	
formulación de los planes de manejo.(SEMARNAT, 2013) ACUERDO POR EL QUE SE MODIFICA LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-161-SEMARNAT-2011, QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS PARA CLASIFICAR A LOS RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL Y DETERMINAR CUÁLES ESTÁN SUJETOS A PLAN DE MANEJO; EL LISTADO DE 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	1. Otros que al transcurrir su vida útil requieren de un manejo específico y que sean generados por un gran generador en una cantidad mayor a 10 toneladas por año de residuos. c).- Pilas que contienen litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc o cualquier otro elemento que permita la generación de energía en las mismas, excepto aquellos que son considerados como residuos peligrosos por la normatividad vigente, ya sea por encontrarse en los listados de residuos peligrosos o por presentar características de peligrosidad de acuerdo con la norma oficial mexicana correspondiente. VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, que se genera en una obra en una cantidad mayor a 80 m3.
Ruido	
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	Esta norma se vincula con el Proyecto particularmente en la etapa de preparación y construcción, debido a la utilización de vehículos, maquinaria y equipo. Dichos equipos se mantendrán en condiciones óptimas para su operación, dando cumplimiento a los límites de emisión de ruido establecidos en la presente norma.
NOM-081-SEMARNAT-1994. Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Durante la etapa de funcionamiento se dará cumplimiento a los Límites Máximos Permisibles de emisión de ruido.
Acuerdo por el que se modifica el numeral 5.4. de la NOM-081-SEMARNAT-1994 publicado en el DOF el 3 de diciembre del 2013.	Se deberá cumplir con los niveles máximos permisibles de ruido para zonas industriales y comerciales: Se contará con el Programa de control de ruido para monitorear: 68 dB(A) en un horario de 6 a 22 horas y de 65 dB8a) en un horario de 22 horas a 6 am.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
Residuos	
	Medidos conforme a la NOM-081-SEMARNAT-1994 por laboratorios acreditados y aprobados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
Suelo	
NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012.Límites Máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	En todas las etapas del Proyecto se aplicarán medidas para prevenir la contaminación del suelo, no obstante, en caso de ocurrir un incidente en el que se contamine el suelo con hidrocarburos, se deberá observar la presente norma así como lo establecido en la materia en la LGPGIR y en su Reglamento para llevar a cabo la caracterización y remediación correspondiente.
Flora Y Fauna	
NOM-059-SEMARNAT-2010.Protección Ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo.	El Proyecto se desarrollará dentro del Predio, estará bardeado y en actual operación; previo a las obras de construcción se realizará ahuyentamiento de especies y de llegarse a encontrar algún individuo de fauna se reubicará se establecerán medidas específicas para los individuos de vegetación.
Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes	
NOM-165-SEMARNAT-2013. Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes.	En cumplimiento a lo establecido en la norma en cita, en la operación del proyecto Central Fotovoltaica Chemax Solar, se presentarán los reportes de las emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos, a través de la Cédula de Operación Anual.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
Calidad del aire ambiente	
NOM-023-SSA1-2021. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO2). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO2) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población	La norma en comento establece que la concentración de bióxido de nitrógeno, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el límite máximo normado de 0.106 ppm o lo que es equivalente a 200 µg/m^3, en una hora una vez al año, como protección a la salud de la población susceptible. Por lo antes señalado, se concluye que la emisión de óxidos de nitrógeno producto de la operación del Proyecto será nula debido a que la naturaleza de este tipo de proyectos consiste en el aprovechamiento de la radiación solar por o cual no se emite ningún tipo de contaminante en la operación de la central fotovoltaica.
PROY-NOM-168-SEMARNAT-ASEA-2016, Niveles máximos permisibles de emisión provenientes de turbinas de gas, a ciclo abierto o ciclo combinado, aeroderivadas y su medición.	No aplica. El proceso principal de la Central Fotovoltaica Chemax Solar es transformar la energía solar a través de células fotovoltaicas en energía eléctrica.
Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-002-SECRE-2014, Instalaciones de aprovechamiento de Gas Natural.(Comisión Reguladora de Energía, 2014)	
NOM-020-STPS-2011, Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas-Funcionamiento-Condiciones de seguridad.	
NOM-028-STPS-2012, Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.	
NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de	No aplica. El proceso principal de la Central Fotovoltaica Chemax Solar es transformar la energía solar a través de células fotovoltaicas en energía eléctrica.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
Calidad del aire ambiente	
generar contaminación en el medio ambiente laboral, publicada el 13 de marzo de 2000	
NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.	Se deberá cumplir con los requisitos para la prevención y protección contra incendio en el centro de trabajo. Se podrá contratar y obtener el dictamen emitido por unidades de verificación acreditadas y aprobadas para acreditar el cumplimiento.

III.9.- Normas Técnicas Estatales

Tabla III.27 Vinculación del proyecto Central Fotovoltaica Chemax Solar con Normas Técnicas Estatales

Norma técnica estatal	Vinculación
Norma Técnica Ambiental NTA-002-SEDUMA-10	Se utilizará esta Norma Estatal para las etapas de preparación del sitio y etapa de operación según aplique.

III.10.- Otras resoluciones vinculantes

Tabla III.19 Resoluciones vinculantes

Licencia Ambiental Única	
Condicionante	Vinculación
Unidad Interna de Protección Civil	
	Se va a constituir una Unidad Interna de Protección Civil para el proyecto Chemax Solar

CAPÍTULO IV.

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

Contenido

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

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional. 3

IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR. 9

IV.3.1.1. Medio abiótico 9

IV.3.1.1.1 Clima 9

IV.3.1.1.2 Temperatura promedio mensual, anual y extrema 11

IV.3.1.1.3 Precipitación promedio mensual y anual 12

IV.3.1.1.4 Vulnerabilidad por cambio climático 13

IV.3.1.1.5 Periodo de Sequía 14

IV.3.1.1.6 Incendios forestales 15

IV.3.1.1.7 Fenómenos hidrometeorológicos 16

IV.3.1.1.8 Vientos 21

IV.3.1.2 Geología y Geomorfología 23

IV.3.1.2.1 Topografía 24

IV.3.1.2.2 Fisiografía 24

IV.3.1.2.3 Relieve 25

IV.3.1.2.4 Suelo 25

IV.3.1.2.5 Hidrología superficial y subterránea 27

IV.3.1.3. Medio biótico 27

IV.3.1.3.1 Vegetación 27

IV.3.1.3.2. Estimación de la riqueza de especies del AP 34

IV.3.1.3.3 Fauna 55

IV.3.1.4. Medio socioeconómico 75

IV.3.1.4.1. Demografía 78

IV.3.1.4.2 Paisaje 80

IV.4. Diagnóstico ambiental 82

Listado de tablas

Tabla IV.1 Estación meteorológica cercana al SAR y AIP 10
Tabla IV.2 Temperatura promedio mensual y anual de la estación analizada del SAR y AP 11
Tabla IV. 3 Temperaturas mínimas y máximas de la estación meteorológica 12
Tabla IV. 4 Precipitación promedio mensual y anual de la estación analizada 12
Tabla IV.5 Variables climatológicas, temperatura y precipitación promedio de la estación 15
Tabla IV.6 Escala de huracanes de Saffir/ Simpson [ESSSH] 17
Tabla IV.7 Uso de suelo y vegetación presentes en el SAR 29
Tabla IV.8 Uso de suelo y vegetación presentes en el AP 32
Tabla IV.9 Ubicación de los transectos realizados 35
Tabla IV.10 Listado florístico de especies registradas en el área del proyecto 37
Tabla IV.11 Especies registrada en el área de pastizal 44
Tabla IV.12 Análisis estadísticos del estrato herbáceo 47
Tabla IV.13 Resumen de parámetros e indicadores del estrato herbáceo 48
Tabla IV.14 Análisis estadístico del estrato arbustivo 48
Tabla IV.15 Resumen de parámetros e indicadores del estrato arbustivo 48
Tabla IV.16 Medidas morfométricas de los individuos arbóreos del área “forestal” (Sitio Forestal 1) 49
Tabla IV.17 Superficie por tipo de cobertura en el predio del proyecto 52
Tabla IV.18 Especies registradas en el área del proyecto con usos tradicionales mayas 54
Tabla IV.19 Fauna registrada para la Península de Yucatán 56
Tabla IV.20 Coordenadas de puntos de conteo 63
Tabla IV.21 Coordenadas de transectos de herpetofauna y mastofauna 63
Tabla IV.22 Listado de anfibios del área del proyecto 65
Tabla IV.23 listado de reptiles del área del proyecto 65
Tabla IV.24 Listado de aves del área del proyecto 66
Tabla IV.25 . Listado de mamíferos del área del proyecto 67
Tabla IV.26 Abundancia relativa de reptiles 68
Tabla IV.27 Shannon-Wienner reptiles 68
Tabla IV.28 Índice Simpson reptiles 69
Tabla IV.29 Abundancia relativa aves 69

Tabla IV.30 Shannon-Wienner Aves 71
Tabla IV.31 Índice Simpson Aves 72
Tabla IV.32 Abundancia relativa mamíferos 74
Tabla IV.33 Shannon-Wienner Mamíferos 74
Tabla IV.34 Simpson mamíferos 74
Tabla IV.35 Localidades municipio Chemax 75
Tabla IV.36 Distribución porcentual de la población por características seleccionadas, 2020 78
Tabla IV.37 Distribución porcentual de ocupantes en viviendas por características seleccionadas, 2020 80
Tabla IV.38 Marginalidad municipal 80
Tabla IV.39 Dinámica de cambio de uso y cobertura del suelo y vegetación en el SAR 83
Tabla IV.40 Dinámica de cobertura vegetal por observación satelital 84

Listado de figuras

Figura IV.1 Definición del Sistema Territorial 2
Figura IV.2 Delimitación del SAR y AIP 3
Figura IV.3 Selección e interrelación de componentes o procesos ecosistémicos 4
Figura IV.4 Subcuencas para la delimitación del SAR 5
Figura IV.5 Límites geopolíticos para la delimitación del SAR 6
Figura IV.6 Asentamientos presentes en el AIP y SAR 7
Figura IV.7 UGA 74 para la delimitación del SAR 8
Figura IV.8 Vías de comunicación para la delimitación del SAR 9
Figura IV.9 Clima en el área del SAR y AIP 10
Figura IV.10 Vulnerabilidad de los asentamientos humanos por inundaciones en Chemax 14
Figura IV.11 Nivel de amenaza de incendios 16
Figura IV.12 Trayectorias de huracanes que han atravesado el SAR en el periodo de 1851 a 2023. 18
Figura IV.13 Interpolación del nivel de frecuencia de depresión tropical periodo de 1851 a 2023 . 19
Figura IV.14 Interpolación del nivel de frecuencia de tormenta tropical periodo de 1851 a 2023 .. 19
Figura IV.15 Nivel de granizo en el área del SAR y del AIP 20
Figura IV.16 Mapa de rangos de velocidad de viento con isotacas de CFE periodo de 10 años 22
Figura IV.17 Geología para la delimitación del SAR 24

Figura IV.18 Edafología para la delimitación del SAR 27
Figura IV.19 tipo de vegetación y uso de suelo en SAR y AP 28
Figura IV.20 Vista vegetación presente en el área de proyecto 33
Figura IV.21 Transectos de muestreos de flora 35
Figura IV.22 Zona de pastizal al oriente del predio. Transecto No. 2 42
Figura IV.23 Pastizal inducido para zona ganadera 42
Figura IV.24 Zona de conservación de árboles cercanas al casco del rancho. 42
Figura IV.25 Vista de la zona arbolada del área del proyecto 42
Figura IV.26 Vegetación en el área de pastizal 43
Figura IV.27 Vegetación arbustiva en el área pastizal 43
Figura IV.28 Panorama del pastizal 43
Figura IV.29 Panorama del área pastizal 43
Figura IV.30 Determinación de la vegetación del área del proyecto 53
Figura IV.31 Transectos para herpetofauna 57
Figura IV.32 Transectos de herpetofauna 58
Figura IV.33 Puntos de conteo para aves 59
Figura IV.34 Punto de conteos de aves en el área del proyecto 60
Figura IV.35 Lámina de ejecución de transectos de mastofauna 61
Figura IV.36 Transectos de mastofauna 62
Figura IV.37 Muestreo de fauna en el área del proyecto 62
Figura IV.38 Imagen satelital 1997 84
Figura IV.39 Imagen satelital 2001 84
Figura IV.40 Imagen satelital 2007 85
Figura IV.41 Imagen satelital 2012 85

Listado de gráficas

Gráfica IV.1 Temperatura media mensual de la estación meteorológica 11
Gráfica IV.2 Precipitación normal promedio de la estación meteorológica 13
Gráfica IV.3 Climograma de la Estación Chemax, Yucatán 14
Gráfica IV.4 Riqueza por familia botánica en el predio 40
Gráfica IV.5 Riqueza según forma de vida en el predio 41

Gráfica IV.6 Riqueza según familia botánica en el área de pastizal 46
Gráfica IV.7 Riqueza según familia botánica en el área “forestal” 51
Gráfica IV.8 Abundancia de individuos arbóreos 51
Gráfica IV.9 Distribución de las especies de fauna registradas en el área del proyecto..... 65

Este apartado da una caracterización amplia de los componentes naturales y artificiales del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se encuentra inserto el Proyecto y la delimitación del área de estudio; esta delimitación consiste en definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. “Este objetivo, pudiera homologarse al intento de definir los límites del o de los ecosistemas presentes en el área donde se establece el Proyecto, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de Sistema Ambiental Regional (SAR), el cual se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas” (SEMARNAT,2019), utilizado la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental.

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

Dentro de este apartado debe entenderse como estructura ambiental a los componentes bióticos y abióticos y su correspondencia al formar un todo, es decir, es la manera en la que se conforman los componentes ambientales (J. Nebel, Wright & Dávila, 1999). Estos están dotados al mismo tiempo de servicios y funciones ambientales para su desarrollo. También puede considerarse como un modelo de ocupación del territorio, que fija de manera general la estrategia de localización y distribución de las actividades (Fraume, 2007).

Para describir la estructura del SAR, se considera que el territorio es un sistema que manifiesta un estilo de desarrollo particular y que puede asumirse integrado por cuatro elementos medio físico, La población y sus actividades de producción, consumo y relación social, el poblamiento y el marco legal e institucional (Gómez, 2003):

Para la delimitación se tuvo en consideración la naturaleza del proyecto fotovoltaico y se delimitó con base en el i) medio físico, ii) la población y sus actividades, iii) el poblamiento y iv) marco legal e institucional; tal como se resume en la siguiente figura.

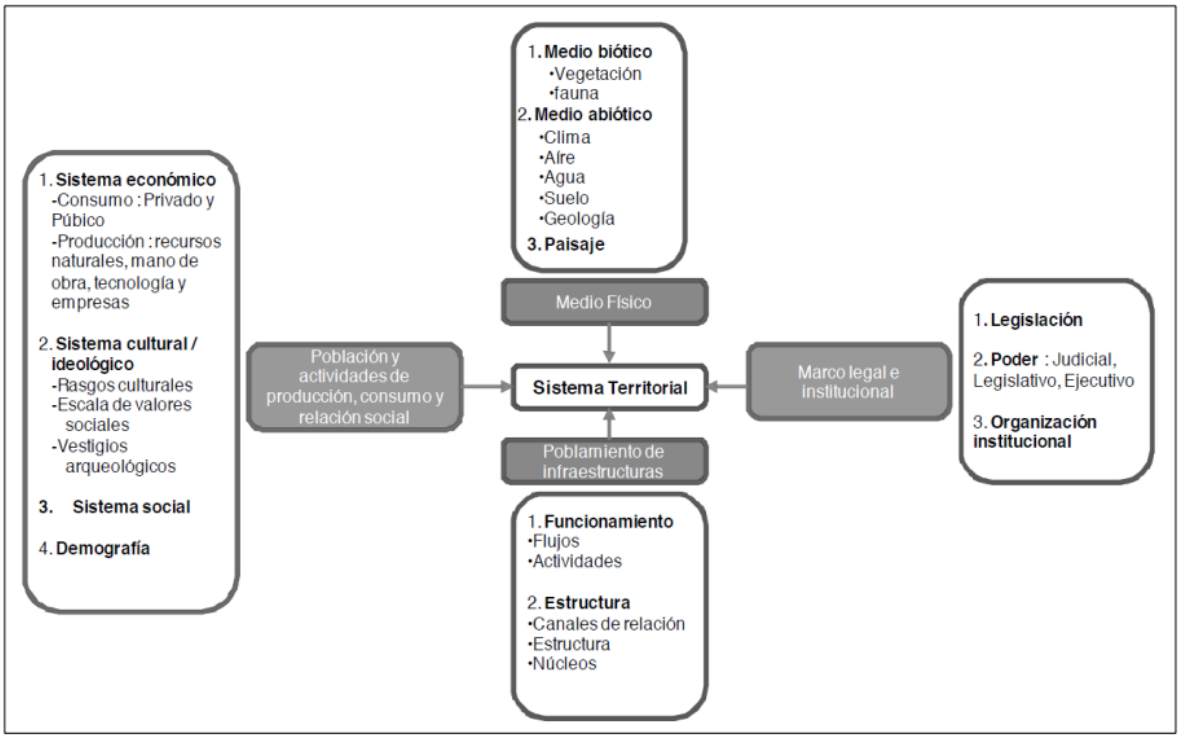


Figura IV.1 Definición del Sistema Territorial

Expuesto lo anterior, la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) se realizó en función de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) en la que está inserta el proyecto por el norte, este y oeste, incluyendo el poblado más cercano y las vías de comunicación más cercana al proyecto delimitando el SAR por el costado sur.

Por otro lado, la Área de Influencia del Proyecto (AIP) se definió a los alrededores en función de las fases relevantes del proyecto, la cual pudiera verse afectada por impactos directos negativos o positivos moderados a no significativos. Se consideró un buffer de 500 metros alrededor del proyecto, lo cual abarca en su totalidad el poblado de Santa Cruz y sobrepasa la carretera 180D Kantunil-Cancún, que es la vía de principal acceso al área del proyecto.

La superficie del AIP es de 14.76 km^2 de color naranja, y queda circunscrita dentro del SAR con un área total de 36.57km2 en color amarillo. Asimismo, el margen que comprende el Área de Influencia del proyecto es suficiente para analizar las interacciones más importantes, permitiendo realizar una evaluación más completa de los posibles impactos que se presentarán en el Sistema Ambiental Regional (SAR) derivado de las actividades del proyecto.

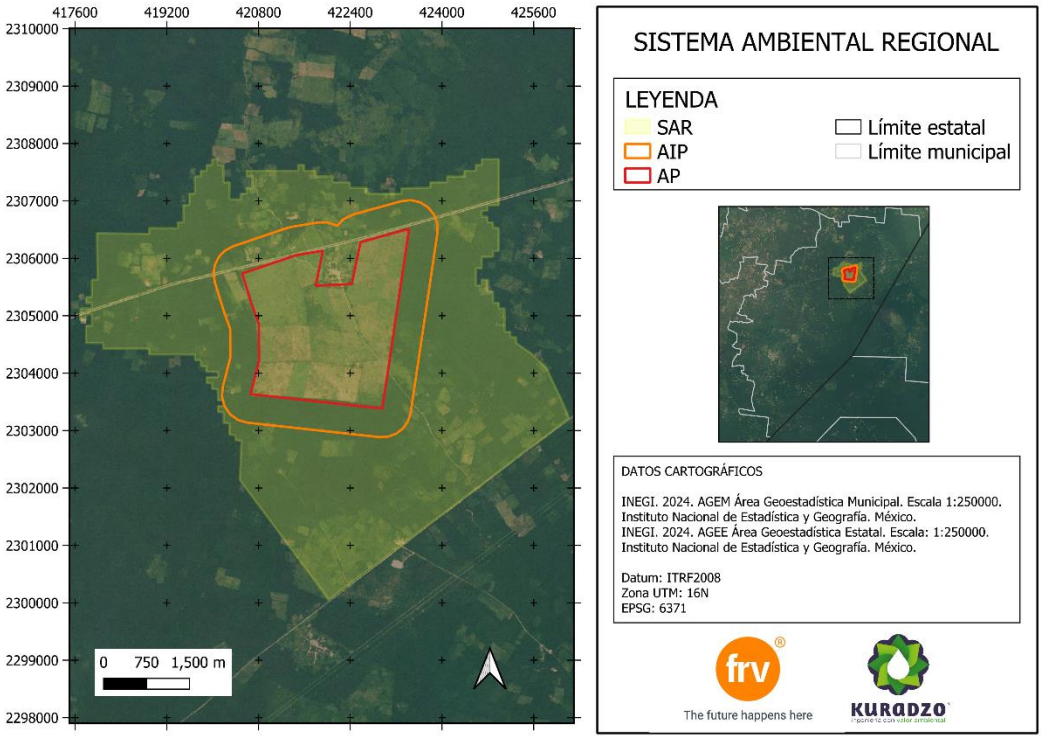


Figura IV.2 Delimitación del SAR y AIP

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

La delimitación del SAR equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de sistema ambiental regional, el cual se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas naturales y artificiales donde se inserta el proyecto derivado de la selección e interrelación de componentes o procesos ecosistémicos, por lo que, bajo esa consideración deben ser presentadas en la manifestación de impacto ambiental (SEMARNAT, 2019).

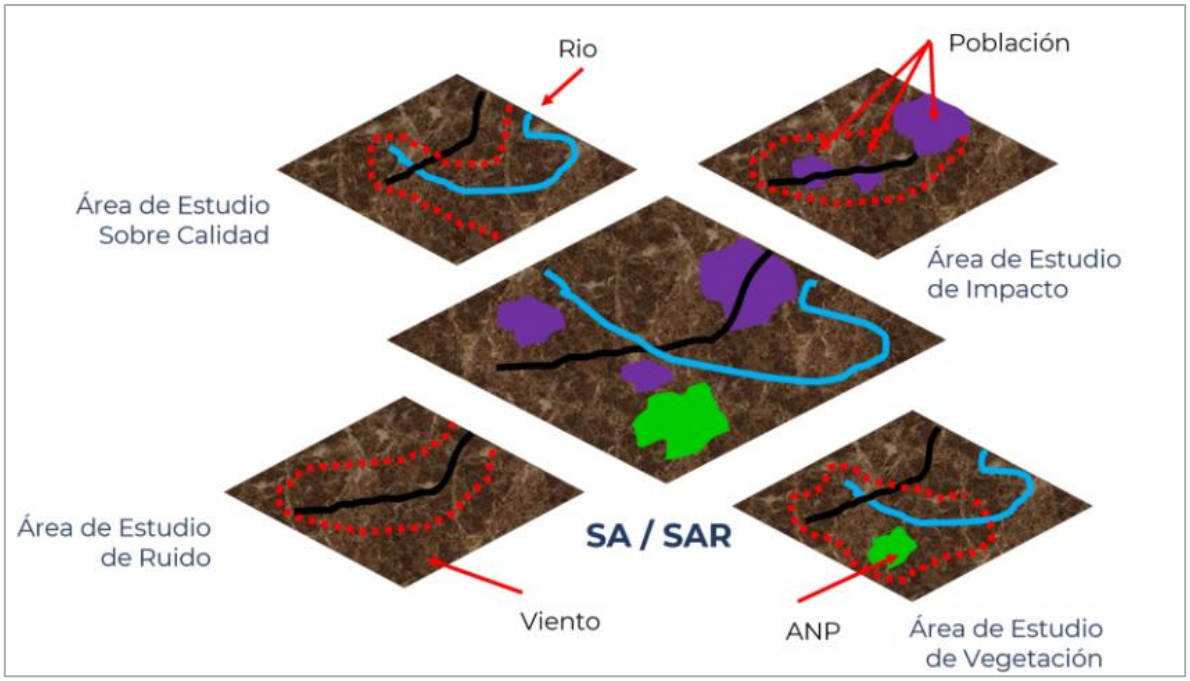


Figura IV.3 Selección e interrelación de componentes o procesos ecosistémicos

Para el presente Proyecto, los componentes para delimitar el SAR fueron los siguientes:

• **Cuencas hidrográficas:** Las cuencas hidrográficas son espacios territoriales delimitados por un parteaguas (partes más altas de montañas) donde se concentran todos los escurrimientos (arroyos y/o ríos) que confluyen y desembocan en un punto común (SEMARNAT, 2013).

La cuenca hidrográfica es considerada la unidad de planeación. Sin embargo, la unidad básica de ordenación e intervención es la subcuenca, donde puede manejarse y visualizarse la producción en relación con la corriente de agua. Para describir los diferentes usos de la tierra se requiere trabajar con escalas grandes con el fin de representar la parcela o unidad de producción sin importar su dimensión (SEMARNAT, 2003).

La siguiente figura, muestra cómo está inserto en la región hidrológico-administrativa XII Península de Yucatán y la Unidad de Planeación Oriente Yucatán que abarca 16,783.68km2 que integra 27 municipios.

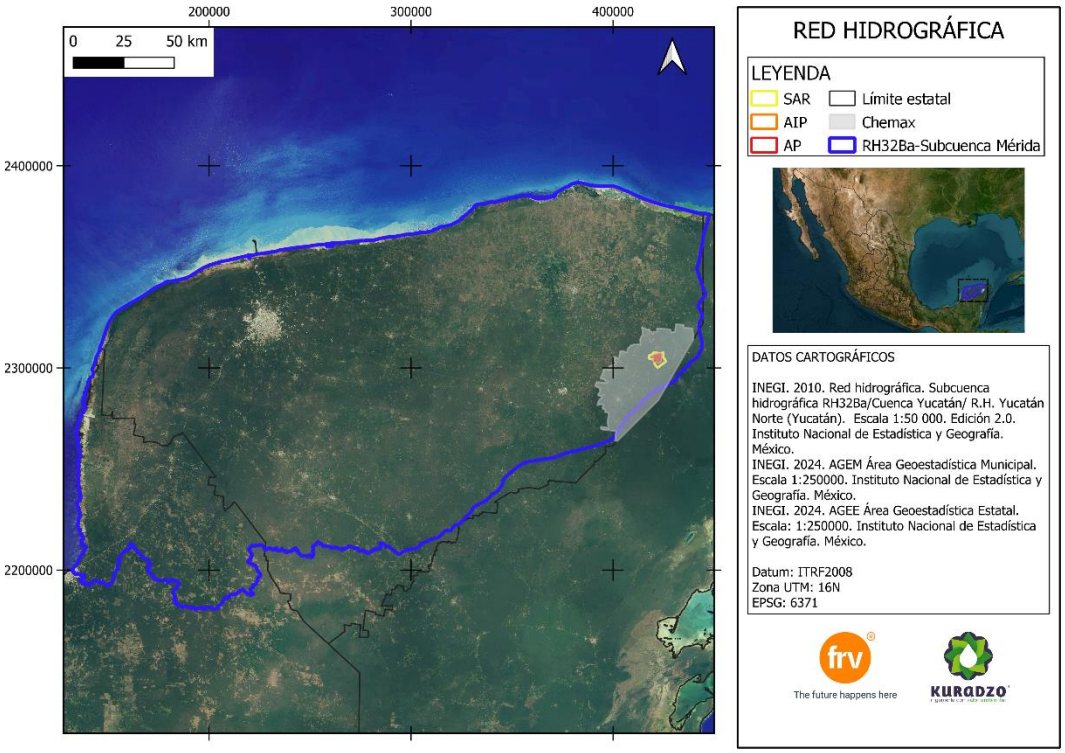


Figura IV.4 Subcuencas para la delimitación del SAR

- **Límites geopolíticos:** según el Glosario de Administración Municipal (1998), "El Municipio es la entidad política organizada comunalmente como base de la división territorial y la organización política de los estados de la federación en su régimen interior, por tanto, el Municipio es la agrupación social fundamental en que el país se estructura territorialmente para su división política, según lo establecido en el artículo 115 constitucional. Es aquella comunidad territorial de carácter público con personalidad jurídica propia y, por ende, con capacidad política y administrativa; como realidad múltiple, jurídica, social, territorial y económica, es también una institución básica en la vida nacional, es el primer nivel de gobierno y el más cercano a la población."

Considerando los municipios sobre los cuales se tiene una influencia directa la ubicación geográfica del proyecto, se consideró el municipio de Chemax. Ya que como bien se menciona, un municipio es una entidad sobre la cual se tiene una administración jurídica, social, territorial y económica, que sirve como base para la toma de decisiones y la planeación de los recursos.

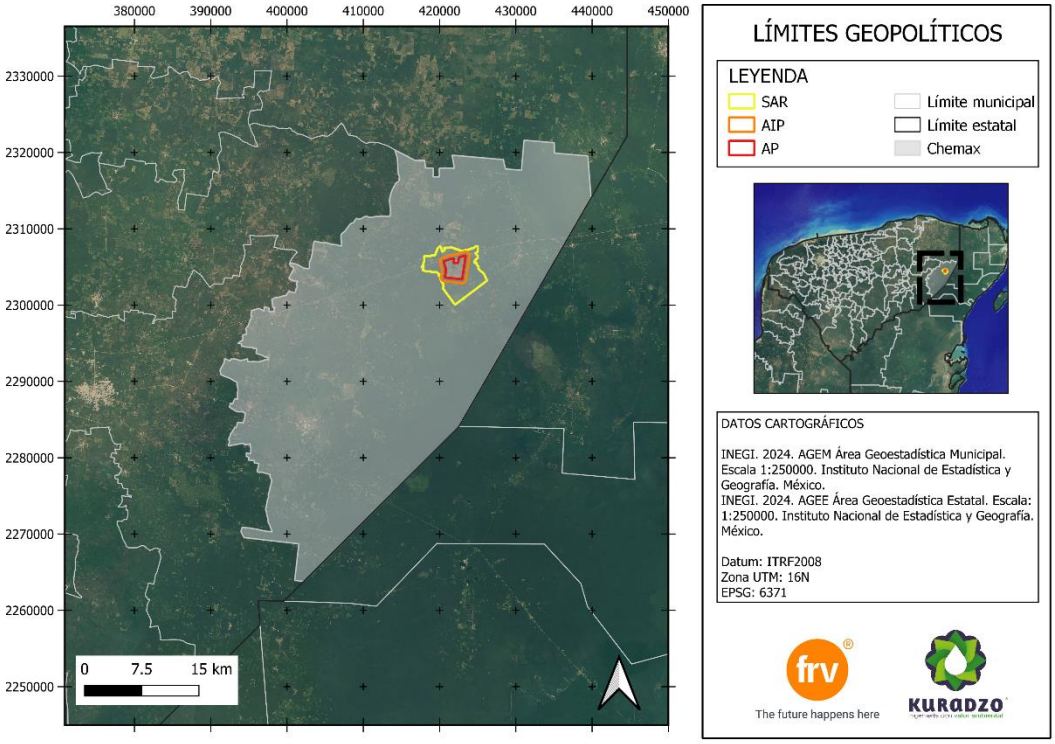


Figura IV.5 Límites geopolíticos para la delimitación del SAR

- **Asentamientos:** el establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran. En la siguiente imagen se identifica dentro de la delimitación del AIP y del SAR el pueblo de Santa Cruz, delimitado de color gris.

Además, se identifica una posible ranchería en el marcaje naranja y un asentamiento pequeño al pie de la carretera 180, identificado como la Estrella.

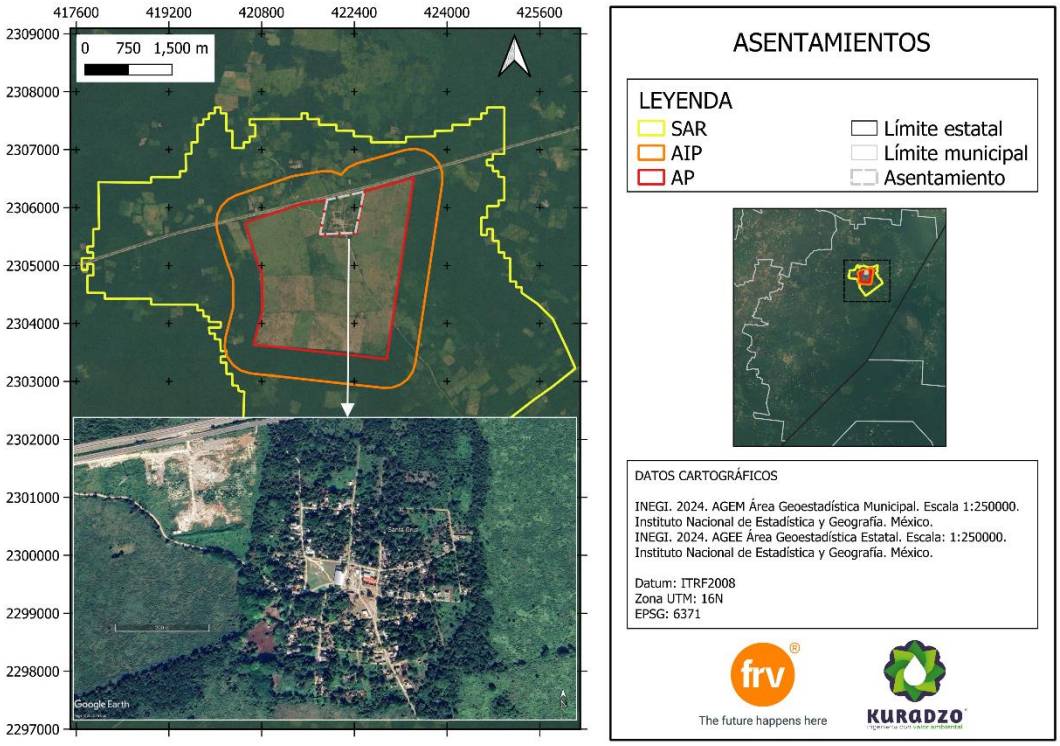


Figura IV.6 Asentamientos presentes en el AIP y SAR

- **Unidad de Gestión Ambiental:** Una UGA es la unidad mínima territorial donde se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales, de política territorial, aunado con esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos finos del manejo de estos recursos, orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad.

Este concepto tiene sus orígenes en la identificación de unidades homogéneas que comparten características naturales, sociales y productivas, así como una problemática ambiental actual. Esto con la finalidad de orientarlas hacia una aplicación de la política territorial. También estamos hablando de una cuestión administrativa. La identificación de unidades territoriales homogéneas enfocadas hacia la planeación territorial y el manejo de recursos naturales tiene su antecedente más directo en el proceso de regionalización (ambiental o ecológica) y en la ecología del paisaje.

La siguiente figura, muestra cómo el proyecto se encuentra inserto en la UGA074-REST-CHA con una política de Restauración y que abarca una extensión de 3917.02km2, pero que tiene compatibilidad para proyectos de energía fotovoltaica.

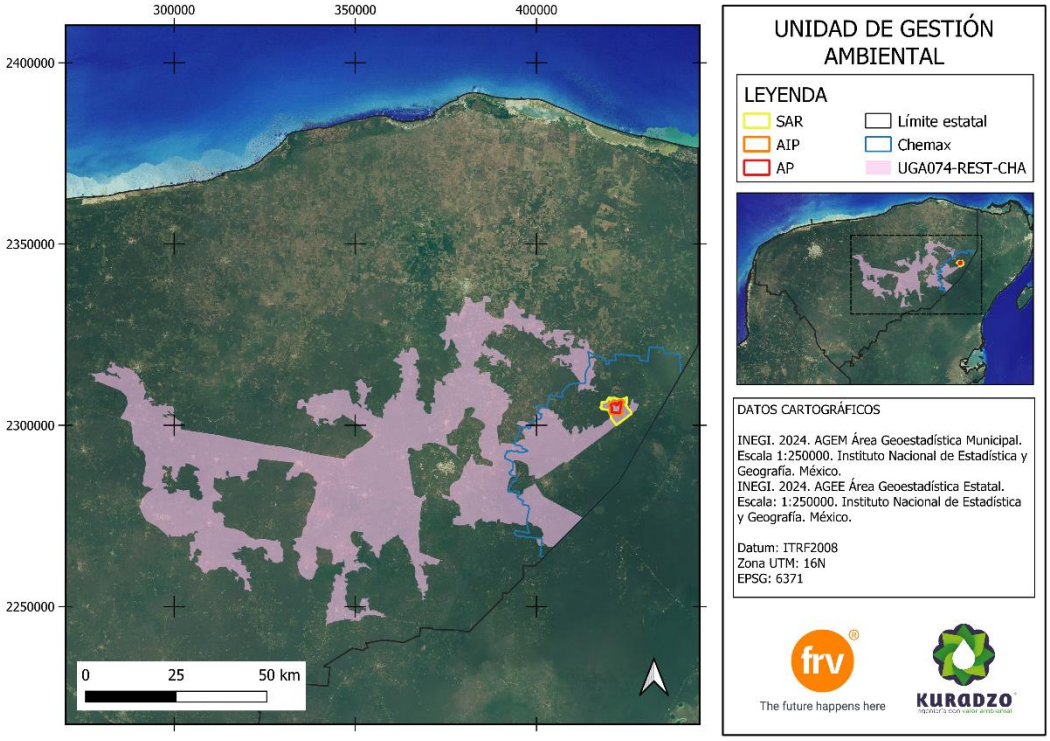


Figura IV.7 UGA 74 para la delimitación del SAR

- **Vías de comunicación:** son medios que se emplean para vencer el obstáculo que opone la distancia a las relaciones entre las personas, para el caso del proyecto se identifican las carreteras 180 y 180D

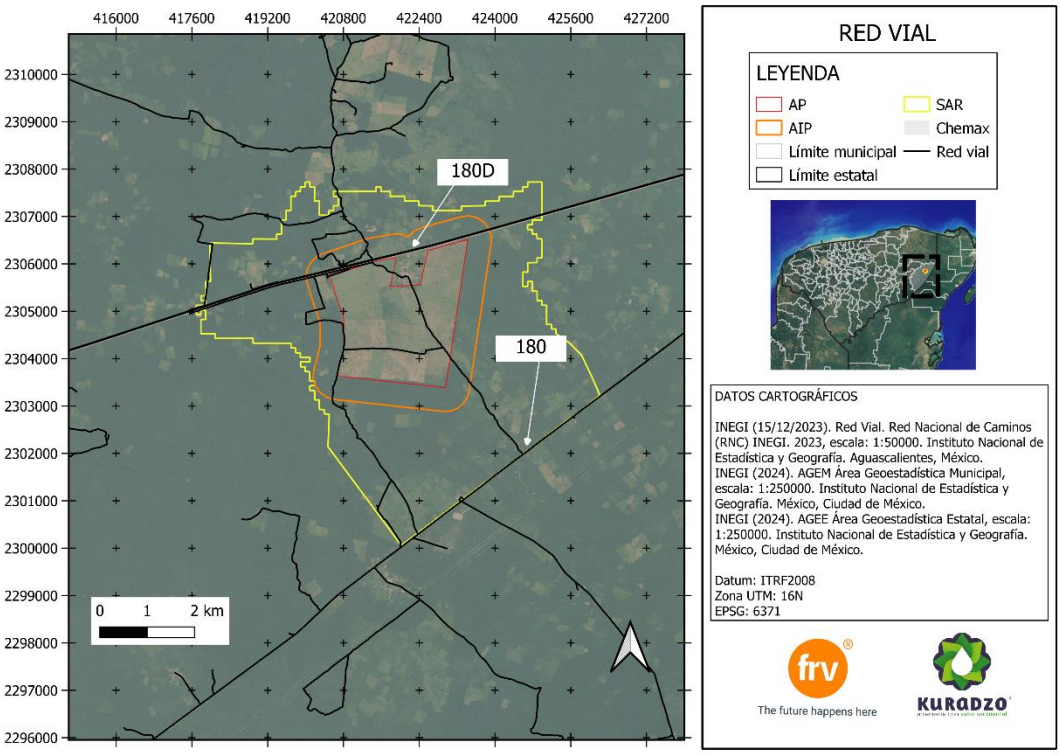


Figura IV.8 Vías de comunicación para la delimitación del SAR

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

Este segmento describe retrospectivamente la calidad ambiental del SAR, siguiendo los términos mencionados en los párrafos anteriores. De esta manera, se detalla su estructura y funcionamiento mediante el análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos que tienen una relevancia significativa.

IV.3.1.1. Medio abiótico

IV.3.1.1.1 Clima

De acuerdo con la clasificación hecha por Köppen, y adaptada por Enriqueta García (1998) para las condiciones de la República Mexicana. En Yucatán el 85.5% de la superficie presenta climas cálidos subhúmedos y el restante 14.5% presenta clima seco y semiseco, que se localiza en la parte norte del estado.

Por otra parte, con la finalidad de analizar de manera más puntual la condición meteorológica del SAR y AIP, se revisó la información recabada por la estación meteorológica 31069 *Chemax,* correspondiente a un periodo de 29 años (1981-2010).

Tabla IV.1 Estación meteorológica cercana al SAR y AIP

ESTACIÓN	NO.	MUNICIPIO Y ESTADO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA (m.s.n.m.)
Chemax	31069	Chemax, Yucatán	20°64’86” N	87°93’5” W	26

Específicamente en el municipio de Chemax, se tiene el registro del clima **Aw1(x´)** Cálido subhúmedo, con una temperatura media anual mayor a 22°C y un registro de temperatura del mes más frío mayor a 18°C, mientras que la precipitación tiene una media anual que va de los 500 a los 2,500 mm, con una precipitación en el mes más seco de entre los 0 y 60 mm; presenta lluvias en verano mayores al 10.2% anual. Por lo tanto, en el área del SAR y en el AIP se tiene la influencia del clima: Aw1(x´) Cálido subhúmedo.

En la siguiente figura se puede observar el clima presente tanto en el SAR como en el AIP.

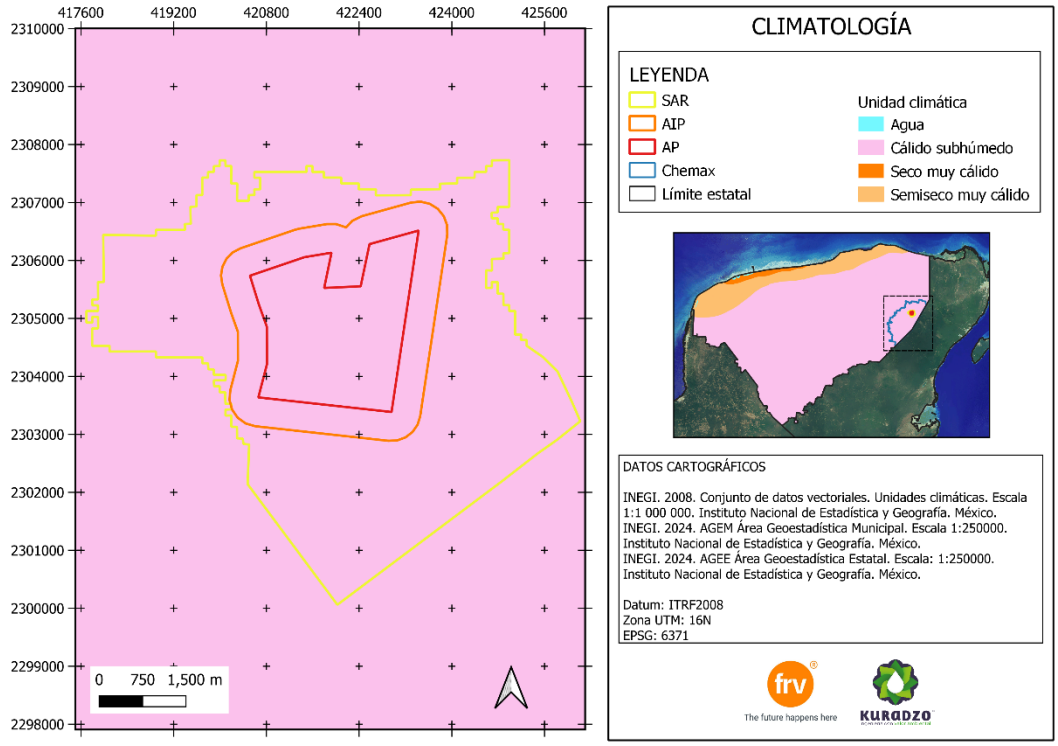


Figura IV.9 Clima en el área del SAR y AIP

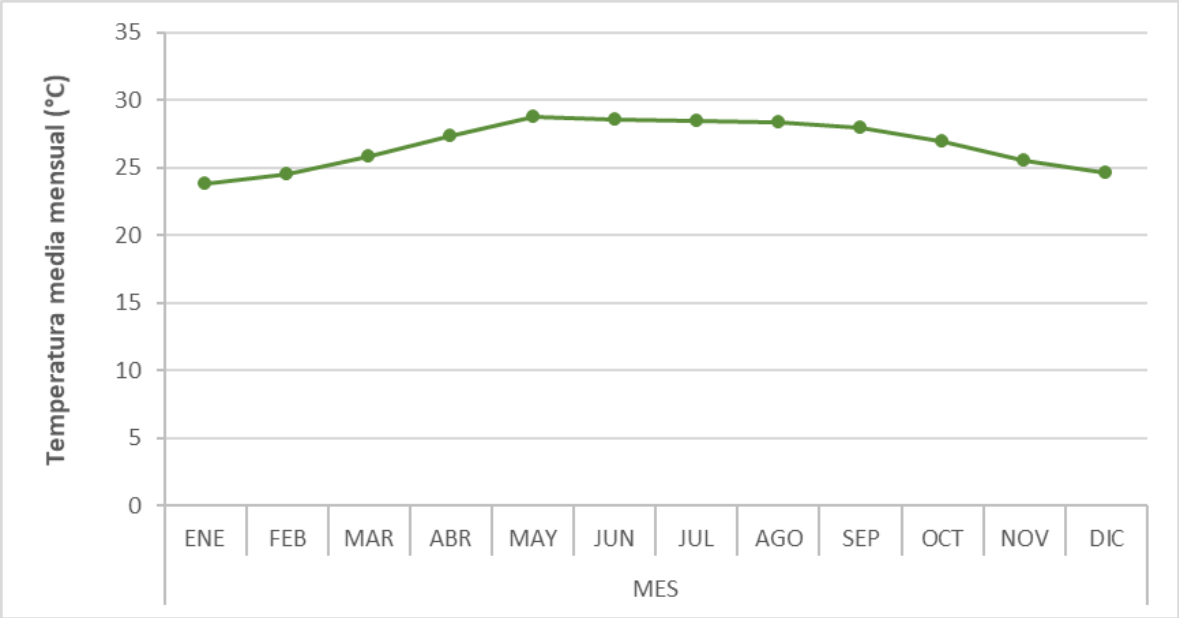
IV.3.1.1.2 Temperatura promedio mensual, anual y extrema

La temperatura media anual para la estación meteorológica Chemax es de **26.8 °C.**

Tabla IV.2 Temperatura promedio mensual y anual de la estación analizada del SAR y AP

ESTACIÓN	MES												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Chemax	23.8	24.5	25.8	27.4	28.8	28.6	28.5	28.4	28	27	25.5	24.6	26.8

En la siguiente gráfica se puede observar que las temperaturas más bajas se presentan en los meses invernales (**diciembre, enero y febrero**), mientras que los meses más cálidos corresponden a **mayo, junio y julio**.



Gráfica IV.1 Temperatura media mensual de la estación meteorológica

La temperatura máxima extrema se registró en el mes de **mayo (36 °C);** en cuanto a la temperatura mínima, esta se registró en el mes de **enero (16 °C).** En la siguiente tabla podemos analizar esta información.

Tabla IV. 3 Temperaturas mínimas y máximas de la estación meteorológica

ESTACIÓN	VARIABLE	MES												ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Chemax	Temperatura máxima normal (°C)	30.9	31.8	33.5	35.1	**36**	34.7	34.8	34.6	33.9	33.1	32	31.3	33.5
	Temperatura mínima normal (°C)	**16.7**	17.2	18.2	19.7	21.6	22.4	22.2	22.1	22	21	18.9	18	20.1

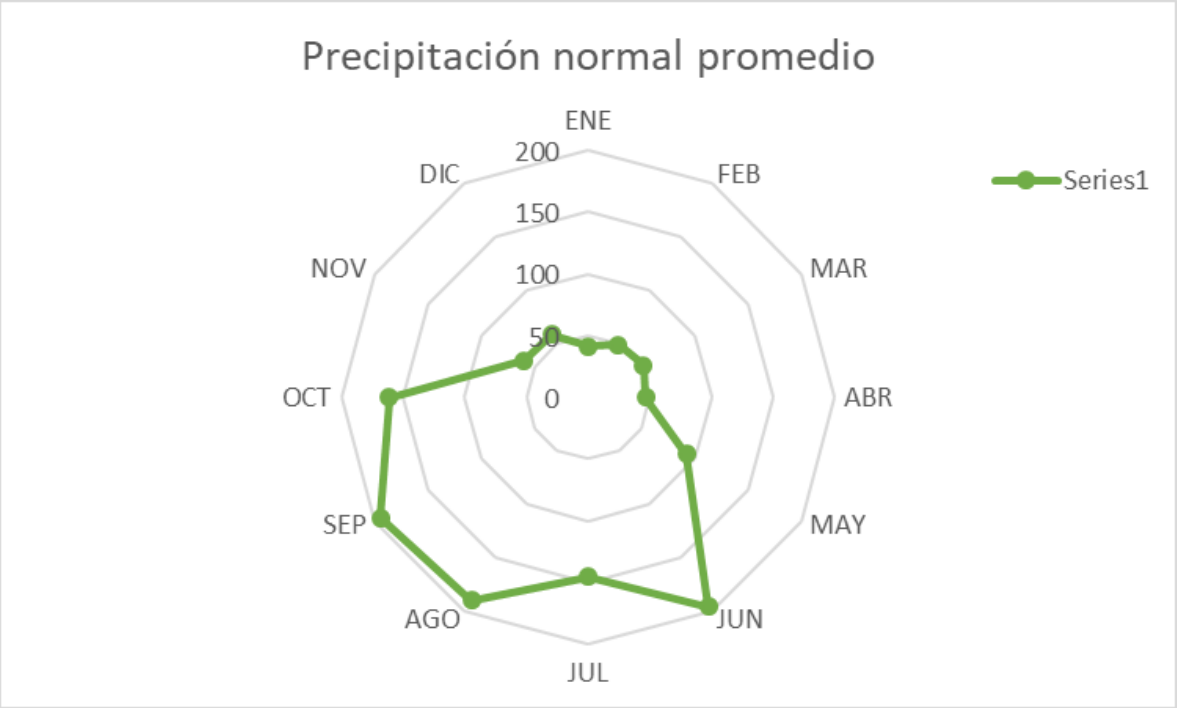
IV.3.1.1.3 Precipitación promedio mensual y anual

La precipitación promedio anual registrada por la estación (Chemax) analizada es de 90.9 mm/m^2. El régimen de lluvias es en verano, principalmente entre los meses de **junio a septiembre**, mientras que los meses de menor precipitación corresponden a **abril y enero**.

Tabla IV. 4 Precipitación promedio mensual y anual de la estación analizada

ESTACIÓN	VARIABLE	MES												ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Chemax	Precipitación normal (mm/m^2)	41.5	45.8	45.6	40.6	81.1	**172.9**	**130.3**	**161**	**163.5**	**141.3**	57.4	51.2	90.9

El régimen pluvial promedio de la estación analizada se da en los meses de **junio a septiembre**, que representan el 56.35 % de la precipitación total anual (gráfica IV.2).



Gráfica IV.2 Precipitación normal promedio de la estación meteorológica

IV.3.1.1.4 Vulnerabilidad por cambio climático

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) a través de su atlas nacional de vulnerabilidad al cambio climático emplea proyecciones de cuatro modelos de circulación general para un horizonte de 2015-2039 que muestra la vulnerabilidad diferencial a nivel de municipios, a los efectos del cambio climático. El atlas permite identificar las siguientes vulnerabilidades:

- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones.
- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves.
- Vulnerabilidad de la población al incremento potencial del dengue.
- Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones.
- Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a estrés hídrico.
- Vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico.

Para efecto del presente proyecto, resulta relevante la vulnerabilidad relacionada con inundaciones, que tal como se puede observar en la siguiente figura, para el municipio de Chemax tiene un nivel de vulnerabilidad baja.

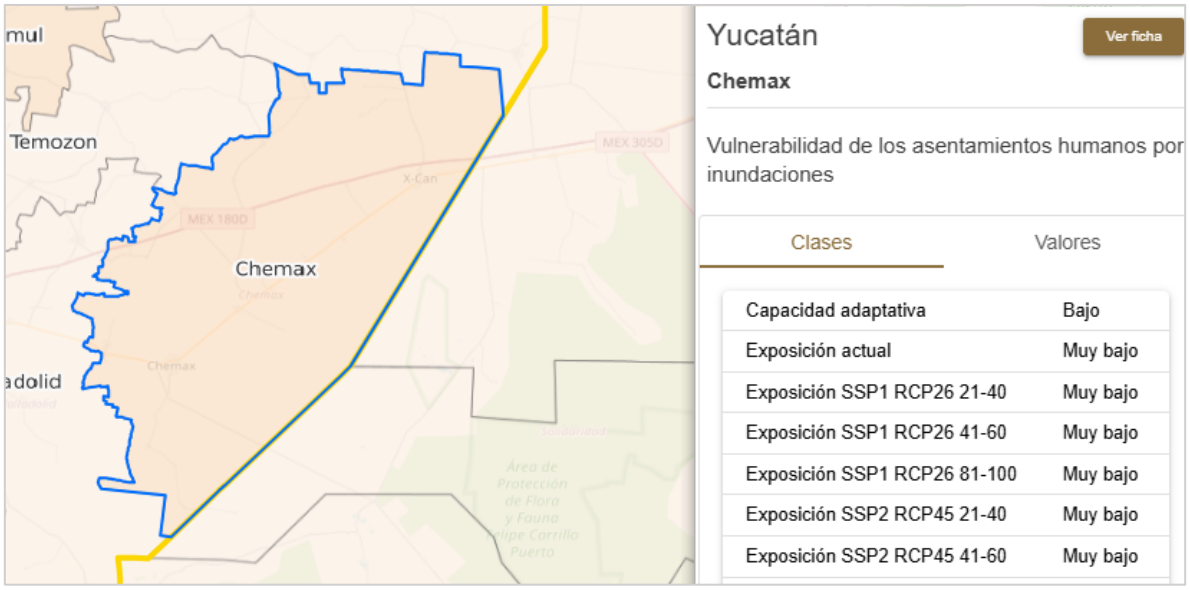
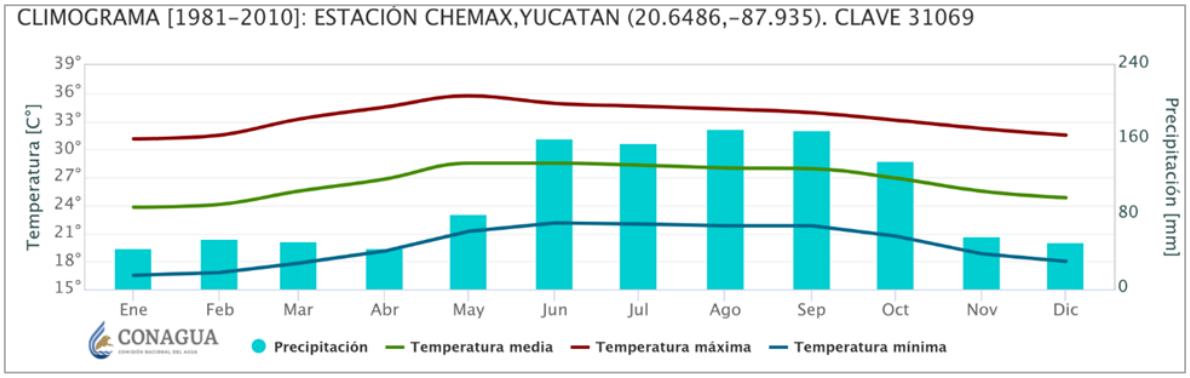


Figura IV.10 Vulnerabilidad de los asentamientos humanos por inundaciones en Chemax

IV.3.1.1.5 Periodo de Sequía

Para conocer con mayor precisión el periodo de sequía, se consultó en la plataforma de CONAGUA un diagrama ombrotérmico o climograma; los diagramas climáticos se construyen sobre la base de los promedios de temperatura y precipitación, este se compone por un campo de coordenadas rectangulares con una abscisa basal de 12 unidades, que hacen referencia a los meses del año, y dos coordenadas que se levantan en los dos extremos, una haciendo referencia a la temperatura (°C) y del otro lado a la precipitación.

Los datos con los que se realizó el climograma corresponden al periodo del año 1981-2010 de la estación número 31069 Chemax, ubicada en el municipio con el mismo nombre.



Gráfica IV.3 Climograma de la Estación Chemax, Yucatán

Tabla IV.5 Variables climatológicas, temperatura y precipitación promedio de la estación

Variable promedio	MESES												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Temperatura (°C)	23.8	24.5	25.8	27.4	28.8	28.6	28.5	28.4	28.	27.	25.5	24.6	**26.8**
Precipitación (mm/m²)	41.5	45.8	45.6	40.6	81.1	172.9	130.3	161	163.5	141.3	57.4	51.2	**90.9**

El período de sequía observado en el climograma corresponde a los meses de **marzo y abril** debido a que en estos meses la temperatura excede por mucho a la precipitación, mientras que los meses más húmedos son **agosto y septiembre**; mientras que, en los datos de la tabla IV.5 correspondiente a datos del periodo de 1978-2022, los meses con mayor sequía corresponden a **enero**, **marzo y abril** y los meses con mayor precipitación son **junio, agosto y septiembre.**

IV.3.1.1.6 Incendios forestales

Se calcula que las actividades humanas ocasionan el 99% de incendios forestales y sólo el 1% tiene como causas fenómenos naturales como descargas eléctricas y erupción de volcanes (Salud, 2020) y dentro de las principales causas, es posible clasificarlas en las siguientes categorías (CONAFOR, 2009):

- **Accidentales:** Rupturas de líneas eléctricas, accidentes automovilísticos, ferroviarios y aéreos
- **Negligencias:** Quemas agropecuarias no controladas, fogatas, fumadores, quema de basura, limpieza en vías en carreteras y uso de fuego en otras actividades productivas
- **Intencionales:** Quemas por conflictos entre personas o comunidades, tala ilegal o litigios
- **Naturales:** caída de rayos o erupciones volcánicas

El atlas municipal de riesgos, específica un nivel de amenaza medio para incendios, como se puede observar en la figura 11. Adicionalmente, los meses durante los cuales ocurre la mayor cantidad de incendios son de enero a mayo, que coincide con la temporada de heladas y sequías, debido al incremento de calor y zonas con mucho material combustible.



Figura IV.11 Nivel de amenaza de incendios

Dentro del programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento, descrito en el capítulo VI, está relacionada la actividad de definir medidas preventivas contra incendios y la elaboración de un plan contraincendios y/o de control de fuego.

IV.3.1.1.7 Fenómenos hidrometeorológicos

- **Ciclones tropicales**

Un ciclón tropical consiste en una gran masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión. Los ciclones tropicales generan lluvias intensas, vientos fuertes, oleaje grande y mareas de tormenta. (CENAPRED et al.2002).

El estado de Yucatán es propenso a sufrir embates constantes de ciclones tropicales, debido a la ubicación geográfica en la que se encuentra y por contar con ciertas condiciones de formación en el Océano Atlántico, mismas que dependen de al menos tres características: Un disturbio atmosférico preexistente (Onda Tropical) con tormentas embebidas en el mismo; temperaturas oceánicas cálidas de al menos 26 °C, desde la superficie del mar hasta 15 metros por debajo de ésta; y vientos débiles en los niveles altos de la atmósfera que no cambian mucho en dirección y velocidad.

Estos sistemas de tormenta exigen, al menos, dos requisitos básicos para su formación e intensificación: calor y humedad; como consecuencia, sólo se desarrollan en los trópicos, entre las latitudes 5° y 30° norte y sur, en las regiones y temporadas en que la temperatura del mar es superior a los 26° C. (CENAPRED, 2007).

Considerando la velocidad de viento que registren en su evolución, los ciclones tropicales se clasifican en:

- Depresión Tropical
- Tormenta Tropical y
- Huracán.

Se les denomina depresión tropical (presión de 1008 a 1005 milibar (mb) o velocidad de los vientos menor que 63 km/h), tormenta tropical (presión de 1004 a 985 mb o velocidad del viento entre 63 y 118 km/h) y huracán (presión menor que 984 mb o velocidad del viento mayor que 119 km/h). En la siguiente tabla se presenta la clasificación de huracanes, según Saffir-Simpson.

Tabla IV.6 Escala de huracanes de Saffir/ Simpson [ESSSH]

Categoría	Vientos km/h	Estimación de los Posibles Daños Materiales e Inundaciones
1	119-153	Daños a casas, árboles y arbustos. Algunos daños a señalizaciones; daños menores por inundaciones en carreteras costeras; daños leves en muelles e insignificantes en edificios
2	154-177	Daños a puertas, ventanas y algunos techos de construcciones; daño considerable a arbustos y árboles; daño considerable a casas, a señalizaciones y a muelles. Las zonas costeras se pueden inundar de 2 a 4 horas antes de la llegada del centro del ciclón; las embarcaciones menores pueden romper sus amarras
3	178-208	Se puede presentar daño estructural a construcciones; daño a árboles y arbustos con árboles grandes caídos; señalizaciones destruidas. Las zonas costeras se pueden inundar de 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del fenómeno; las inundaciones costeras destruyen estructuras pequeñas y las estructuras grandes son dañadas por el oleaje; zonas costeras que están hasta 1.5 m sobre el nivel del mar pueden ser inundadas hasta 13 kilómetros o más tierra adentro.
4	209-251	Daño estructural más extenso a construcciones, con techos completamente dañados; arbustos, árboles y señalizaciones totalmente arrancados. Daño extenso en puertas y ventanas; zonas costeras inundadas de 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del ciclón. Daño mayor a los pisos bajos de construcciones cercanas a la costa; zonas costeras que están hasta 3.0 m sobre el nivel medio del mar inundadas, por lo que se requiere una evacuación mayor de áreas residenciales hasta 10 km tierra adentro.
5	Superiores a 252	Daño total a techos de construcciones; fallas totales en los suministros de energía; todos los árboles, arbustos y señalizaciones arrancadas; daño severo a puertas y ventanas. Zonas costeras pueden ser inundadas de 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del ciclón; daños mayores a los pisos de construcciones que estén hasta 500 metros de la costa, por lo que se requiere una evacuación mayor de áreas residenciales hasta 16 km tierra adentro

De acuerdo con información de la Administración Nacional Atmosférica (NOAA) en el estado de Yucatán, se han registrado 128 ciclones tropicales durante un periodo de 172 años (1851-2023), de estos, las trayectorias de 66 han impactado de manera directa en el Estado y 62 de forma indirecta, es decir los trayectos localizados entre el límite estatal y 100 Km a la redonda del contorno del estado gubernativo. Del total, 28 trayectorias alcanzaron la Categoría Depresión Tropical, 55 la de Tormenta Tropical, y de Huracanes, Categoría 1 con 14 eventos, Categoría 2 con 15, Categoría 3 con 8, Categoría 4 con 4 y finalmente con una Categoría 5, sólo 4. (Atlas de Peligro por fenómenos naturales del estado de Yucatán, 2018)

De acuerdo con el portal de Atlas de Riesgo de la PROCIVY durante el periodo de 1851 a 2023 las trayectorias de dos ciclones tropicales han atravesado el SAR y el AIP, de los cuales uno corresponde a una depresión tropical y el otro a una tormenta tropical (figura 12). Por lo que, la interpolación del nivel de frecuencia de depresión tropical de 1851 a 2023 es alta, mientras que, el nivel de frecuencia de tormenta tropical una fracción es media y otra alta tal y como se aprecia en las figuras 13 y 14.

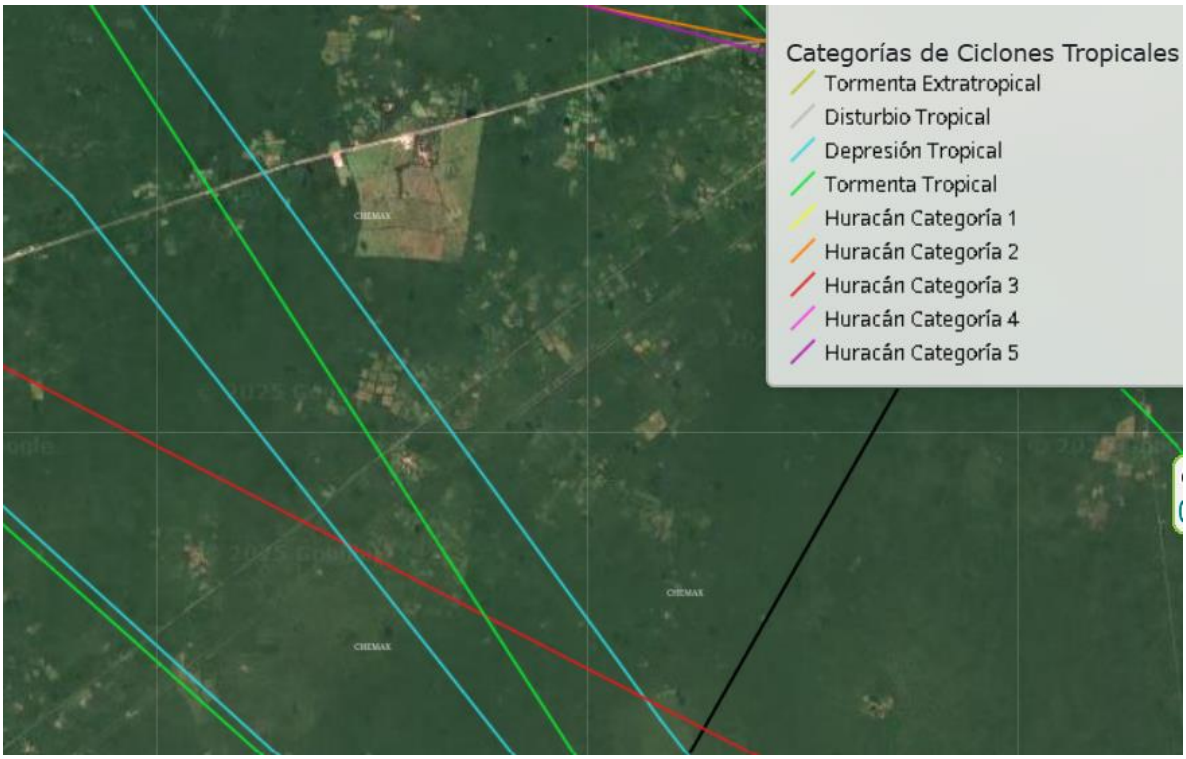


Figura IV.12 Trayectorias de huracanes que han atravesado el SAR en el periodo de 1851 a 2023.

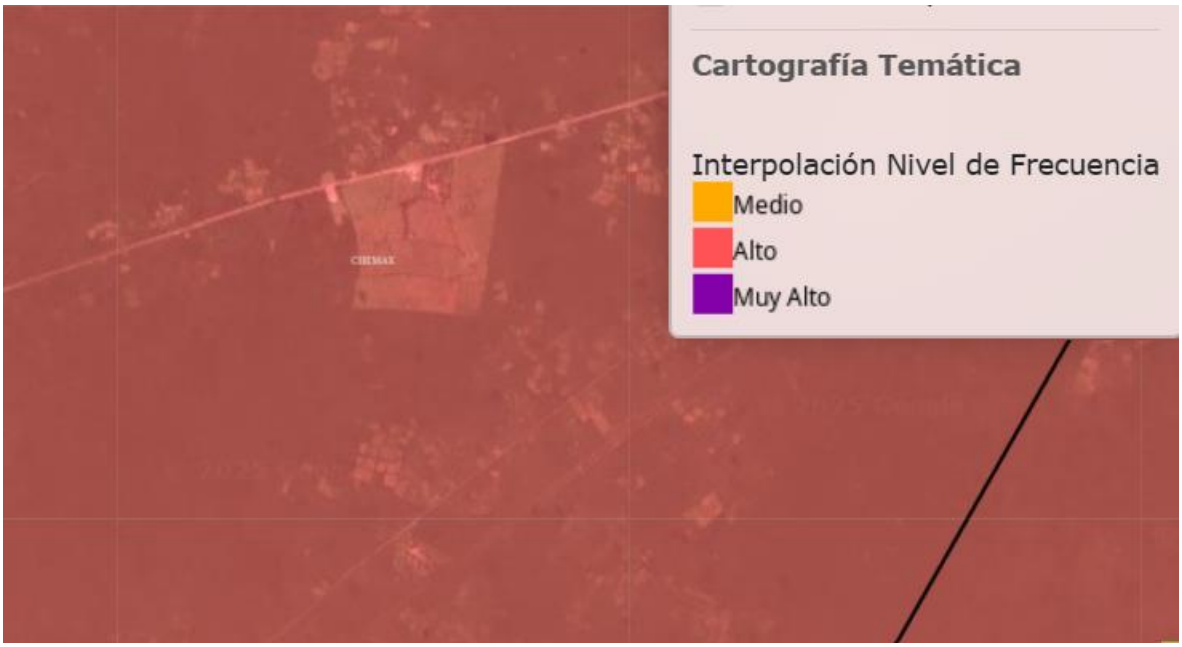


Figura IV.13 Interpolación del nivel de frecuencia de depresión tropical periodo de 1851 a 2023

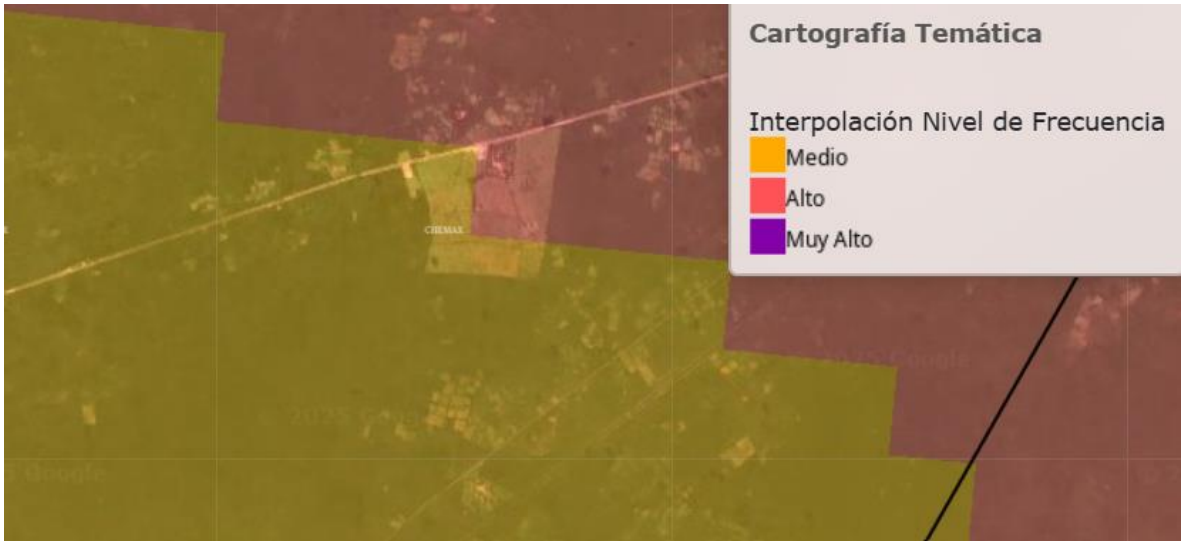


Figura IV.14 Interpolación del nivel de frecuencia de tormenta tropical periodo de 1851 a 2023

- **Granizadas**

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo. Estas se forman dentro de una nube cumulonimbos, en las alturas superiores a nivel de congelación, y crecen por las colisiones sucesivas de las partículas de hielo contra gotas de agua sobre enfriada, esto es, el agua que está a una temperatura menos que la de su punto de solidificación y que permanece en estado líquido y 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, lo cual puede ser un peligro ya que pueden ser destructivas. El mayor daño se produce en cultivos. (CENAPRED, 2010)

En el caso del área del SAR y el AIP se encuentran dentro de un nivel 0 en cuestión de granizadas, tal y como se aprecia en la siguiente figura.



Figura IV.15 Nivel de granizo en el área del SAR y del AIP

Medidas de prevención para los peligros por fenómenos hidrometeorológicos

Diferentes fenómenos meteorológicos, como lluvia, viento y tormentas, afectan de diversas maneras a las instalaciones de paneles solares. En el caso específico de tormentas, se puede abordar de la siguiente manera:

- Rayos y truenos: Aunque es poco probable que un rayo cause daños directos a un sistema de placas solares, se destaca que las instalaciones fotovoltaicas se conectan a tierra para desviar cualquier actividad eléctrica potencial hacia el suelo, evitando así sobrevoltajes.
- Lluvia: Los módulos fotovoltaicos están diseñados para resistir el contacto con el agua, y la lluvia, de hecho, puede tener beneficios al ayudar a limpiar los paneles de suciedad.
- Granizo: La capacidad de resistir el granizo es otra fortaleza de los paneles solares, ya que pueden soportar impactos a velocidades de hasta 80 km/h.

- Viento: Los paneles solares están construidos para resistir ráfagas de viento de hasta 230 km/h, proporcionando una robustez adicional ante condiciones climáticas adversas.

Para garantizar la seguridad de una instalación fotovoltaica en tiempos de algún fenómeno meteorológico, es importante tener en cuenta los siguientes elementos:

- Diseño adecuado: La instalación debe estar diseñada para soportar vientos de al menos 120 km/h. Esto significa que los paneles solares deben estar bien anclados a la estructura y que la estructura debe estar construida con materiales resistentes. (Los paneles solares deben estar anclados a la estructura según marque el fabricante. Los anclajes deben estar ubicados en puntos estratégicos de la estructura para distribuir uniformemente la fuerza del viento).
- La estructura de la instalación debe estar construida con materiales resistentes al viento, como acero galvanizado o aluminio. La estructura también debe estar diseñada para soportar la carga de algún fenómeno meteorológico. En la etapa de operación, se deberá verificar periódicamente que la estructura este en buen estado y no tenga signos de corrosión o deterioro, esto para que pueda soportar la fuerza del viento.
- Instalación profesional: Es importante que la instalación sea realizada por un profesional calificado que tenga experiencia en instalaciones fotovoltaicas en zonas con probabilidad de algún fenómeno meteorológico.
- Mantenimiento regular: Es importante realizar un mantenimiento regular de la instalación para comprobar que todos los elementos están en buen estado.
- Los cables eléctricos deben estar protegidos de la abrasión y con tubos o conductos para evitar que se dañen con el viento.

Por otra parte, se deberán realizar algunas recomendaciones en el sitio antes de algún fenómeno meteorológico tal como:

- Limpiar el sitio de cualquier residuo, material suelto o equipo que ya no se use (si es posible); de lo contrario, amarre.
- Amarrar o anclar algún otro equipo en uso.
- Cortar la vegetación o las ramas de los árboles que puedan dañar el sistema.
- Retirar la instrumentación delicada.
- Asegurarse de que los sistemas de drenaje y control de inundaciones funcionen y estén libres de escombros.
- Analizar la altura de los inversores, apagar las cadenas que probablemente se dañen.

IV.3.1.1.8 Vientos

Los vientos de mayor intensidad en México son los que se producen durante los huracanes; por tanto, las zonas costeras, y en particular las que tienen una incidencia más frecuente de huracanes, son las que están expuestas a un mayor peligro por efecto del viento (CENAPRED, México).

En este sentido, se obtuvieron datos de la estación climática número 31019, ubicada al sureste a una distancia de 140 km aproximadamente, en el municipio de Cantamayec, Yucatán.

Los vientos dominantes en esta región vienen de dirección sureste-noroeste y este-oeste. De la estación climática número 31019, se obtuvieron los datos del periodo 1981-2000 de la velocidad

promedio anual del viento máximo, el cual es de 9.4 m/s de magnitud media. Se observan principalmente dos tipos de fenómenos atmosféricos que producen vientos mayores a los 70 Km./hr, los vientos de componente N y NNO llamados “nortes” que se presentan entre noviembre y marzo, de origen polar, y las depresiones tropicales del Atlántico que pueden evolucionar en tormentas y huracanes durante su paso por la cuenca del Mar Caribe, su componente es E y SE y se presentan principalmente entre junio y octubre, siendo el mes de septiembre en el que más inciden.

En forma eventual se registran vientos del oeste considerados tradicionalmente perjudiciales (Chik'nic), su origen puede ser por depresiones atmosféricas formadas cerca de la Península, en el Canal de Yucatán o Golfo de México. Los vientos más importantes son los que se originan por la circulación ciclónica de junio a octubre, con mayor incidencia en septiembre y los nortes que abarcan de noviembre a marzo, haciendo descender la temperatura y aportando humedad en la época invernal, a veces se acompañan, con vientos de hasta 100 Km/h.

Consultando el software dlubal y cargando el filtro de isotacas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), para un periodo de retorno de 10 años (representan bandas de velocidad máxima de viento que ocurren en promedio una vez cada 10 años), el país se divide en cinco zonas (80-98, 99-113, 114-124, 125-134 y 135-171 Km/hr) (CFE, 2008). De acuerdo con esta clasificación, el área se encuentra dentro de la **zona 4**, que corresponde a una zona de vientos moderados en la consulta se registra una velocidad de viento local de **130 km/hr,** tal como se presenta en la siguiente figura.



Figura IV.16 Mapa de rangos de velocidad de viento con isotacas de CFE periodo de 10 años

IV.3.1.2 Geología y Geomorfología

La Península de Yucatán pertenece a la Era Cenozoica, característica por la forma de vida privilegiada a lo largo de 66 millones de años de duración, está conformada por una gran plataforma de rocas sedimentarias calcáreas marinas que ha emergido de los fondos marinos desde hace millones de años (POTR-SSE,2023).

La estructura geológica de la entidad fue determinada por dos eventos principales: un proceso compresivo, acaecido durante el Eoceno, que plegó ligeramente las formaciones, configurando el relieve ondulado de la porción sur del estado; y un proceso distensivo, que tuvo lugar entre el Mioceno y el Plioceno, el cual originó dos sistemas de fracturas

En cuanto a las formas del relieve existe un contraste entre la llanura costera y la meseta constituida por la Sierra de Ticul. Esta llanura está constituida en su mayor parte por rocas calizas, que atestiguan un levantamiento gradual desde el período denominado oligoceno; la plataforma presenta un grosor de incluso más de 3,500 m (POTR-SSE,2023).

Por otra parte, existe poco contraste altitudinal y carece de red fluvial; el escurrimiento es totalmente subterránea, lo que ha dado origen a un gran sistema de formas kársticas, que incluye cenotes, poljes y sistemas de cuevas, con incluso cientos de metros de profundidad y decenas de kilómetros de longitud.

De acuerdo a lo anteriormente descrito tanto el área del SAR como el AI se presenta una geología de rocas sedimentarias, las cuales se caracterizan por el carbonato de calcio, denominado como zona de karst; predominante en Leptosoles (suelos con menos de 25 cm de profundidad). En la siguiente figura se visualiza la geología presente en el SAR y AIP.

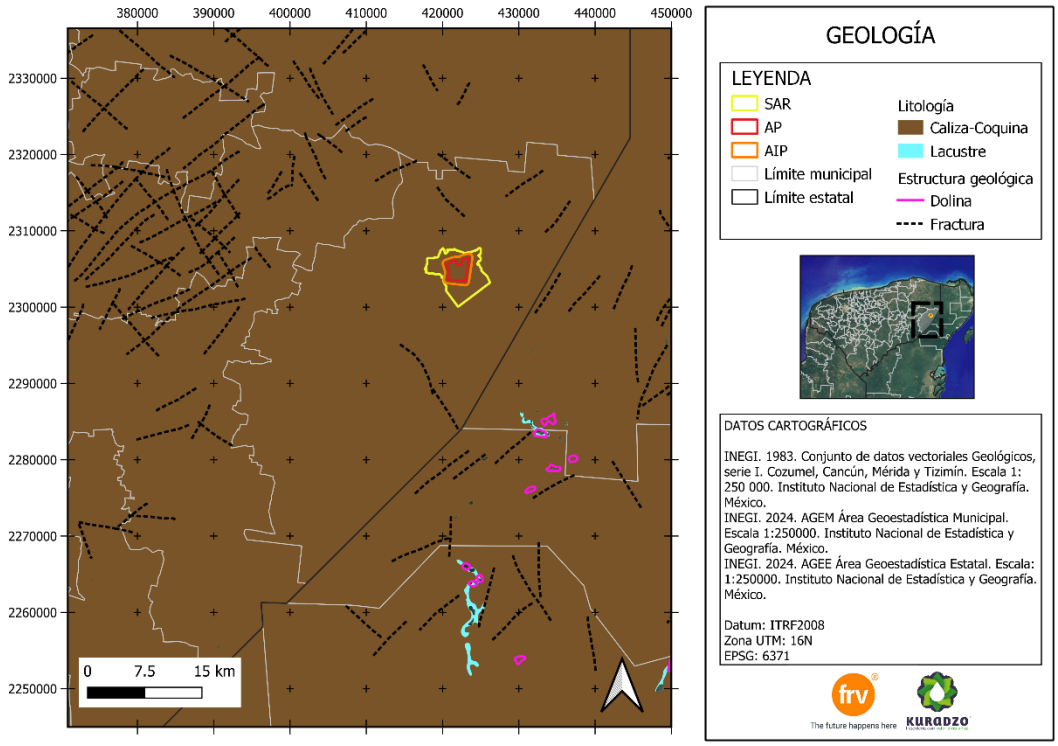


Figura IV.17 Geología para la delimitación del SAR

Por otra parte, 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.

IV.3.1.2.1 Topografía

El área del proyecto se encuentra dentro de la sub-región III Mérida-Cancún esta comprende solo la provincia Península de Yucatán y se divide en las subprovincias de Carso y lomeríos de Campeche, Carso Yucateco y Costa baja de Quintana Roo, en las cuales no existen grandes elevaciones de terreno o escurrimientos superficiales de importancia, sólo algunas áreas de lomeríos como la Sierrita de Ticul.

La principal característica de esta subregión es la existencia de los procesos kársticos que, con el paso del tiempo, han formado un relieve único compuesto por cenotes, dolinas y joyas. Estas depresiones se originan debido a la erosión superficial sobre la roca calcárea (POTR-SSE,2023).

IV.3.1.2.2 Fisiografía

Como ya se mencionó en el apartado de geología y geomorfología, la península de Yucatán se formó por sedimentación calcárea, encontrándose cubierta por un mar de poca profundidad, que emergió

poco a poco, unos centímetros cada siglo, adquiriendo una forma de relieve llana o plana, con escasa elevación sobre el nivel del mar, y una ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos.

Llega a conformar parte de la provincia fisiográfica, conocida como Península de Yucatán, que a su vez se divide en dos subprovincias: la 62, Carso Yucateco y la 63, Carso y Lomeríos de Campeche; que es una plataforma rocosa, donde la parte más elevada se encuentra al sur, denominada Cordón Puuc, también conocida localmente como "Sierrita de Ticul", dominando notoriamente la llanura baja y casi monótona que la limita al norte; presenta la mayor parte de las grutas y cavernas del estado, así como los niveles estáticos más profundos, pues éstos se encuentran en algunos casos a más de 100 m de profundidad (INEGI, 2002).

IV.3.1.2.3 Relieve

El relieve es uno de los elementos geográficos que determina la diferenciación de otros elementos (suelos, agua, vegetación). La entidad tiene un relieve dominado por geoformas como planicies onduladas (57% de la superficie estatal), planicie subhorizontal (28%), planicies colinosas y lomeríos (14%) y valles interiores (1%). Por otra parte, el relieve semiplano de la plataforma yucateca está relacionado con planicies niveladas y con las superficies de planación marina con procesos de karstificación

En general se puede apreciar que el relieve del norte del estado de Yucatán está constituido por un espectro de amplias planicies estructurales escalonadas, niveladas por la abrasión marina y modificadas por los procesos kársticos. En el sur, el rasgo topográfico más relevante es el trazo de una escarpa (sierrita de Ticul), desde la cual se desarrollan mesetas a distintas altitudes sobre el nivel del mar que forman parte de la meseta de Zoh-laguna.

Las diferentes planicies presentan evidencias de los frentes de las antiguas líneas de costa; destaca el diseño escalonado de las planicies de 10-15 m, 20-25 m y 30-35 m. Estas escarpas muestran el modelado por la disolución y los procesos fluviocársticos.

Los gradientes altimétricos y los tipos de pendientes expresan la aptitud del terreno, la vulnerabilidad a fenómenos naturales y la incompatibilidad de usos del suelo, entre otros aspectos. Prácticamente el relieve plano cubre el 90% de la superficie estatal, aunque existen planicies onduladas con pendientes ligeramente inclinadas a medida que se acercan a la sierrita de Ticul (Durán *et al*, 2010).

IV.3.1.2.4 Suelo

De acuerdo a los registros de INEGI el estado de Yucatán presenta un conjunto de suelos entre los cuales están presentes las rendzinas, litosoles, luvisoles,solonchaks, cambisoles, regosoles, vertisoles, nitosoles, histosoles, y gleysoles; en términos de extensión superficial, se aprecia la amplia predominancia de los tres primeros sobre los restantes.

Por otra parte, se puede afirmar que, en el estado de Yucatán las influencias climáticas, la naturaleza geológica y el relieve, considerados en conjunto, son los elementos fundamentales de la formación, evolución y, por ende, la diferenciación edáfica que se aprecia en la entidad. De esta manera asociando el suelo con el relieve se tiene que, en las planicies subhorizontales y onduladas el tipo de suelo que dominan el paisaje edáfico son los Leptosoles .

En este caso en el área del SAR y el área de influencia del proyecto se presenta el tipo de suelo litosol, el cual se describe a continuación.

LITOSOL (I). Aparecen prácticamente hacia todos los rumbos de la entidad, no obstante, se puede reconocer una mayor dominancia de éstos en las porciones norte, centro y occidente, probablemente asociada con el hecho de que estas porciones son las de menor antigüedad y las menos favorecidas por la humedad de las lluvias y por los contrastes del relieve; presentan abundantes fragmentos de la coraza calcárea, son suelos que varían en color; su textura que en algunos casos se distingue por ser de migajón arenoso con apenas 10% de arcilla y en otras por ser migajón arcilloso con aproximadamente 30%; también su contenido de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y de más características que se pudieran considerar. La variación física, química y morfológica depende de su localización y de los suelos con los que se encuentren asociados.

Los litosoles presentan fuertes restricciones para su utilización con propósitos agrícolas, pues su escaso espesor y su abundante pedregosidad afectan el crecimiento de las raíces de un buen número de plantas cultivadas, y presentan buen drenaje (INEGI, 2002).

En la siguiente figura se puede visualizar el tipo de suelo que se presenta en el SAR y AIP.

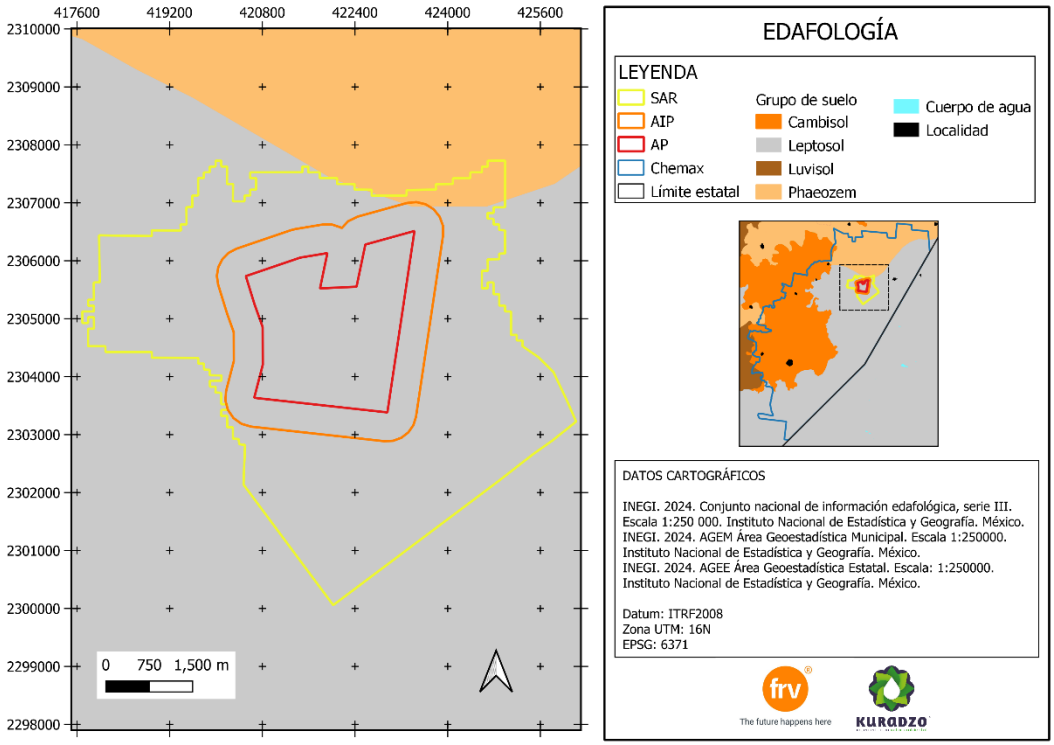


Figura IV.18 Edafología para la delimitación del SAR

IV.3.1.2.5 Hidrología superficial y subterránea

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Instituto Nacional de Ecología (INE) y el INEGI, la Península de Yucatán está clasificada dentro de la Región Hidrológico Administrativa XII, a la cual corresponden tres regiones hidrológicas, Yucatán Este, Oeste y Norte.

En Yucatán no existen corrientes superficiales (ríos, lagos...), salvo cuerpos de agua temporales, debido a las características del subsuelo cárstico, por lo que la única fuente de abastecimiento de agua potable para las distintas actividades de la sociedad es el agua subterránea.

Debido a las condiciones geológicas imperantes el acuífero es considerado como libre, excepto en una franja estrecha paralela a lo largo de la costa. Esta delgada capa (0.5 a 1.40 m de espesor) se extiende a lo largo de los 250 km de costa y en una franja de 2 a 20 km de ancho. Este extenso caliche costero es prácticamente impermeable con una porosidad menor a 1%, y actúa como una barrera que impide el movimiento del agua subterránea hacia el mar (Durán *et al*, 2010).

IV.3.1.3. Medio biótico

IV.3.1.3.1 Vegetación

De acuerdo con Zamora-Crescencio et al., (2018) la vegetación primaria en la Península de Yucatán ha sido transformada y sustituida por diferentes usos de la tierra, fuego y huracanes (Allen, Allen, Violi, & Gómez-Pompa, 2003) y que los pocos lugares en donde existe aún se conserva la vegetación madura presenta signos de perturbación humana (RicoGray & García-Franco, 1992) y casi en su

totalidad, la Península corresponde a vegetación secundaria (Rico-Gray & García-Franco, 1991) y se caracteriza por un mosaico de comunidades en diferentes estados de desarrollo (Lanly, 1982). Estos cambios han provocado modificaciones en la estructura, la composición florística, diversidad, abundancia y la frecuencia de las especies (Ramírez-Marcial, Ochoa-Gaona, & González-Espinosa, 1998; Sánchez-Aguilar & Rebollar-Domínguez, 1999; Carnevali, Ramírez, & González-Iturbe, 2003; Von-Gadow, Sánchez-Orois, & Aguirre Calderón, 2004), así como por una disminución en el área basal (Calderón-Aguilera et al., 2012).

"La vegetación secundaria es una asociación vegetal que se desarrolla a partir de la alteración de la vegetación primaria, con cambios en la composición florística y la estructura horizontal y vertical que pueden variar en función del tiempo de abandono y la extensión de la perturbación. En estas áreas modificadas se da un aumento en la abundancia de especies y aquellas de rápido crecimiento tienden a ser desproporcionadamente favorecidas por los recursos, lo que lleva a su sobre dominancia durante la sucesión temprana y a un empobrecimiento en la riqueza específica de estas comunidades vegetales. Tanto en las áreas naturales como en aquellas modificadas, la caracterización de la estructura y composición de las especies de las comunidades arbóreas es el primer paso para entender aspectos esenciales, particularmente sobre la distribución de sus recursos, entre las diversas especies a través de estimadores indirectos de biomasa como el área basal (Zamora - Crescencio et al., 2018).

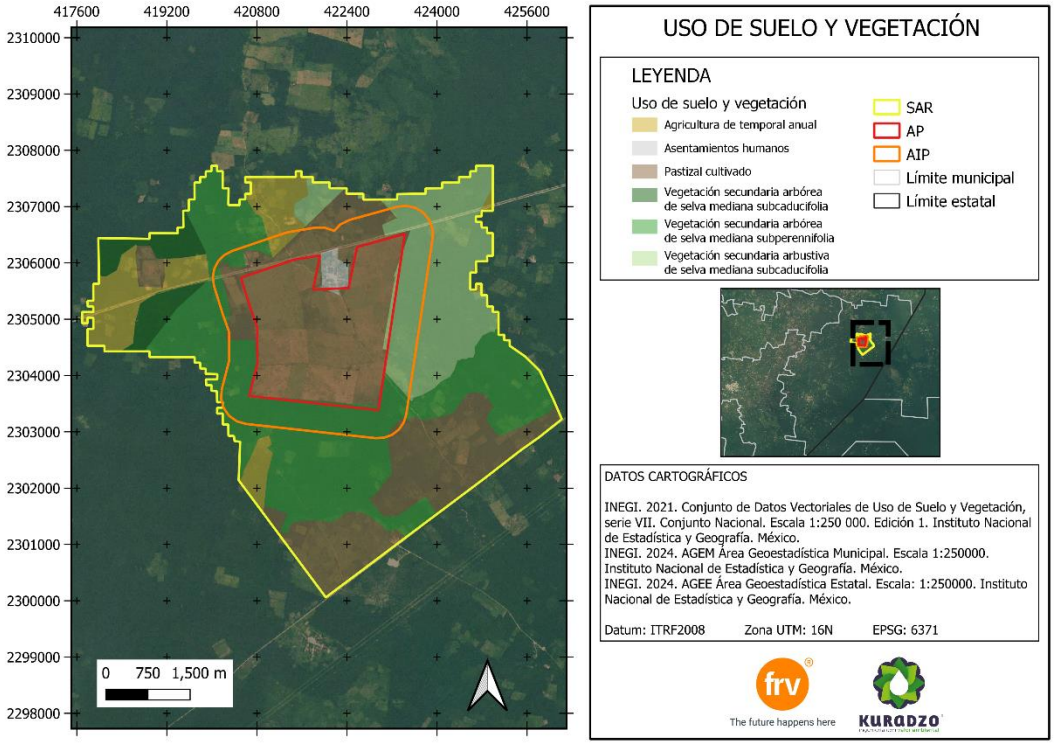


Figura IV.19 tipo de vegetación y uso de suelo en SAR y AP

Uso de suelo y tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR)

En el sistema ambiental regional (SAR) donde se ubica el área del proyecto (AP), se identifican 3 usos de suelo y 3 tipos de vegetación según el Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación serie VII del INEGI.

Tabla IV.7 Uso de suelo y vegetación presentes en el SAR

Nro.	Uso de Suelo y Vegetación	Área (ha)	Superficie (%)
1	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	608.97	16.65
2	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	141.27	3.86
3	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1162.77	31.81
4	Pastizal cultivado	1395.46	38.16
5	Asentamientos humanos	30.42	0.83
6	Agricultura de temporal anual	317.97	8.69
	Total	3656.87	100

Tal como se resumen en la tabla anterior, la mayor proporción de uso de suelo presente en la delimitación del SAR es el pastizal cultivado, abarcando el 38.16% del área, seguido por la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con un 31.8%. Es importante destacar que la suma de la vegetación secundaria alcanza un 51.82%, es decir, poco más de la mitad del SAR.

A continuación, se realiza una breve descripción de los tipos de tipos de vegetación presentes en el SAR, con base en la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000, serie VII del INEGI (2022).

- **Selva Mediana Subcaducifolia (SMS):** Se desarrolla en regiones cálidas subhúmedas con lluvias en verano, la precipitación anual oscila entre 1 000 y 1 250 mm y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6 °C, con una temporada seca muy bien definida y prolongada. Los climas en los que prospera son los Am más secos y preferentemente los Aw. Se localiza entre los 150 y 1 250 m de altitud. El material parental que sustenta a este tipo de vegetación está constituido por rocas basálticas o graníticas y afloramientos de calizas que dan origen a suelos oscuros, muy someros, con abundantes rocas o bien en suelos grisáceos arenosos y profundos. Los valores de pH son francamente ácidos o cercanos a la neutralidad, aunque sin llegar a 7.

En la Península de Yucatán, sus suelos, aunque pedregosos, tienen una pequeña capa de materia orgánica formada por la gran cantidad de hojas que dejan caer los árboles; se presentan afloramientos de rocas calcáreas de colores rojizos y blancos, especialmente en la periferia de la sierra de Ticul y en las hondonadas o rejolladas. Este tipo de selva presenta en las zonas de su máximo desarrollo árboles cuya altura máxima oscila entre 25 y 30 m. La densidad de los árboles es mucho menor que la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias; sin embargo, a mitad de la temporada de lluvias, en la época de mayor desarrollo de follaje, la cobertura puede ser lo suficientemente densa para disminuir fuertemente la incidencia de la luz solar en el suelo.

Especies importantes en este tipo de selva son: *Hymenaea courbaril* (guapinol, capomo), *Hura polyandra* (jabillo, habillo), *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo, ojoche), *Lysiloma latisiliquum, Enterolobium cyclocarpum* (pich, parota, orejón), *Piscidia piscipula* (habin), *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato), *Agave sp.* (ki), *Vitex gaumeri* (yaaxnik), *Ficus spp.* (amate), *Aphananthe monoica, Astronium graveolens, Bernoullia flammea, Sideroxylon cartilagineum, Bursera arborea, Calophyllum brasiliense, Cordia alliodora, C. elaeagnoides, Tabebuia donnell-smithii, Dendropanax arboreus, Ficus cotinifolia, F. obtusifolia, F. maxima, Luehea candida, Lysiloma divaricatum, Sideroxylon capiri, Attalea cohune, Swietenia humilis, Tabebuia impetiginosa, T. rosea, Acacia polyphylla, Apoplanesia paniculata, Bursera excelsa Trichospermum mexicanum, Jacaratia mexicana, Ceiba aesculifolia, Croton draco, Coccoloba barbadensis, Cordia seleriana, Cupania glabra, Esenbeckia berlandieri, Eugenia michoacanensis, Euphorbia fulva, Exothea paniculata, Forchhammeria pallida, Inga laurina, Jatropha peltata, Haematoxylum campe chianum Plumeria rubra, Licania arborea, Psidium sartorianum, Swartzia simplex, Annona purpurea, Lonchocarpus lanceolatus, Diospyros digyna, Pithecellobium dulce, P. lanceolatum, Annona reticulata, Gyrocarpus jatrophifolius, Sideroxylon persimile, Godmania aesculifolia, Manilkara zapota, Vitex mollis, Calycophyllum candidissimum, Pterocarpus acapulcensis, Lafoensia punicifolia, Andira inermis, Morisonia americana, Homalium trichostemon Poeppigia procera, Tabebuia impetiginosa, Couepia polyandra, Erythroxylum areolatum, Dalbergia granadillo, Hauya elegans* (yoá); *Ficus crocata* (amate), *Platymiscium dimorphandrum* (hormiguillo), *Guettarda combsii* (palo de tapón de pumpo), *Wimmeria bartlettii* (hoja menuda de montaña), *Ulmus mexicana, Maclura tinctoria y Myroxylon balsamum, Ceiba pentandra, Sideroxylon foetidissimum, Caesalpinia gaumeri, Cedrela odorata, Alseis yucatanensis, Spondias mombin, Pseudobombax ellipticum, Astronium graveolens,* y *Vitex hemsleyi.*

Las formas de vida epífitas y las plantas trepadoras, así como el estrato herbáceo son reducidos en comparación con ambientes mucho más mesófilos. Como epífitas están algunas aráceas como Anthurium tetragonum, bromeliáceas como Tillandsia brachycaulos y orquídeas como Catasetum integerrimum.

Para este tipo de vegetación se tiene una distinción en el SAR de vegetación secundaria que se refiere a un tipo de vegetación alterado por diversos factores humanos o naturales, y surge una comunidad vegetal significativamente diferente a la original con estructura y composición florística heterogénea.

- **Selva Mediana Subperennifolia (SMQ):** Los componentes arbóreos de este tipo vegetación pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50 %, se desarrolla en lugares con climas

cálido-húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 °C. La precipitación total anual es del orden de 1 000 a 1 600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1 300 m de altitud. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal está conformado predominantemente por rocas cársticas. Los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 25 a 30 m, alcanzan un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 hasta 30 m. Dentro de los estratos se encuentran variados tipos de palmas.

Son especies importantes de este tipo de selva: *Lysiloma latisiliquum, Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaru*ba (chaka', palo mulato, jiote, copal), *Manilkara zapota* (ya', zapote, chicozapote), *Lysiloma spp.* (tsalam,guaje, tepeguaje), *Vitex gaumeri* (yaaxnik), *Terminalia buceras* (pukte), *Alseis yucatanensis* (jaasché), *Psidium sartorianum* (pichiche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas.

- **Pastizal cultivado:** Tipo de agroecosistema, en el cual se han introducido, intencionalmente en una región y para su establecimiento, pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies, bajo un programa de productividad y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo, clasificados como Pastizales Cultivados. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.

- **Agricultura de temporal anual (TA):** Este tipo de agricultura temporal se refiere a cosechas donde el agua necesaria para su desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia.

- **Asentamientos humanos:** Conglomerado demográfico, considerando dentro del mismo los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.

Tipos de uso de suelo y vegetación presentes en el Área del Proyecto (AP)

El tipo de vegetación y uso de suelo predominante que se reporta para el Área de Proyecto (AP) de este proyecto de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII Escala 1:250 000 del INEGI 2021 corresponde principalmente al tipo de uso de suelo es el PASTIZAL CULTIVADO.

Tabla IV.8 Uso de suelo y vegetación presentes en el AP

Nro.	Uso de Suelo y Vegetación	Área (ha)	Superficie (%)
1	Asentamientos humanos	1.48	0.24
3	Pastizal cultivado	589.86	96.29
4	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	9.93	1.62
5	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	11.32	1.85
Total			100

Tal como se resumen en la tabla anterior, la mayor proporción corresponde a pastizal cultivado, siguiendo coherencia con la descripción realizada a nivel del SAR pero en mayor proporción dada la escala.

Las siguientes figuras dan un panorama del tipo de vegetación presente en el área de proyecto y por ende, en el sistema ambiental.



Figura IV.20 Vista vegetación presente en el área de proyecto

Estado de conservación del SAR y AP

Para precisar el estado de conservación del SAR y del AP se toma como referencia el grado de conservación de la vegetación a través de diversos criterios, en ellos básicamente se analiza el efecto de los factores externos sobre los componentes de la vegetación. Para ello se consideran tres grados de alteración:

- Nivel I: También denominada fase incipiente, es cuando el estado de alteración se encuentra en sus primeras fases; la presión sobre los recursos del ecosistema es de baja magnitud, es decir, el ecosistema puede por sí solo recuperar las condiciones de estabilidad entre sus componentes.
- Nivel II: Cuando el sitio se encuentra desequilibrado de manera significativa pero aún existen elementos del ecosistema inicial y que se pueden tomar de referencia para intuir cuáles fueron los componentes iniciales del sistema.
- Nivel III: Es el menos deseable y el más destructivo puesto que áreas que estuvieron cubiertas con vegetación primaria, en un periodo muy corto de tiempo han perdido sus elementos y su estabilidad. Cuando se manifiesta este nivel de alteración, se considera muy

crítico porque el ecosistema difícilmente recupera las condiciones propias del lugar, por lo que con la restauración ecológica difícilmente restablecerá por completo el equilibrio entre sus componentes.

Estado de conservación SAR

Dado que su principal tipo de suelo corresponde a vegetación tipo secundaria, con una representación del 51.82% del total del SAR y que como ya se mencionó, corresponde a una vegetación primaria eliminada o alterada, es significativamente diferentes a la original y además abarca un 38.16% pastizal cultivado como agroecosistema. Por lo anterior es posible clasificar la alteración como un nivel II, es decir, que se encuentra desequilibrado de manera significativa pero aún existen elementos del ecosistema inicial.

Estado de conservación AP

El área de proyecto tiene una predominancia de cobertura por pastizal cultivado con vegetación secundaria y un área construida como se comprobó en la visita, ya que se cuenta también con el casco de rancho. Esto se refuerza al observar mediante servicio histórico de imágenes satelitales (Google earth pro) que el predio presenta un manejo intensivo realizado entre el 2006 – 2010, incrementando el área productiva a lo largo del tiempo y disminuyendo de manera gradual el parche de mayor cobertura arbórea del predio. Adicionalmente, se atraviesa el área de proyecto con un camino trazado desde la carretera principal 180D Cancún - Kantunil y se extiende hasta la carretera 180 costera del Golfo.

Dadas las características anteriores, se considera que el AP se encuentra en un nivel de alteración II.

IV.3.1.3.2. Estimación de la riqueza de especies del AP

Diseño del muestreo

Con la finalidad de efectuar el diagnóstico del estado actual que presenta la composición florística del sitio, y con el objetivo de realizar una caracterización vegetal en el predio, se llevaron a cabo recorridos en la zona aplicando la metodología de transectos. La identificación de las especies encontradas se llevó a cabo en el campo al menos hasta el nivel de género, con base en guías bibliográficas y con el conocimiento previo de botánicos.

Se utilizaron los siguientes manuales y claves de identificación:

- La Flora de Yucatán (Standley, 1930)
- La Flora de Guatemala (Standley, et. al. 1946-1977)
- El listado Etnoflora Yucatanense (Sosa, et. al. 1985)
- Flora de la Península de Yucatán (Durán et al¸ 2000)

Se seleccionaron 22 sitios cada sitio de muestreo fue de 1000 m^2. Adicionalmente se realizaron recorridos para colectar especies botánicas que no fueron incluidas en los cuadrantes muestreados, pero sí en el listado florístico general, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura IV.21 Transectos de muestreos de flora

Además, la siguiente tabla presenta las coordenadas de inicio (TxI) y final (TxF) para cada uno de los transectos muestreados.

Tabla IV.9 Ubicación de los transectos realizados

X	Y	ID V
421993	2304095	T1I
421889	2304110	T1F
421965	2303937	T2I
421868	2303951	T2F
421924	2303747	T3I
421822	2303763	T3F
421067	2303971	T4I
421163	2303952	T4F
421321	2303754	T5I
421421	2303727	T5F
422892	2304126	T6I
422906	2304025	T6F
422925	2304248	T7I

X	Y	ID V
423025	2304265	T7F
422899	2304759	T8I
423003	2304759	T8F
422564	2305395	T9I
422671	2305417	T9F
423016	2305481	T10I
423121	2305486	T10F
421863	2305587	T11I
421766	2305550	T11F
421943	2304458	T12I
422030	2304457	T12F
422319	2304923	T13I
422415	2304930	T13F
421786	2305214	T14I
421881	2305233	T14F
421715	2305847	T15I
421649	2305761	T15F
421089	2305853	T16I
421117	2305751	T16F
420938	2305554	T17I
421047	2305589	T17F
423179	2305683	T18I
423187	2305775	T18F
423155	2306057	T19I
423139	2305965	T19F
422781	2305992	T20I
422674	2305987	T20F
422819	2306191	T21I
422839	2306298	T21F
423108	2306339	T22I
423114	2306442	T22F

Variables evaluadas

Para determinar el tamaño de la muestra de nuestra población, un aspecto importante es la definición de la intensidad de muestreo, que es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, calculada por:

$f = (n / N)\ 100$

Donde:

f = Intensidad de muestreo en porcentaje t
n = Número de unidades de la muestra
N = Número de unidades de toda la población.

f = (22,000 / 6,126,000.00) X 100 = 0.35 %

Tradicionalmente, en inventarios forestales, se utilizan intensidades de muestreo de 0.1% al 1%, donde el valor que se toma está en función de diferentes factores como: superficie a inventariar, recursos financieros disponibles, precisión requerida y tiempo disponible para la realización de los trabajos. Para efectos prácticos, la muestra se divide en unidades de muestreo (cuadrantes, transectos, parcelas, etc.) los cuales de manera habitualmente son sitios fijos con una superficie de 1000m^2.

En este estudio fue aplicado un muestreo dirigido no aleatorio a las distintas áreas donde se podrían percibir las afectaciones. Con la finalidad de que el esfuerzo de muestreo sea más representativo, posterior al procesamiento de datos, se generó una "curva de acumulación de especies" para representar gráficamente el esfuerzo de muestreo.

Procesamiento de información

Resultado del muestreo realizado se presenta para el área total del proyecto, las especies de flora registradas, señalando forma de vida, estatus de distribución y la clasificación de riesgo de las especies de flora según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM-059) PROTECCIÓN AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES-CATEGORÍAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO. Se presenta a continuación la tabla de especies registradas en el área del proyecto:

Tabla IV.10 Listado florístico de especies registradas en el área del proyecto

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	DIST*	NOM-059
Annonaceae	Mosannona	*Mosannona depressa*	Sak éelemuy	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Apocynaceae	Echites	*Echites yucatanensis*	Kalis aak'	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Apocynaceae	Gonolobus	*Gonolobus barbatus*	Xtuch kajoy	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Arecaceae	Acrocomia	*Acrocomia aculeata*	Cocoyol	Palma	Nativa	No enlistada
Arecaceae	Sabal	*Sabal mexicana*	Huano	Palma	Nativa	No enlistada
Asteraceae	Sclerocarpus	*Sclerocarpus divaricatus*	K'antoom boob	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Asteraceae	Tridax	*Tridax procumbens*	Ta'ulu'um	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Taj	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Boraginaceae	Ehretia	*Ehretia tinifolia*	Beek	Árbol	Nativa	No enlistada
Bromeliaceae	Bromelia	*Bromelia karatas*	Piñuela	Herbáce	Nativa	No enlistada

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	DIST*	NOM-059
				o		
Burseraceae	Bursera	*Bursera simaruba*	Chakaj	Árbol	Nativa	No enlistada
Convolvulaceae	Distimake	*Distimake aegyptius*	Tso'ots' aak'	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Convolvulaceae	Ipomoea	*Ipomoea splendor-sylvae*	Is aak'il	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Convolvulaceae	Ipomoea	*Ipomoea triloba*	Is aak'il	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Cyperaceae	Cyperus	*Cyperus rotundus*	Tuk'uch	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Ebenaceae	Diospyros	*Diospyros tetrasperma*	Silil	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Euphorbiaceae	Croton	*Croton sp.*		Herbáceo	Nativa	No enlistada
Euphorbiaceae	Cnidoscolus	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chaya silvestre	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Euphorbiaceae	Dalechampia	*Dalechampia scandens*	Mo'olkoh	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Euphorbiaceae	Euphorbia	*Euphorbia hypericifolia*	Sak its	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Euphorbiaceae	Jatropha	*Jatropha gaumeri*	Pomolche	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Bauhinia	*Bauhinia divaricata*	Ts' ulub took'	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Cenostigma	*Cenostigma gaumeri*	Kitamche	Árbol	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Chamaecrista	*Chamaecrista nictitans*	Tamarindillo	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Chloroleucon	*Chloroleucon mangense*	Yaax eek	Árbol	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Enterolobium	*Enterolobium cyclocarpum*	Pich	Árbol	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Erythrina	*Erythrina standleyana*	chak mo'ol che'	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Havardia	*Havardia albicans*	Chukum	Árbol	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Lonchocarpus	*Lonchocarpus longistylus*	Balche	Árbol	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Lysiloma	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	Árbol	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Mimosa	*Mimosa albida*	Dormilona macho	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Piscidia	*Piscidia piscipula*	Jabín	Árbol	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Pithecellobium	*Pithecellobium sp*		Arbustivo	Nativa	No enlistada

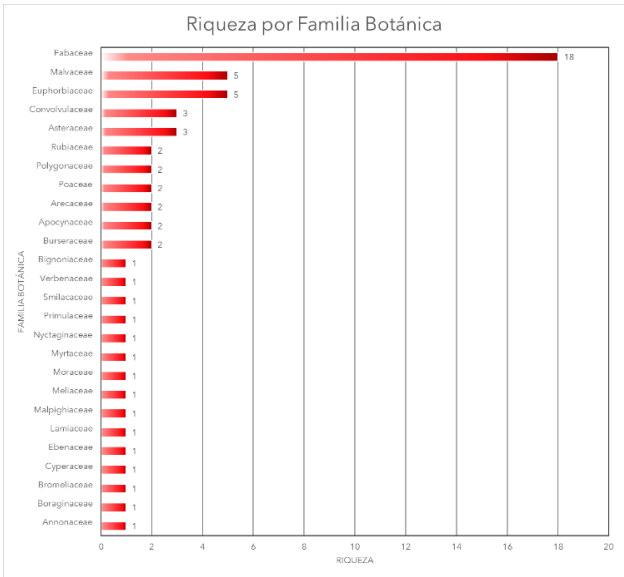
FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	DIST*	NOM-059
Fabaceae	Senegalia	*Senegalia gaumeri*	Catzin	Árbol	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Senna	*Senna racemosa*	k'an ja' abin	Árbol	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Senna	*Senna uniflora*	Bu'ul ch'o' k'aax	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Senna	*Senna villosa*	Box salche’	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Vachellia	*Vachellia collinsii*	Subin che'	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Vachellia	*Vachellia pennatula*		Arbustivo	Nativa	No enlistada
Lamiaceae	Mesosphaerum	*Mesosphaerum suaveolens*	Xóolte' xnuuk	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Malpighiaceae	Bunchosia	*Bunchosia swartziana*	Sipche	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Malvaceae	Malvaviscus	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Malvaceae	Herissantia	*Herissantia crispa*	Sak le’	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Malvaceae	Waltheria	*Waltheria indica*	Sak mis bil	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Malvaceae	Ceiba	*Ceiba pentandra*	Amapola blanca	Árbol	Nativa	No enlistada
Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	Pixoy	Árbol	Nativa	No enlistada
Meliaceae	Cedrela	*Cedrela odorata*	Cedro	Árbol	Nativa	Sujeta a protección especial
Moraceae	Maclura	*Maclura tinctoria*	Mora	Árbol	Nativa	No enlistada
Myrtaceae	Psidium	*Psidium sartorianum*	Pichiche	Árbol	Nativa	No enlistada
Nyctaginaceae	Pisonia	*Pisonia aculeata*	Béeb	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Poaceae	Dactyloctenium	*Dactyloctenium aegyptium*	Chimes su'uk, Zacate egipcio	Herbáceo	Naturalizada	No enlistada
Poaceae	Megathyrsus	*Megathyrsus maximus*	Su'uk, Zacate guineo	Herbáceo	Introducida	No enlistada
Polygonaceae	Coccoloba	*Coccoloba spicata*	Boob	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Polygonaceae	Gymnopodium	*Gymnopodium floribundum*	Dzidzilché	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Primulaceae	Bonellia	*Bonellia macrocarpa*	ya'ax k'iix le' che'	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Rubiaceae	Randia	*Randia obcordata*	Altanisa	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Rubiaceae	Spermaco	*Spermacoce*	Kaba mul	Herbáce	Nativa	No enlistada

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	DIST*	NOM-059
	ce	*verticillata*		o		
Smilacaceae	Smilax	*Smilax spinosa*	Espina de cristo	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Verbenaceae	Lantana	*Lantana camara*	Mo'ol peek	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Bignoniaceae	Godmania	*Godmania aesculifolia*	Ajowan che', jo'ak'ab (maya	Arbóreo	Nativa	No enlistada
Burseraceae	Protium	*Protium copal*	sak chakaj, pom (maya).	Arbóreo	Nativa	No enlistada

*DIST = Distribución

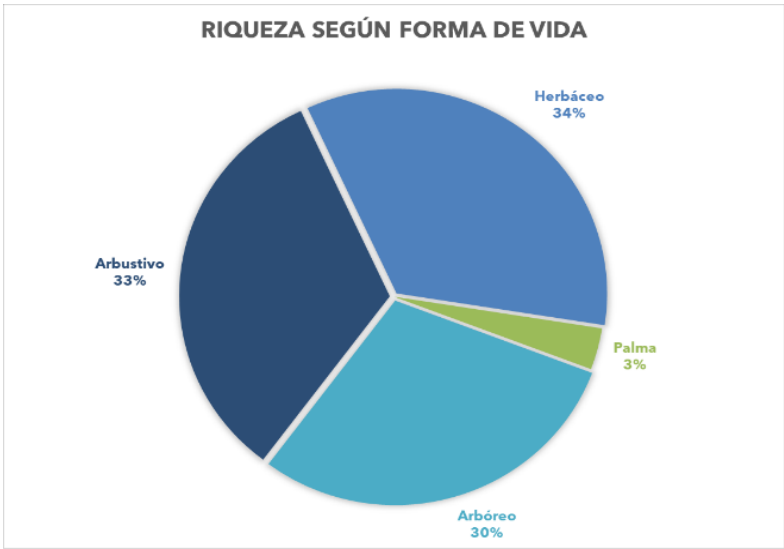
- **Análisis de riqueza del predio del proyecto**

Acorde con la información obtenida en campo y presentada en el Listado florístico de especies registradas en el área del proyecto , se realizaron los análisis de riqueza taxonómica, según forma de vida, estatus de distribución y categorías de riesgo de la NOM-059.
Para la riqueza taxonómica en el predio se registró la presencia de 61 especies repartidas en 26 familias y 57 géneros. De acuerdo con el análisis por familia botánica, se observa que predomina la familia Fabaceae, como se indica en la gráfica.



Gráfica IV.4 Riqueza por familia botánica en el predio

El análisis de riqueza según la forma de vida, indica que 21 son herbáceas, 20 son arbustivas, 18 especies son arbóreas y 2 son palmas. Para la familia predominante, Fabaceae, se presentan 9 especies arbóreas, 8 arbustivas y una herbácea. La composición de la riqueza según la forma de vida se puede apreciar en la siguiente gráfica.



Gráfica IV.5 Riqueza según forma de vida en el predio

También se encontró, de acuerdo con el estatus de distribución, que 60 de las 61 especies, es decir el 98.4% son especies nativas, mientras que únicamente en el estrato herbáceo, se encuentran especies no nativas. Se puede observar, en estrato herbáceo que las especies de la familia Poaceae corresponden a las únicas especies que no son nativas, estas son: *Dactyloctenium aegyptium* (Zacate egipcio) especie naturalizada que se encuentra sobre todo en la vegetación ruderal, como orillas de caminos y carreteras[1]; así como *Megathyrsus maximus*, (Zacate guineo) especie introducida utilizada como forrajera, muy común en el paisaje cultural del trópico mexicano[2].
De acuerdo con el estatus de protección según con la NOM-059- de las 61 especies registradas solo el Cedro (*Cedrela odorata*) se encuentra listada y está clasificada como una especie sujeta a protección especial.

Acorde los análisis de riqueza presentados el área donde se ubica el polígono del proyecto predominan especies nativas, donde la mayor parte son herbáceas, donde predomina la familia Fabaceae y solo se encontró una especie clasificada con categoría de riesgo como sujeta a protección especial, es decir aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

De igual manera se presentan las siguientes fotografías de la condición actual del predio.

[1] CONABIO, Ficha técnica Zacate Egipcio, http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/dactyloctenium-aegyptium/fichas/ficha.htm
[2] Ficha técnica CONABIO, Zacate Guinea, http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/panicum-maximum/fichas/ficha.htm



Figura IV.22 Zona de pastizal al oriente del predio. Transecto No. 2



Figura IV.23 Pastizal inducido para zona ganadera



Figura IV.24 Zona de conservación de árboles cercanas al casco del rancho.



Figura IV.25 Vista de la zona arbolada del área del proyecto



Figura IV.26 Vegetación en el área de pastizal



Figura IV.27 Vegetación arbustiva en el área pastizal



Figura IV.28 Panorama del pastizal



Figura IV.29 Panorama del área pastizal

- **Riqueza y diversidad de especies en área pastizal**

El análisis se particulariza al área de pastizal, la cual ocupa la mayor superficie del predio de acuerdo con la información de campo, la fotointerpretación de imágenes satelitales reciente y la información del Uso de suelo y vegetación Serie VII. El área de pastizal se definió como *pastizal inducido con vegetación secundaria,* de la cual se presentan el listado de especies registradas, así como los resultados de los análisis de riqueza y diversidad para la flora del sitio. La cobertura vegetal se verificó mediante la información recabada los transectos 1 al 10 y del 12 al 22 del muestreo de flora.

Se enlistan en la siguiente tabla las 28 especies registradas en el área de pastizal, donde únicamente se registraron especies herbáceas y arbustivas.

Tabla IV.11 Especies registrada en el área de pastizal

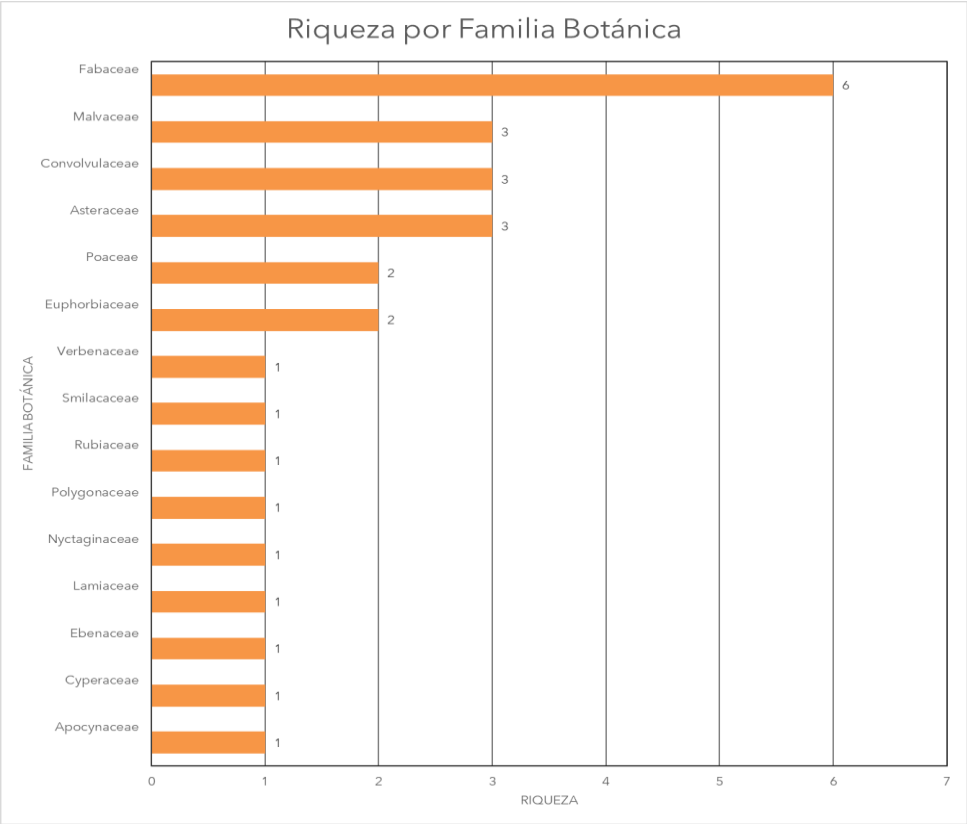
FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	DIST*	NOM-059
Apocynaceae	Gonolobus	*Gonolobus barbatus*	Xtuch kajoy	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Asteraceae	Sclerocarpus	*Sclerocarpus divaricatus*	K'antoom boob	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Asteraceae	Tridax	*Tridax procumbens*	Ta'ulu'um	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Asteraceae	Viguiera	*Viguiera dentata*	Taj	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Convolvulaceae	Distimake	*Distimake aegyptius*	Tso'ots' aak'	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Convolvulaceae	Ipomoea	*Ipomoea splendor-sylvae*	is aak'il	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Convolvulaceae	Ipomoea	*Ipomoea triloba*	Is aak'il	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Cyperaceae	Cyperus	*Cyperus rotundus*	Tuk'uch	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Ebenaceae	Diospyros	*Diospyros tetrasperma*	Silil	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Euphorbiaceae	Dalechampia	*Dalechampia scandens*	Mo'olkoh	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Euphorbiaceae	Euphorbia	*Euphorbia hypericifolia*	Sak its	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Bauhinia	*Bauhinia divaricata*	Ts' ulub took'	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Chamaecrista	*Chamaecrista nictitans*	Tamarindillo	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Mimosa	*Mimosa albida*	Dormilona macho	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Senna	*Senna uniflora*	Bu'ul ch'o' k'aax	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Fabaceae	Senna	*Senna villosa*	Box salche’	Arbustivo	Nativa	No enlistada

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	DIST*	NOM-059
Fabaceae	Vachellia	*Vachellia collinsii*	Subin che'	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Lamiaceae	Mesosphaerum	*Mesosphaerum suaveolens*	Xóolte' xnuuk	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Malvaceae	Herissantia	*Herissantia crispa*	Sak le’	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Malvaceae	Malvaviscus	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Malvaceae	Waltheria	*Waltheria indica*	Sak mis bil	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Nyctaginaceae	Pisonia	*Pisonia aculeata*	Béeb	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Poaceae	Dactyloctenium	*Dactyloctenium aegyptium*	Chimes su'uk	Herbáceo	Naturalizada	No enlistada
Poaceae	Megathyrsus	*Megathyrsus maximus*	Su'uk	Herbáceo	Introducida	No enlistada
Polygonaceae	Coccoloba	*Coccoloba spicata*	Boob	Arbustivo	Nativa	No enlistada
Rubiaceae	Spermacoce	*Spermacoce verticillata*	Kaba mul	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Smilacaceae	Smilax	*Smilax spinosa*	Espina de cristo	Herbáceo	Nativa	No enlistada
Verbenaceae	Lantana	*Lantana camara*	Mo'ol peek	Arbustivo	Nativa	No enlistada

*DIST = Distribución

- **Análisis de riqueza en el área de pastizal**

El análisis de riqueza del área de pastizal arroja que las 28 especies registradas, se dividen en 26 géneros y 15 familias, de las cuáles, también la familia Fabaceae es la predominante.



Gráfica IV.6 Riqueza según familia botánica en el área de pastizal

En esta zona predomina la forma de vida herbácea con el 64% (18 especies) y la arbustiva, 36% (10 especies), de las cuáles 26 especies (92.9%) son nativas, una especie (3.6%) es naturalizada y una especie (3 .6%) es introducida. De igual manera se observa que ninguna especie está clasificada en alguna categoría de riesgo según la NOM-059.

- **Análisis de diversidad del área de pastizal**

A continuación, se presenta el análisis diversidad calculado en base a el índice de Shannon como se describe a continuación.

Índice de Shannon – Wiener

Este índice asume que los individuos son muestreados aleatoriamente de una amplia comunidad (Pielou, 1975 citado por Magurran, 2004) y todas las especies están representadas en la muestra, este índice es calculado con la siguiente expresión (Magurran, 2004):

$H' = - \Sigma\ pi\ lnpi$

La cantidad de pi es la proporción de los individuos encontrados en i-esimas especies.

Smith y Smith (2001) afirman que este índice está basado en la teoría de la información midiendo el grado de incertidumbre, además de que toma en consideración tanto el número como la abundancia relativa de las especies. Mencionan también que, si la diversidad es baja, entonces la

seguridad de tomar una determinada especie por azar es alta. Para poder calcular la diversidad máxima (Hmax) que posiblemente podría ocurrir, Magurran (2004), menciona que esta se puede encontrar en una situación donde todas las especies tuvieran igual abundancia, en otras palabras, cuando H' = Hmax= ln S.

A continuación, se presentan los análisis estadísticos de los índices de acuerdo con la forma de vida de las especies registradas en la zona de pastizal.

- **Análisis diversidad del estrato herbáceo**

Se verificó la presencia de 18 especies dentro del estrato herbáceo del área de pastizal. Se presenta a continuación la tabla del análisis estadístico para este estrato.

Tabla IV.12 Análisis estadísticos del estrato herbáceo

NOMBRE CIENTÍFICO	Número individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
Smilax spinosa	2	0.0190	-3.9608	0.0754
Spermacoce verticillata	3	0.0286	-3.5553	0.1016
Dactyloctenium aegyptium	3	0.0286	-3.5553	0.1016
Megathyrsus maximus	4	0.0381	-3.2677	0.1245
Herissantia crispa	15	0.1429	-1.9459	0.2780
Waltheria indica	6	0.0571	-2.8622	0.1636
Mesosphaerum suaveolens	16	0.1524	-1.8814	0.2867
Chamaecrista nictitans	3	0.0286	-3.5553	0.1016
Dalechampia scandens	2	0.0190	-3.9608	0.0754
Euphorbia hypericifolia	2	0.0190	-3.9608	0.0754
Cyperus rotundus	2	0.0190	-3.9608	0.0754
Distimake aegyptius	14	0.1333	-2.0149	0.2687
Ipomoea splendor-sylvae	6	0.0571	-2.8622	0.1636
Ipomoea triloba	3	0.0286	-3.5553	0.1016
Sclerocarpus divaricatus	3	0.0286	-3.5553	0.1016
Tridax procumbens	4	0.0381	-3.2677	0.1245
Viguiera dentata	16	0.1524	-1.8814	0.2867
Gonolobus barbatus	1	0.0095	-4.6540	0.0443
TOTAL	**105**	**1**		**2.55009154**

Como se puede observar que las especies *Mesosphaerum suaveolens* y *Viguiera dentata* presentan la mayor abundancia con 16 individuos registrados cada uno en el muestreo.

Este estrato presenta una distribución de J´=0.88, con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo no es alta. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en nuestra área de estudio es de 2.89 y la H´ calculada fue de 2.55, lo que nos indica que este estrato se encuentra cerca de la máxima diversidad esperada dentro del predio.

Tabla IV.13 Resumen de parámetros e indicadores del estrato herbáceo

HERBÁCEO	
RIQUEZA (S)	18
Shannon-Wiener H' CALCULADA	2.55
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.89
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.88

- **Análisis estadístico del estrato arbustivo**

Se verifico la presencia de 10 especies dentro del estrato arbustivo. Se presenta a continuación la tabla del análisis estadístico para este estrato.

Tabla IV.14 Análisis estadístico del estrato arbustivo

NOMBRE CIENTÍFICO	Número individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
Lantana camara	1	0.0400	-3.2189	0.1288
Coccoloba spicata	3	0.1200	-2.1203	0.2544
Pisonia aculeata	2	0.0800	-2.5257	0.2021
Malvaviscus arboreus	2	0.0800	-2.5257	0.2021
Bauhinia divaricata	2	0.0800	-2.5257	0.2021
Mimosa albida	5	0.2000	-1.6094	0.3219
Senna uniflora	3	0.1200	-2.1203	0.2544
Senna villosa	4	0.1600	-1.8326	0.2932
Vachellia collinsii	2	0.0800	-2.5257	0.2021
Diospyros tetrasperma	2	0.0800	-2.5257	0.2021
TOTAL	25	1		2.1343

Como se puede observar que las especies *Mimosa albida* y *Senna villosa,* presentan la mayor abundancia con 5 y 4 individuos registrados cada uno respectivamente en el muestreo.
Este estrato presenta una distribución de J´=0.92, con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo no es alta. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en nuestra área de estudio es de 2.30 y la H´ calculada fue de 2.13, lo que nos indica que este estrato se encuentra cerca de la máxima diversidad esperada dentro del predio.

Tabla IV.15 Resumen de parámetros e indicadores del estrato arbustivo

ARBUSTIVO	
RIQUEZA (S)	10
H' CALCULADA	2.13
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.30
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.92

- **Análisis estadístico del estrato arbóreo**

Al determinarse con ayuda de fotointerpretación mediante percepción remota, se determinó el área con mayor presencia de cobertura arbórea y en esta se realizó el muestreo, el cuál incluyó el registro

de las medidas morfométricas de los individuos, como abundancia, diámetro a la altura del pecho (DAP), Cobertura de copa (D1 y D2), Altura, que permiten caracterizar el estado del estrato arbóreo. Debido a las condiciones del predio, se realizó únicamente un transecto de flora (Transecto 11) en el área arbolada, con un área de 1000 m^2.

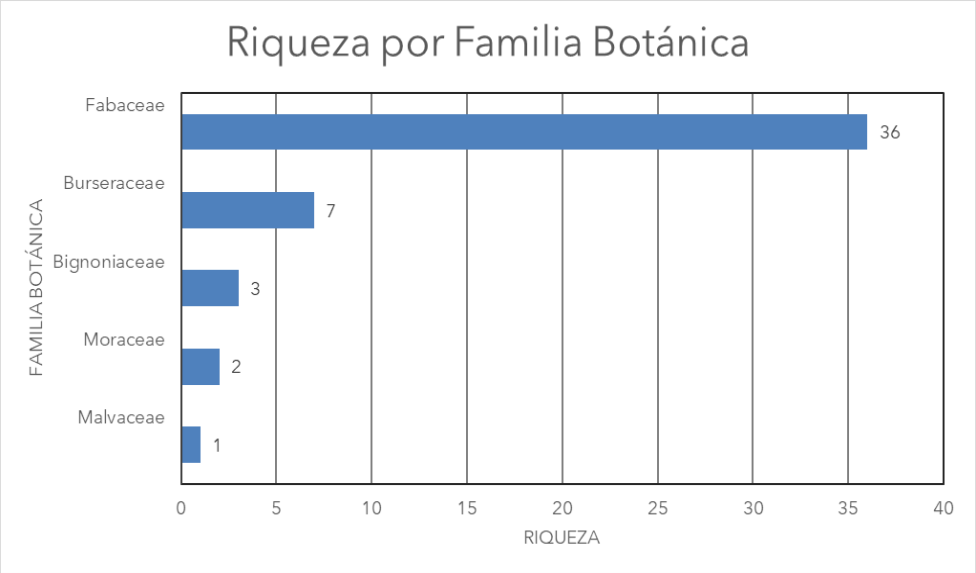
A continuación, se presenta el listado de especies con sus medidas morfométricas pertenecientes al transecto (11) levantado en el área "forestal", donde se encontraron 49 especies

Tabla IV.16 Medidas morfométricas de los individuos arbóreos del área "forestal" (Sitio Forestal 1)

Nombre científico	Abundancia	D1 (cm)	D2 (cm)	DAP (cm)	Altura (m)	COBERTURA (m^2)
Havardia albicans	1	600	400	14	6	0.015394
Havardia albicans	1	600	400	14	6	0.015394
Havardia albicans	1	600	400	14	6	0.015394
Havardia albicans	1	600	400	14	6	0.015394
Havardia albicans	1	600	400	14	6	0.015394
Havardia albicans	1	600	400	14	7	0.015394
Havardia albicans	1	600	400	14	7	0.015394
Bursera simaruba	1	200	200	28	7	0.061575
Bursera simaruba	1	200	200	28	7	0.061575
Lysiloma latisiliquum	1	400	400	12	6	0.011310
Lysiloma latisiliquum	1	400	400	12	6	0.011310
Guazuma ulmifolia	1	400	400	7.5	5	0.004418
Havardia albicans	1	400	500	7.5	5	0.004418
Havardia albicans	1	400	500	7.5	5	0.004418
Havardia albicans	1	400	500	7.5	5	0.004418
Havardia albicans	1	400	500	7.5	5	0.004418
Havardia albicans	1	400	500	7.5	5	0.004418
Havardia albicans	1	400	500	7.5	5	0.004418
Havardia albicans	1	400	500	7.5	5	0.004418
Havardia albicans	1	400	500	7.5	5	0.004418
Havardia albicans	1	400	500	7.5	5	0.004418
Lysiloma latisiliquum	1	400	300	7.5	5	0.004418
Senegalia gaumeri	1	400	400	9	7	0.006362
Senegalia gaumeri	1	400	400	9	7	0.006362
Vachellia pennatula	1	500	500	16	6.5	0.020106
Vachellia pennatula	1	500	500	16	6.5	0.020106
Lonchocarpus sp	1	100	100	9	7	0.006362
Maclura tinctoria	1	200	200	7.5	6	0.004418
Lysiloma	1	300	300	25	8	0.049087

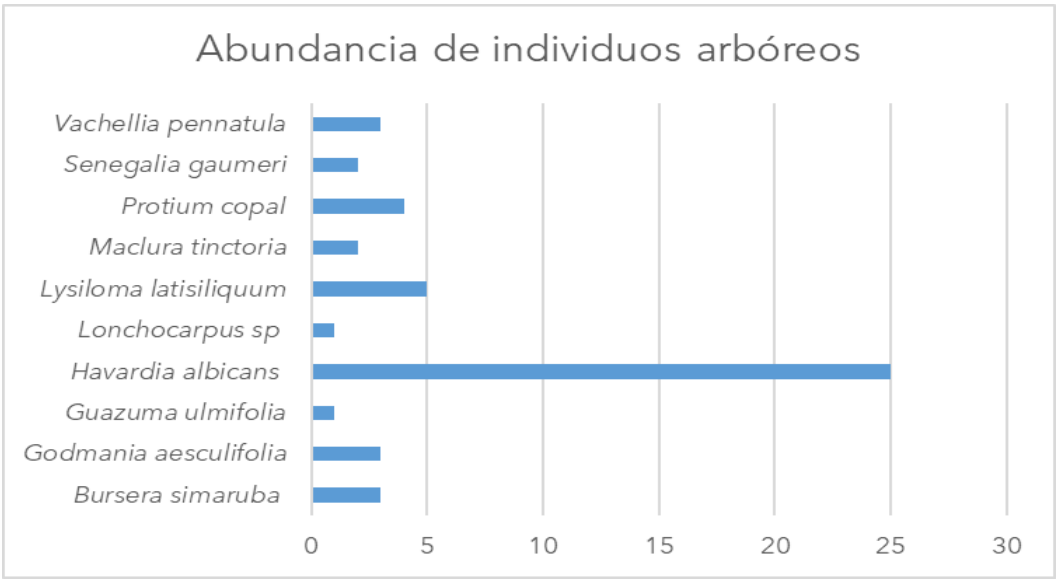
Nombre científico	Abundancia	D1 (cm)	D2 (cm)	DAP (cm)	Altura (m)	COBERTURA (m^2)
latisiliquum						
Lysiloma latisiliquum	1	300	300	25	8	0.049087
Maclura tinctoria	1	700	500	42	15	0.138544
Bursera simaruba	1	100	100	7.5	5	0.004418
Godmania aesculifolia	1	300	200	10	7	0.007854
Godmania aesculifolia	1	300	200	10	7	0.007854
Vachellia pennatula	1	300	200	10	7	0.007854
Havardia albicans	1	200	200	10	6	0.007854
Havardia albicans	1	200	200	10	6	0.007854
Havardia albicans	1	300	300	25	6	0.049087
Havardia albicans	1	300	300	25	6	0.049087
Havardia albicans	1	300	300	25	6	0.049087
Godmania aesculifolia	1	200	100	15	6	0.017671
Protium copal	1	200	200	15	8	0.017671
Protium copal	1	200	200	15	8	0.017671
Protium copal	1	200	200	15	8	0.017671
Protium copal	1	200	200	15	8	0.017671
Havardia albicans	1	300	300	20	7	0.031416
Havardia albicans	1	300	300	20	7	0.031416
Havardia albicans	1	300	300	20	7	0.031416

En el muestreo se encontraron 49 individuos arbóreos, pertenecientes a 10 géneros y 5 familias. De acuerdo con la riqueza por familia botánica, la predominancia es de la familia Fabaceae, como se muestra en la siguiente gráfica:



Gráfica IV.7 Riqueza según familia botánica en el área "forestal"

En el caso de la abundancia de individuos, se observa como la especie más abundante *Havardia albicans (Chukúm)* con 25 individuos, seguido por siendo *Lysiloma latisiliquum (Tsalam)* con 5 individuos, mientras que el resto se presentaron entre 1 y 4 individuos. El Chukúm se utiliza como especie para cerco vivo y el Tsalam como especie forrajera.



Gráfica IV.8 Abundancia de individuos arbóreos

La altura de los individuos varía entre 5 y 15 metros, siendo individuos de menor altura de: *Bursera simaruba, Guazuma ulmifolia, Havardia albicans, Lysiloma latisiliquum*. Mientras que el individuo de mayor altura y DAP es *Maclura tinctoria*, con 15 metros de altura y un DAP de 42 cm. De acuerdo

con la información bibliográfica[3] las especies: *Bursera simaruba, Lysiloma latisiliquum Piscidia piscipula, Gymnopodium floribundum y Senegalia gaumeri* son especies nativas de rápido crecimiento presentes en el sitio, además de ser especies comunes de sucesión secundaria cuyas alturas varían entre los 5 y 7m de altura.

- **Vegetación del área de estudio**

A continuación, se presenta el mapa de cobertura y tipo de vegetación de acuerdo con la digitalización de coberturas y el trabajo de campo realizado. En el mapa se puede observar que predomina la vegetación preferentemente secundaria descrita de la siguiente manera: *Pastizal inducido con vegetación secundaria*, vegetación secundaria arbórea y arbustiva (Cerco vivo) y vegetación secundaria de selva baja caducifolia. Esto se determinó de acuerdo con las especies registradas y la condición de la comunidad vegetal. Se presenta la tabla de áreas para cada tipo de cobertura

Tabla IV.17 Superficie por tipo de cobertura en el predio del proyecto

Cobertura	Área (Ha)	Área (m^2)	Porcentaje (%)
Construcción	2	23,942	0.39%
Desprovisto de vegetación	4	44,832	0.73%
Vegetación inducido - Cerco vivo	17	169,686	2.77%
Vegetación secundaria - pastizal inducido	570	5,700,681	93.06%
Vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja caducifolia	19	186,952	3.05%
Total	613	6,126,092	

[3] Jimenez -Osorio, JJ., Durán G, R., Dupuy R., J.M., Gonzalez-Iturbe, JA., 2010. Uso del suelo y vegetación secundaria. En: Durán R. y Méndez M. (Eds). 2010. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA, 496 pp. https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap9/04%20Vegetacion%20secundaria.pdf



Figura IV.30 Determinación de la vegetación del área del proyecto

Considerando la importancia de la vegetación para las comunidades y tradiciones mayas se presenta un cuadro de las especies registradas en el predio, con usos tradicionales para esta cultura.

Tabla IV.18 Especies registradas en el área del proyecto con usos tradicionales mayas

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	USO TRADICIONAL MAYA	FORMA DE VIDA
Ehretia tinifolia	Beek	Medicinal: tratamiento de problemas estomacales; melífera, leña, sombra, forrajera, maderable, ornamental, mágico religioso, artesanal, construcción.	Arbórea
Bursera simaruba	Chakaj	Medicinal: látex para infecciones; corteza para heridas y quemaduras; Mágico religioso	Arbórea
Cenostigma gaumeri	Kitamche	Tinte: madera usada como colorante.	Arbórea
Enterolobium cyclocarpum	Pich	Forrajero: alimento para ganado; ornamental: sombra y reforestación; comestible, cosméticos, medicinal.	Arbórea
Havardia albicans	Chukum	Tinte: resina para curado de maderas y pigmentos. Medicinal, maderable, se usa para curtir pieles, melífera y como cerca viva.	Arbórea
Lonchocarpus longistylus	Balché	Ritual: preparación de bebidas fermentadas en ceremonias.	Arbórea
Lysiloma latisiliquum	Tzalam	Construcción: madera para muebles y estructuras; forrajera, medicinal, melífera y curtiente.	Arbórea
Piscidia piscipula	Jabín	Medicinal: calmante natural; uso veterinario como sedante; mágico-religiosa, culinario, también maderable.	Arbórea
Senegalia gaumeri	Catzin	Forrajero: alimento para ganado; leña para carbón; melífera y medicinal	Arbórea
Ceiba pentandra	Ceiba, Pochote (español); Ya'ax che'(maya).	Sagrado: árbol mítico maya; uso medicinal y construcción; Ornamental y fibra sedosa.	Arbórea
Guazuma ulmifolia	Guácimo, Kabal Pixoy, poxoy (maya)	Medicinal: corteza para tratar diarreas, (Baños y parto); forrajero, para limpiar el guarapo de la caña, para curtir pieles y para leña.	Arbórea
Cedrela odorata	Cedro	Construcción: madera para muebles finos y carpintería. Medicinal	Arbórea
Bauhinia divaricata	Ts' ulub took'	Forrajero: alimento para animales. Construcción, medicinal, alimentación y	Arbustiva

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	USO TRADICIONAL MAYA	FORMA DE VIDA
		ornamental.	
Gymnopodium floribundum	Dzidzilché	Melífera: flor usada en la producción de miel por abejas meliponas. Combustible	Arbustiva
Chamaecrista nictitans	Tamarindillo	Medicinal: laxante natural.	Herbácea
Smilax spinosa	Espina de Cristo	Medicinal: raíz utilizada como tónico y para problemas reumáticos.	Herbácea
Acrocomia aculeata	Cocoyol	Alimenticio: frutos comestibles; elaboración de herramientas artesanales, construcción y medicinal	Palma
Sabal mexicana	Huano	Construcción: hojas usadas para techos de viviendas y artesanías como sombreros.	Palma
Cnidoscolus aconitifolius	Chaya silvestre	Alimenticio: hojas cocidas como verdura nutritiva.	Arbustiva
Jatropha gaumeri	Pomolche	Medicinal: corteza para tratar infecciones cutáneas. Construcción: troncos para cerca vivas	Arbustiva
Pisonia aculeata	Béeb	Melífera y Medicinal: se usa para problemas cutáneos y picaduras de insectos.	Arbustiva
Viguiera dentata	Taj, Tajonal (Español)	Melífera, forraje para ganado, los tallos son usados para la elaboración de cohetes (fuegos artificiales).	Herbácea
Senna villosa	Box salche', saal che', suul che' (maya).	Medicinal y construcción	Herbácea
Maclura tinctoria	Palo moral, mora (español); chak oox (maya).	Maderable	Arbórea
Godmania aesculifolia	Ajowan che', jo'ak'ab (maya	Medicinal (parto y para dolores).	Arbórea

IV.3.1.3.3 Fauna

- **Tipos de fauna**

Para el Estado de Yucatán se reconoce la presencia de un gran número de especies de vertebrados. Los anfibios con solo 18 especies registradas son el grupo menos diverso en el Estado, aunque también es importante mencionar que los estudios de este grupo son significativamente menores

en comparación con los otros grupos de vertebrados. Para el caso de los reptiles se tiene registro de 88 especies. En cuanto a Avifauna, se cuenta con un registro total de 456 especies. Para el caso de la Mastofauna se ha registrado un total de 100 especies.

Tabla IV.19 Fauna registrada para la Península de Yucatán

GRUPO DE FAUNA	MÉXICO	PENÍNSULA DE YUCATÁN	YUCATÁN	CAMPECHE	Q. ROO
Anfibios	376 (Parra-Olea G. *et al*, 2014) The Herpetofauna of the Mexican Yucatan Peninsula: composition, distribution, and conservation status	25 González-Sánchez V. *et al (2017)* The Herpetofauna of the Mexican Yucatan Peninsula: composition, distribution, and conservation status	18 Chablé J. (2010) Biodiversidad y desarrollo humano de Yucatán	24 (Parra-Olea G. *et al*, 2014) The Herpetofauna of the Mexican Yucatan Peninsula: composition, distribution, and conservation status	22 Ceñedo-Vázquez J. et al. (2011) Riqueza biológica de Quintana Roo, un análisis para su conservación
Reptiles	804 Chablé J. (2010) Biodiversidad y desarrollo humano de Yucatán	140 Calderón M. R. *et al. (2010)* La biodiversidad en Campeche: Estudio de caso	88 González-Sánchez V. *et al (2017)* The Herpetofauna of the Mexican Yucatan Peninsula: composition, distribution, and conservation status	99 Calderón M. R. *et al. (2010)* La biodiversidad en Campeche: Estudio de caso	106 Calderón M. R. et al. (2011) Riqueza biológica de Quintana Roo, un análisis para su conservación
Aves	1070 (Navarro-Sigüenza y Peterson 2004)	543 MacKinnon (2005)	456 Departamento de Zoología del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán.	489 Escalona Segura G. *et al (2010)* La biodiversidad en Campeche: Estudio de caso	483 Correa Sandoval J. y MacKinnon H. B. (2011) Riqueza biológica de Quintana Roo, un análisis para su conservación
Mamíferos terrestres	525 Hernández-Betancourt S. *et al.* (2010)	123 Sosa-Escalante *et al.* (2013) Mamíferos	100 Sosa-Escalante *et al.* (2013) Mamíferos	103 Sosa-Escalante *et al.* (2013) Mamíferos	108 Sosa-Escalante *et al.* (2013) Mamíferos

GRUPO DE FAUNA	MÉXICO	PENÍNSULA DE YUCATÁN	YUCATÁN	CAMPECHE	Q. ROO
	Biodiversidad y desarrollo humano de Yucatán	terrestres de la Península de Yucatán, México: Riqueza, endemismo y riesgo.	terrestres de la Península de Yucatán, México: Riqueza, endemismo y riesgo.	terrestres de la Península de Yucatán, México: Riqueza, endemismo y riesgo.	terrestres de la Península de Yucatán, México: Riqueza, endemismo y riesgo.
Total	2,775	831	662	717	719

Caracterización de fauna

Para la caracterización de la fauna del área del proyecto se utilizaron las siguientes metodologías por grupo faunístico:

- **Anfibios y reptiles**

La metodología que se utilizó fue la revisión de micro ecosistemas en estratos arbóreos y a ras del suelo durante el recorrido dentro del predio. Se localizan sitios en donde las condiciones podrían albergar especímenes pertenecientes a cualquiera de estos dos grupos y se hacía una revisión de este. Se utilizó un gancho y bastón herpetológico.

Anfibios y reptiles son un grupo realmente difícil de trabajar, su biología les ha concedido perfectos sistemas de mimetismo que dificultan el hecho de avistarlos y capturarlos.

Se realizÓ una revisión exhaustiva del área del proyecto y en los predios colindantes para conocer a las especies de herpetofauna que circundan las inmediaciones del predio; para lo cual se realizaron 20 transectos con una longitud de 100 metros y 5 metros por lado; dando una superficie total de 20,000m^2.

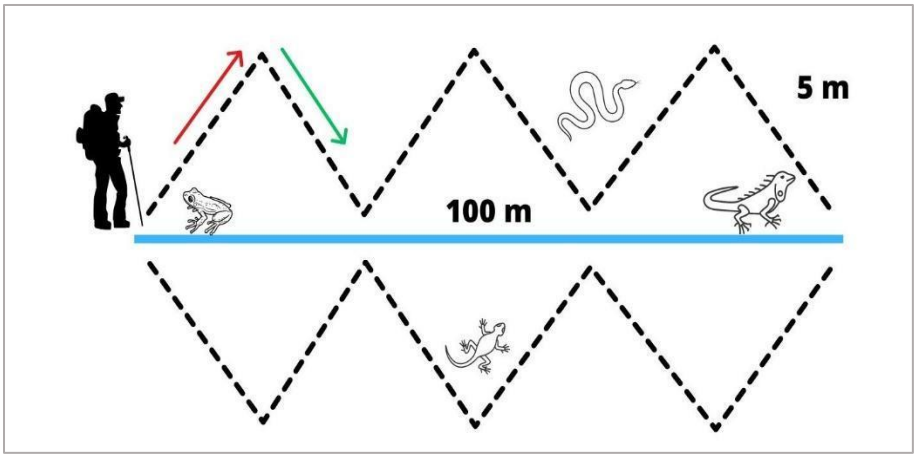


Figura IV.31 Transectos para herpetofauna

El muestreo se llevó a cabo los días 24, 25 y 26 de noviembre de 2024 dando como resultado la ejecución de 20 transectos, como se puede ver a continuación.

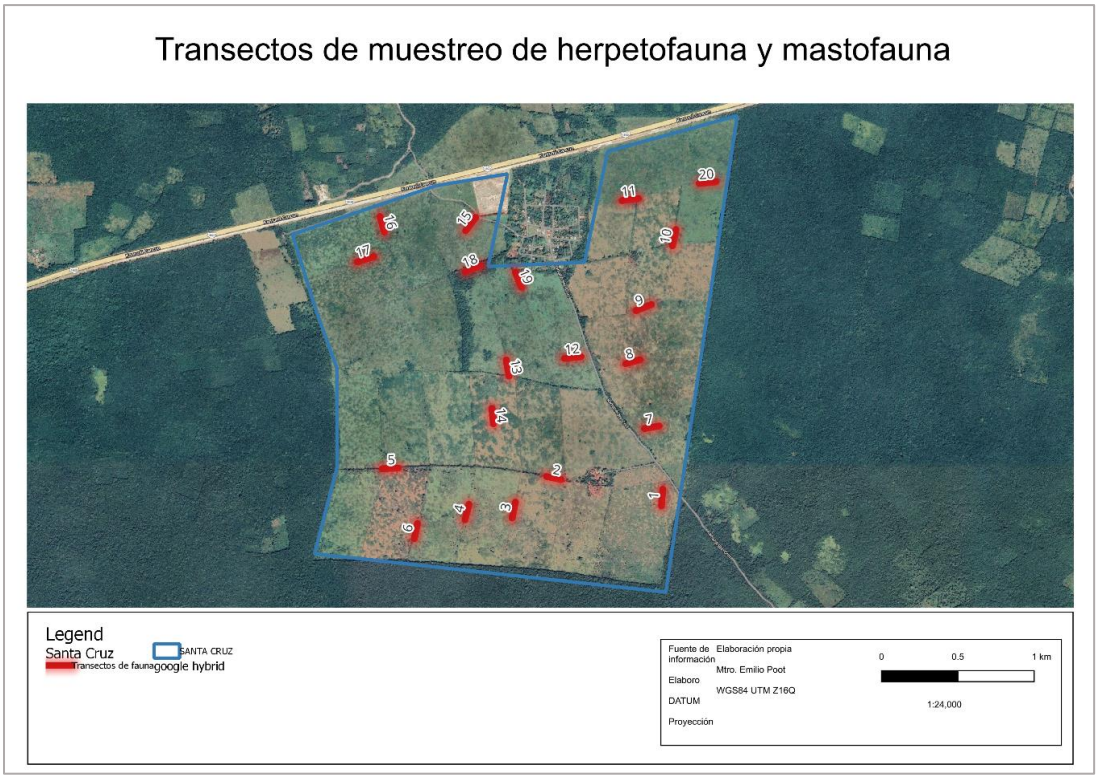


Figura IV.32 Transectos de herpetofauna

- **Aves**

Para el registro de aves se utilizó la metodología de recuentos en punto o puntos de conteo, los cuales son conceptual y teóricamente similares a los trayectos, solo que de longitud y velocidad cero. El objetivo en los puntos de conteo es contar a los individuos una sola vez, y constituyen uno de los métodos más populares para estudiar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en las aves terrestres (Reynolds et al. 1980, Bibbyet al. 1992, Ralph et al. 1996).

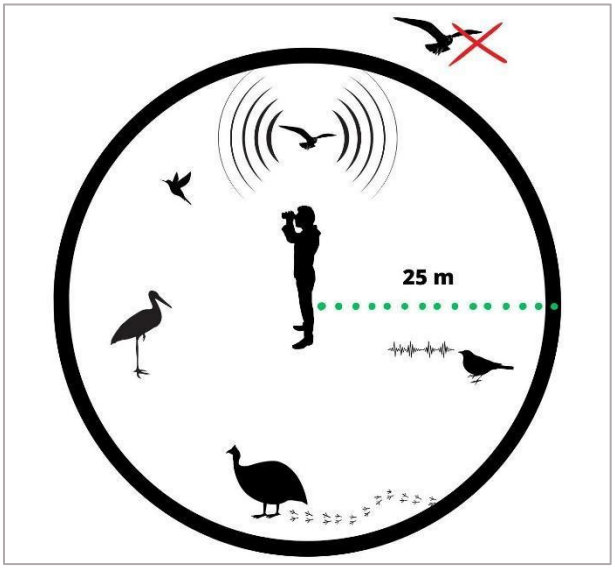


Figura IV.33 Puntos de conteo para aves

Se manejaron 12 puntos de conteo con un radio de 25 metros, dando unidades de muestra de 1963.5 metros cuadrados y una superficie de muestra total de 23,562 m2; como se puede ver a continuación.



Figura IV.34 Punto de conteos de aves en el área del proyecto

- **Mamíferos**

La acción de rastrear es un valioso método para aprender los hábitos de los animales, porque es prácticamente equivalente a observar a un animal por un largo periodo de tiempo bajo condiciones naturales; los rastros son un lenguaje de signos el cual solo necesita una cierta interpretación para ser comprendido.

De esta forma se utilizó la metodología de identificación y extracción de huellas y/o excretas para mamíferos medianos y grandes, ya que es la forma más sencilla y directa de establecer ausencias y presencias en diferentes sitios del predio.

Para este caso se necesitan tomar varias consideraciones para minimizar el grado de error al máximo, como son la anatomía general de las extremidades, incluyendo el apoyo al andar, número y tamaño de dedos, cojinetes, garras, uñas, pezuñas; la marcha que puede ser caminata, trote y salto; la influencia del terreno; paso del tiempo y condiciones ambientales.

Cualquier rastro que pueda ser claramente identificado hasta nivel específico es una evidencia confiable de la presencia de una especie en un lugar determinado.

Por consiguiente, se registró todo rastro (huella, excreta, pelos) que pudiera ser plenamente identificado y que se encontraran dentro del predio esto considerando que las dimensiones del predio son pequeñas.

De igual manera, el personal involucrado corrió la metodología de avistamiento directo dentro del Área de influencia.

Se realizo una revisión exhaustiva del área del proyecto y en los predios colindantes para conocer a las especies de mastofauna que circundan las inmediaciones del predio; para lo cual se realizaron 20 transectos con una longitud de 100 metros y 5 metros por lado; dando una superficie total de 20,000m2.

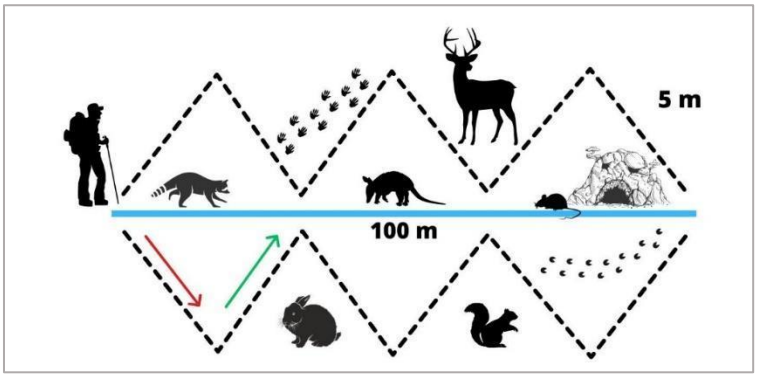


Figura IV.35 Lámina de ejecución de transectos de mastofauna

El muestreo se llevó a cabo los días 24, 25 y 26 de noviembre de 2024 dando como resultado la ejecución de 20 transectos, como se puede ver a continuación:

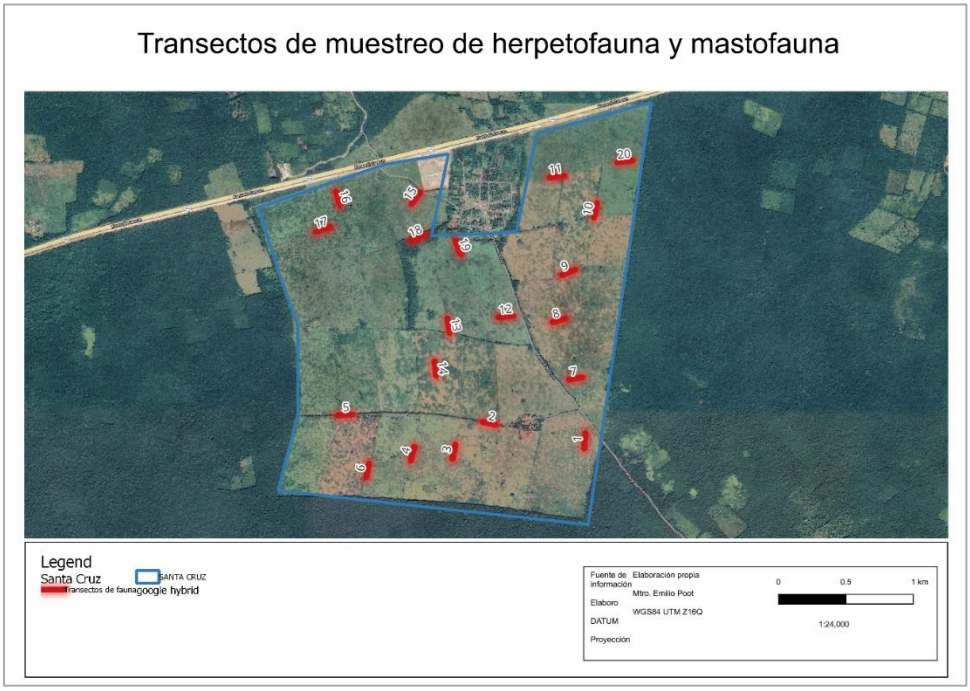


Figura IV.36 Transectos de mastofauna

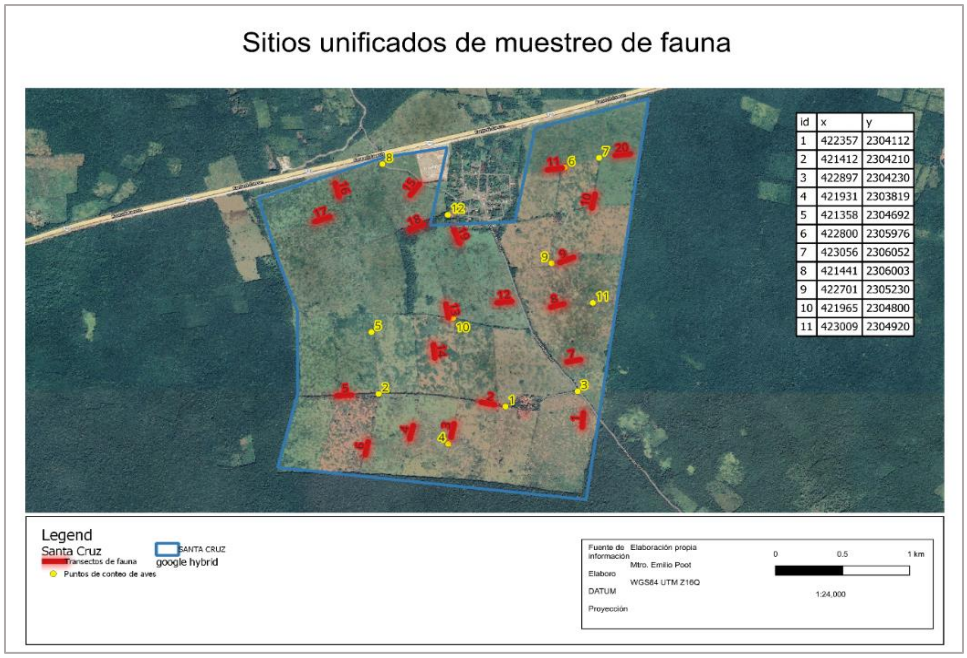


Figura IV.37 Muestreo de fauna en el área del proyecto

Tabla IV.20 Coordenadas de puntos de conteo

ID	x	y
1	422357	2304112
2	421412	2304210
3	422897	2304230
4	421931	2303819
5	421358	2304692
6	422800	2305976
7	423056	2306052
8	421441	2306003
9	422701	2305230
10	421965	2304800
11	423009	2304920
12	421928	2305607

Tabla IV.21 Coordenadas de transectos de herpetofauna y mastofauna

X	Y	ID V
422939	2304061	T1I
422930	2303951	T1F
422275	2304125	T2I
422178	2304145	T2F
421974	2303976	T3I
421953	2303871	T3F
421670	2303961	T4I
421645	2303860	T4F
421208	2304200	T5I
421102	2304196	T5F
421333	2303836	T6I
421313	2303735	T6F
422820	2304459	T7I
422915	2304476	T7F
422696	2304886	T8I
422791	2304911	T8F
422763	2305235	T9I
422866	2305275	T9F
423003	2305661	T10I
423025	2305768	T10F
422672	2305958	T11I
422779	2305972	T11F
422404	2304932	T12I
422295	2304920	T12F
421933	2304805	T13I

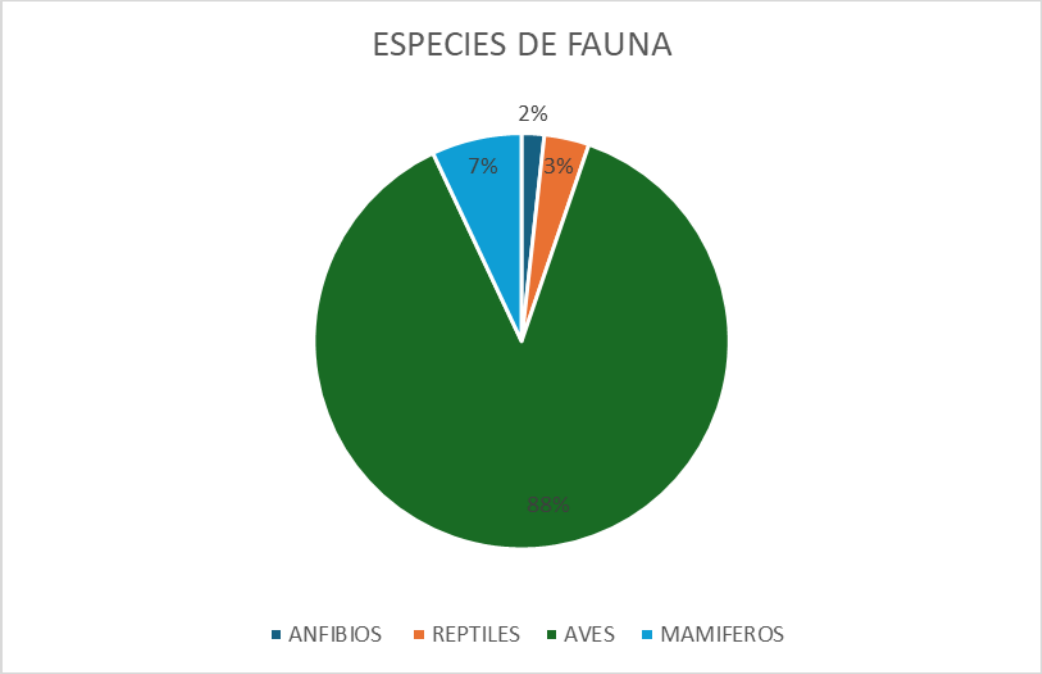
X	Y	ID V
421914	2304912	T13F
421821	2304592	T14I
421831	2304490	T14F
421715	2305847	T15I
421649	2305761	T15F
421089	2305853	T16I
421117	2305751	T16F
421047	2305589	T17I
420938	2305554	T17F
421746	2305531	T18I
421647	2305489	T18F
421974	2305487	T19I
422014	2305388	T19F
423177	2306070	T20I
423286	2306081	T20F

Para la identificación de mamíferos se utilizó principalmente el manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México (Aranda-Sánchez 2012); sin embargo, se prosiguió a la comparación de estos con la Guía de huellas de los mamíferos y grandes reptiles de Misiones y otras áreas del subtrópico de Argentina (Pabiolo et al. 2017), ya que pueden existir variaciones por las características de los suelos de la Península de Yucatán; además de que esta última presenta las láminas de huellas de especies domésticas como lo son perros, gatos, cerdos domésticos y caballos. De igual manera se tenía a la disposición el uso de la Guía para identificar los mamíferos de México (Álvarez-Castañeda et al. 2015), esto en el caso de encontrarse cráneos en el área del proyecto, ya que esta presenta láminas y medidas de los cráneos de mamíferos distribuidos naturalmente en México.

- Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México (2012), Aranda Sánchez, Jaime Marcelo. ISBN: 9778-607-7607-69-4
- Guía para identificar los mamíferos de México (2015), Álvarez-Castañeda, Álvarez Ticul, González-Ruiz. SN: 978-607-7634-15-7.
- Guía de huellas de mamíferos y grandes reptiles de Misiones y otras áreas del subtrópico de Argentina. (2017). Pabiolo; Agustín, De Ángelo; Carlos, Di Betetti; Mario y De Blanco; Yamil. Tercera edición. ISBN: 978-987-23533-4-6.

- **Inventario faunístico**

De manera preliminar se obtuvo una diversidad total de 57 especies de fauna silvestre; quedando de la siguiente manera: 1 especie de anfibio, 2 especies de reptiles, 50 especies de aves y 4 de mamíferos; cómo se puede ver a continuación.



Gráfica IV.9 Distribución de las especies de fauna registradas en el área del proyecto

Como se mencionó anteriormente se obtuvo el registro de 1 especie de anfibio, 2 especies de reptiles, 4 especies de mamíferos y 50 especies de aves.

De manera siguiente se indican el Orden, Familia, Especie, Nombre común y Estatus en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 de las especies encontradas por medio de la caracterización faunística realizada en el predio en que pretende desarrollarse el proyecto.

Tabla IV.22 Listado de anfibios del área del proyecto

ANFIBIOS									
#	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	RESIDENCIA	NOM-059	UICN	ENDEMISMOS	CITES
1	Anura	Hylidae	*Trachycephalus vermiculatus*	Rana Arborícola Lechosa	R	SC	LC	NE	
RESIDENCIA - R= Residente									
NOM-059-SEMARNAT-2010 - SC= Sin Categoría									
IUCN - LC= Preocupación Menor									
CITES - Sin clasificación									

Tabla IV.23 listado de reptiles del área del proyecto

REPTILES									
#	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	RESIDENCIA	NOM-059	UICN	ENDEMISMOS	CITES

1	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija Espinosa de Puntos Amarillos	R	SC	LC	NE	
2		Iguanidae	***Ctenosaura similis***	**Iguana Negra de Cola Espinosa**	**R**	**A**	LC	NE	
RESIDENCIA - R= Residente									
NOM-059-SEMARNAT-2010 - A= Amenazado, SC= Sin Categoría									
IUCN - LC= Preocupación Menor									
CITES - Sin clasificación									
ENDEMISMO - NE= No Endémica									

Tabla IV.24 Listado de aves del área del proyecto

AVES									
#	**ORDEN**	**FAMILIA**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**RESIDENCIA**	**NOM-059**	**UICN**	**ENDEMISMOS**	**CITES**
1	Tinamiformes	Tinamidae	***Crypturellus cinnamomeus***	**Tinamú Canelo**	**R**	**Pr**	LC	NE	
2	Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	R	SC	LC	NE	
3			*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	R	SC	LC	NE	
4	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	R	SC	LC	NE	
5	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	R	SC	LC	NE	II
6	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	R	SC	LC	NE	
7			*Cathartes aura*	Zopilote Aura	R	SC	LC	NE	
8	Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	R	SC	LC	NE	II
9	Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	R	SC	LC	NE	II
10	Falconiformes	Falconidae	*Falco columbarius*	Halcon Esmerejón	RI	SC	LC	NE	II
11	Psittaciformes	Psittacidae	***Amazona albifrons***	**Loro Frente Blanca**	**R**	**Pr**	LC	NE	II
12			***Eupsittula nana***	**Perico Pecho Sucio**	**R**	**Pr**	NT	NE	II
13	Passeriformes	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	R	SC	LC	NE	
14		Tyrannidae	*Empidonax flaviventris*	Papamoscas Vientre Amarillo	RI	SC	LC	NE	
15			*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	RI	SC	LC	NE	
16			*Myiarchus yucatanensis*	Papamoscas Yucateco	R	SC	LC	**ENPY**	
17			*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas Triste	R	SC	LC	NE	
18			*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	R	SC	LC	NE	
19			*Myiozetetes similis*	Luisito Común	R	SC	LC	NE	
20			*Tyrannus melancholichus*	Tirano Pirirí	R	SC	LC	NE	
21			*Tyrannus couchii*	Tirano Cuir	R	SC	LC	NE	
22		Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	RI	SC	LC	NE	
23			*Vireo pallens*	Vireo Manglero	R	Pr	LC	NE	

AVES									
#	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	RESIDENCIA	NOM-059	UICN	ENDEMISMOS	CITES
24		Corvidae	*Cyanocorax morio*	Chara Café	R	SC	LC	NE	
25		Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	R	SC	LC	NE	
26			*Petrochelidon fulva*	Golondrina Pueblera	R	SC	LC	NE	
27		Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	R	SC	LC	NE	
28		Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	R	SC	LC	NE	
29		Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle Tropical	R	SC	LC	NE	
30		Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	R	SC	LC	NE	
31		Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia Garganta Negra	R	SC	LC	NE	
32		Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador Oliváceo	R	SC	LC	NE	
33		Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	R	SC	LC	NE	
34			*Dives dives*	Tordo Cantor	R	SC	LC	NE	
35			*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	R	SC	LC	NE	
36		Parulidae	*Parkesia noveborascensis*	Chipe Charquero	RI	SC	LC	NE	
37			*Geothlypis poliocephala*	Mascarita Pico Grueso	R	SC	LC	NE	
38			*Geothlypis trichas*	Mascarita Común	RI	SC	LC	NE	
39			*Setophaga citrina*	Chipe Encapuchado	RI	SC	LC	NE	
40			*Setophaga americana*	Chipe Pecho Manchado	RI	SC	LC	NE	
41			*Setophaga magnolia*	Chipe de Magnolias	RI	SC	LC	NE	
42			*Setophaga palmarum*	Chipe Playero	RI	SC	LC	NE	
43			*Setophaga discolor*	Chipe de Pradera	RI	SC	LC	NE	
44		Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	RI	SC	LC	NE	
45			*Driophlox fuscicauda*	Piranga Hormiguera Garganta Roja	R	SC	LC	NE	
46			*Passerina cyanea*	Colorín Azul	RI	SC	LC	NE	
47			*Passerina ciris*	Colorín Siete Colores	RI	Pr	LC	NE	
48		Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	R	SC	LC	NE	
49			*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	R	SC	LC	NE	
50			*Tiaris olivaceus*	Semillero Oliváceo	R	SC	LC	NE	
RESIDENCIA - R= Residente, RI= Residente Invernal									
NOM-059-SEMARNAT-2010 - Pr= Sujeta a Protección Especial, SC= Sin Categoría									
IUCN - LC= Preocupación Menor, NT= Casi Amenazado									
CITES - II = Apéndice II									
ENDEMISMO - NE= No Endémica, ENPY= Endémica a la Península de Yucatán									

Tabla IV.25 . Listado de mamíferos del área del proyecto

MAMÍFEROS

#	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	RESIDENCIA	NOM-059	UICN	ENDEMISMOS	CITES
1	Carnivora	Canidae	*Canis latras*	Coyote	R	SC	LC	NE	
2	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla Yucateca	R	SC	LC	ENPY	
3	Artiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de Collar	R	SC	LC	NE	
4		Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado Cola Blanca	R	SC	LC	NE	
RESIDENCIA - R= Residente									
NOM-059-SEMARNAT-2010 - SC= Sin Categoría									
IUCN - LC= Preocupación Menor									
CITES - Sin clasificación									
ENDEMISMO - NE= No Endémica, ENPY= Endémico a la Península de Yucatán									

Análisis estadísticos

- **Anfibios**

Debido al bajo registro obtenido de las especies de anfibios, no se pueden realizar análisis estadísticos.

- **Reptiles**

Únicamente se registra la presencia de 2 especies de reptiles en el área del proyecto (2.27% de los registrados para Yucatán), índice calculado de Shanon-Wiener de 0.69 y un máximo de 0.69; indicando que el área del proyecto ha llegado a la diversidad esperada. Se registra la presencia de la especie *Ctenosaura similis* (iguanidae) en el área del proyecto (de igual manera fue avistada en el área urbana), siendo una especie tolerante a sitios con presión antropogénica a pesar de encontrarse en una categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- **Abundancia relativa**

Tabla IV.26 Abundancia relativa de reptiles

REPTILES			
#	ESPECIE	IND	ABUNDANCIA RELATIVA (%)
1	*Ctenosaura similis*	2	50.000
2	*Sceloporus chrysostictus*	2	50.000
	TOTAL	**4**	**100.0000**

- **Shannon-Wienner**

Tabla IV.27 Shannon-Wienner reptiles

REPTILES				
#	ESPECIE	IND	Pi	Pi*LnPi

1	*Ctenosaura similis*	2	0.5000	-0.3466
2	*Sceloporus chrysostictus*	2	0.5000	-0.3466
	TOTAL	4	1	-1
	INDICE DE SHANNON-WIENER	**0.6931**		

- **Simpson**

Tabla IV.28 Índice Simpson reptiles

REPTILES				
#	**ESPECIE**	**IND**	**Pi**	**Pi^2**
1	*Ctenosaura similis*	2	0.5000	0.2500
2	*Sceloporus chrysostictus*	2	0.5000	0.2500
	TOTAL	4	1	0.5000
	INDICE DE SIMSPON	**0.5000**		

- **Aves**

Se registra la presencia de 50 especies de aves (10.96% de las registradas para Yucatán), se presenta un índice de Shannon calculado de 3.6077 para el área del proyecto y un máximo esperado de 3.9120; lo que nos arroja un índice de Pielou de 0.922 (el proyecto se encuentra cerca de alcanzar la diversidad máxima esperada). Para el área del proyecto se registra la presencia de 5 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 *(Amazona albifrons, Eupsittula nana, Crypturellus cinnamomeus, Passerina ciris* y *Vireo pallens*), estas especies fueron avistadas cerca del proyecto o de paso debido a las zonas conservadas aledañas al área del proyecto o debido a que en su dieta podemos encontrar semillas; para el caso del *Vireo pallens* este puede ser avistado en sitios perturbados, así como en sitios conservados al ser muy generalista.

- **Abundancia relativa**

Tabla IV.29 Abundancia relativa aves

AVES			
#	**ESPECIE**	**IND**	**ABUNDANCIA RELATIVA (%)**
1	*Crypturellus cinnamomeus*	2	1.2739
2	*Leptotila verreauxi*	2	1.2739
3	*Zenaida asiatica*	4	2.5478
4	*Crotophaga sulcirostris*	3	1.9108
5	*Amazilia rutila*	1	0.6369
6	*Coragyps atratus*	18	11.4650
7	*Cathartes aura*	3	1.9108
8	*Rupornis magnirostris*	2	1.2739
9	*Glaucidium brasilianum*	1	0.6369

AVES			
#	ESPECIE	IND	ABUNDANCIA RELATIVA (%)
10	*Falco columbarius*	1	0.6369
11	*Amazona albifrons*	2	1.2739
12	*Eupsittula nana*	4	2.5478
13	*Tityra semifasciata*	4	2.5478
14	*Empidonax flaviventris*	1	0.6369
15	*Empidonax minimus*	7	4.4586
16	*Myiarchus yucatanensis*	1	0.6369
17	*Myiarchus tuberculifer*	2	1.2739
18	*Megarynchus pitangua*	2	1.2739
19	*Myiozetetes similis*	5	3.1847
20	*Tyrannus melancholichus*	4	2.5478
21	*Tyrannus couchii*	1	0.6369
22	*Vireo griseus*	1	0.6369
23	*Vireo pallens*	8	5.0955
24	*Cyanocorax morio*	2	1.2739
25	*Stelgidopteryx serripennis*	4	2.5478
26	*Petrochelidon fulva*	2	1.2739
27	*Polioptila caerulea*	4	2.5478
28	*Pheugopedius maculipectus*	2	1.2739
29	*Mimus gilvus*	6	3.8217
30	*Turdus grayi*	2	1.2739
31	*Euphonia affinis*	6	3.8217
32	*Arremonops rufivirgatus*	4	2.5478
33	*Molothrus aeneus*	5	3.1847
34	*Dives dives*	2	1.2739
35	*Quiscalus mexicanus*	4	2.5478
36	*Parkesia noveborascensis*	1	0.6369
37	*Geothlypis poliocephala*	2	1.2739
38	*Geothlypis trichas*	7	4.4586
39	*Setophaga citrina*	2	1.2739
40	*Setophaga americana*	1	0.6369
41	*Setophaga magnolia*	1	0.6369
42	*Setophaga palmarum*	8	5.0955
43	*Setophaga discolor*	1	0.6369
44	*Piranga rubra*	1	0.6369
45	*Driophlox fuscicauda*	2	1.2739
46	*Passerina cyanea*	4	2.5478
47	*Passerina ciris*	1	0.6369
48	*Volatinia jacarina*	2	1.2739

AVES			
#	ESPECIE	IND	ABUNDANCIA RELATIVA (%)
49	*Sporophila morelleti*	1	0.6369
50	*Tiaris olivaceus*	1	0.6369
	TOTAL	**157**	**100.0000**

- **Shannon-Wienner**

Tabla IV.30 Shannon-Wienner Aves

AVES				
#	ESPECIE	IND	Pi	Pi*LnPi
1	*Crypturellus cinnamomeus*	2	0.0127	-0.0556
2	*Leptotila verreauxi*	2	0.0127	-0.0556
3	*Zenaida asiatica*	4	0.0255	-0.0935
4	*Crotophaga sulcirostris*	3	0.0191	-0.0756
5	*Amazilia rutila*	1	0.0064	-0.0322
6	*Coragyps atratus*	18	0.1146	-0.2483
7	*Cathartes aura*	3	0.0191	-0.0756
8	*Rupornis magnirostris*	2	0.0127	-0.0556
9	*Glaucidium brasilianum*	1	0.0064	-0.0322
10	*Falco columbarius*	1	0.0064	-0.0322
11	*Amazona albifrons*	2	0.0127	-0.0556
12	*Eupsittula nana*	4	0.0255	-0.0935
13	*Tityra semifasciata*	4	0.0255	-0.0935
14	*Empidonax flaviventris*	1	0.0064	-0.0322
15	*Empidonax minimus*	7	0.0446	-0.1387
16	*Myiarchus yucatanensis*	1	0.0064	-0.0322
17	*Myiarchus tuberculifer*	2	0.0127	-0.0556
18	*Megarynchus pitangua*	2	0.0127	-0.0556
19	*Myiozetetes similis*	5	0.0318	-0.1098
20	*Tyrannus melancholichus*	4	0.0255	-0.0935
21	*Tyrannus couchii*	1	0.0064	-0.0322
22	*Vireo griseus*	1	0.0064	-0.0322
23	*Vireo pallens*	8	0.0510	-0.1517
24	*Cyanocorax morio*	2	0.0127	-0.0556
25	*Stelgidopteryx serripennis*	4	0.0255	-0.0935
26	*Petrochelidon fulva*	2	0.0127	-0.0556
27	*Polioptila caerulea*	4	0.0255	-0.0935
28	*Pheugopedius maculipectus*	2	0.0127	-0.0556
29	*Mimus gilvus*	6	0.0382	-0.1248
30	*Turdus grayi*	2	0.0127	-0.0556
31	*Euphonia affinis*	6	0.0382	-0.1248

AVES				
#	ESPECIE	IND	Pi	Pi*LnPi
32	*Arremonops rufivirgatus*	4	0.0255	-0.0935
33	*Molothrus aeneus*	5	0.0318	-0.1098
34	*Dives dives*	2	0.0127	-0.0556
35	*Quiscalus mexicanus*	4	0.0255	-0.0935
36	*Parkesia noveborascensis*	1	0.0064	-0.0322
37	*Geothlypis poliocephala*	2	0.0127	-0.0556
38	*Geothlypis trichas*	7	0.0446	-0.1387
39	*Setophaga citrina*	2	0.0127	-0.0556
40	*Setophaga americana*	1	0.0064	-0.0322
41	*Setophaga magnolia*	1	0.0064	-0.0322
42	*Setophaga palmarum*	8	0.0510	-0.1517
43	*Setophaga discolor*	1	0.0064	-0.0322
44	*Piranga rubra*	1	0.0064	-0.0322
45	*Driophlox fuscicauda*	2	0.0127	-0.0556
46	*Passerina cyanea*	4	0.0255	-0.0935
47	*Passerina ciris*	1	0.0064	-0.0322
48	*Volatinia jacarina*	2	0.0127	-0.0556
49	*Sporophila morelleti*	1	0.0064	-0.0322
50	*Tiaris olivaceus*	1	0.0064	-0.0322
	TOTAL	**157**	1	-4
	INDICE DE SHANNON-WIENER	**3.6077**		

- **Simpson**

Tabla IV.31 Índice Simpson Aves

AVES				
#	ESPECIE	IND	Pi	Pi^2
1	*Crypturellus cinnamomeus*	2	0.0127	0.0002
2	*Leptotila verreauxi*	2	0.0127	0.0002
3	*Zenaida asiatica*	4	0.0255	0.0006
4	*Crotophaga sulcirostris*	3	0.0191	0.0004
5	*Amazilia rutila*	1	0.0064	0.0000
6	*Coragyps atratus*	18	0.1146	0.0131
7	*Cathartes aura*	3	0.0191	0.0004
8	*Rupornis magnirostris*	2	0.0127	0.0002
9	*Glaucidium brasilianum*	1	0.0064	0.0000
10	*Falco columbarius*	1	0.0064	0.0000
11	*Amazona albifrons*	2	0.0127	0.0002
12	*Eupsittula nana*	4	0.0255	0.0006

AVES				
#	ESPECIE	IND	Pi	Pi^2
13	*Tityra semifasciata*	4	0.0255	0.0006
14	*Empidonax flaviventris*	1	0.0064	0.0000
15	*Empidonax minimus*	7	0.0446	0.0020
16	*Myiarchus yucatanensis*	1	0.0064	0.0000
17	*Myiarchus tuberculifer*	2	0.0127	0.0002
18	*Megarynchus pitangua*	2	0.0127	0.0002
19	*Myiozetetes similis*	5	0.0318	0.0010
20	*Tyrannus melancholichus*	4	0.0255	0.0006
21	*Tyrannus couchii*	1	0.0064	0.0000
22	*Vireo griseus*	1	0.0064	0.0000
23	*Vireo pallens*	8	0.0510	0.0026
24	*Cyanocorax morio*	2	0.0127	0.0002
25	*Stelgidopteryx serripennis*	4	0.0255	0.0006
26	*Petrochelidon fulva*	2	0.0127	0.0002
27	*Polioptila caerulea*	4	0.0255	0.0006
28	*Pheugopedius maculipectus*	2	0.0127	0.0002
29	*Mimus gilvus*	6	0.0382	0.0015
30	*Turdus grayi*	2	0.0127	0.0002
31	*Euphonia affinis*	6	0.0382	0.0015
32	*Arremonops rufivirgatus*	4	0.0255	0.0006
33	*Molothrus aeneus*	5	0.0318	0.0010
34	*Dives dives*	2	0.0127	0.0002
35	*Quiscalus mexicanus*	4	0.0255	0.0006
36	*Parkesia noveborascensis*	1	0.0064	0.0000
37	*Geothlypis poliocephala*	2	0.0127	0.0002
38	*Geothlypis trichas*	7	0.0446	0.0020
39	*Setophaga citrina*	2	0.0127	0.0002
40	*Setophaga americana*	1	0.0064	0.0000
41	*Setophaga magnolia*	1	0.0064	0.0000
42	*Setophaga palmarum*	8	0.0510	0.0026
43	*Setophaga discolor*	1	0.0064	0.0000
44	*Piranga rubra*	1	0.0064	0.0000
45	*Driophlox fuscicauda*	2	0.0127	0.0002
46	*Passerina cyanea*	4	0.0255	0.0006
47	*Passerina ciris*	1	0.0064	0.0000
48	*Volatinia jacarina*	2	0.0127	0.0002
49	*Sporophila morelleti*	1	0.0064	0.0000

AVES				
#	ESPECIE	IND	Pi	Pi^2
50	*Tiaris olivaceus*	1	0.0064	0.0000
	TOTAL	**157**	**1**	**0.0369**
	INDICE DE SIMPSON	**0.9631**		

- **Mamíferos**

Se registra la presencia de 4 especies de mamíferos (4% de los registrados para Yucatán), se presenta un índice de Shannon calculado de 1.3297 para el área del proyecto y un máximo esperado de 1.3862; lo que nos arroja un índice de Pielou de 0.959 (el proyecto se encuentra cerca de alcanzar la diversidad máxima esperada). Para el área del proyecto no se registra la presencia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- **Abundancia relativa**

Tabla IV.32 Abundancia relativa mamíferos

MAMÍFEROS			
#	ESPECIE	IND	ABUNDANCIA RELATIVA (%)
1	*Canis latrans*	1	16.667
2	*Sciurus yucatanensis*	2	33.333
3	*Pecari tajacu*	2	33.333
4	*Odocoileus virginianus*	1	16.667
	TOTAL	6	100.0000

- **Shannon-Wienner**

Tabla IV.33 Shannon-Wienner Mamíferos

MAMÍFEROS				
#	ESPECIE	IND	Pi	Pi*LnPi
1	*Canis latrans*	1	0.1667	-0.2986
2	*Sciurus yucatanensis*	2	0.3333	-0.3662
3	*Pecari tajacu*	2	0.3333	-0.3662
4	*Odocoileus virginianus*	1	0.1667	-0.2986
	TOTAL	**6**	**1**	**-1**
	INDICE DE SHANNON-WIENER	**1.3297**		

- **Simpson**

Tabla IV.34 Simpson mamíferos

MAMÍFEROS				
#	ESPECIE	IND	Pi	Pi^2

1	*Canis latrans*	1	0.1667	0.0278
2	*Sciurus yucatanensis*	2	0.3333	0.1111
3	*Pecari tajacu*	2	0.3333	0.1111
4	*Odocoileus virginianus*	1	0.1667	0.0278
	TOTAL	**6**	**1**	**0.2778**
	INDICE DE SIMSPON	**0.7222**		

- **Análisis retrospectivo de la fauna del predio**

Se registra la presencia de 57 especies de fauna silvestre; quedando de la siguiente manera: 1 especie de anfibio, 2 especies de reptiles, 50 especies de aves y 4 de mamíferos; esto significa el registro del 6.85% de la fauna presente para el estado de Yucatán.

Los índices para los grupos de fauna monitoreada son los esperados debido a que el sitio presenta una constante presión antropogénica (quemas periódicas, introducción de ganado vacuno, introducción de perros, caza, etc.). Siendo el grupo de aves la menos afectada debido a su movilidad y velocidad de desplazamiento.

IV.3.1.4. Medio socioeconómico

El SAR tiene ubicación en el municipio de Chemax, en la región oriente del estado de Yucatán. En lo particular el municipio cuenta con # localidades listadas a continuación; sin embargo la delimitación del SAR tiene un impacto directo únicamente en la localidad de Santa Cruz identificada con la clave 0046 y un poco más alejada, pero parte del SAR la localidad de la Estrella con el código 0487.

Tabla IV.35 Localidades municipio Chemax

Clave de localidad	Nombre de la localidad	Tamaño de localidad
0005	X-Catzín (Catzín)	1 000 - 2 499 habitantes
0006	Cocoyol	500 - 999 habitantes
0008	Champolín	1 a 99 habitantes
0016	Cholul	100 - 249 habitantes
0019	Chulután	500 - 999 habitantes
0026	Kuxeb	500 - 999 habitantes
0029	Mucel	1 000 - 2 499 habitantes
0041	San Juan Chen	500 - 999 habitantes
0042	San Pedro Chemax	500 - 999 habitantes
0043	San Román	100 - 249 habitantes
0045	Santa Clara	1 a 99 habitantes
0046	**Santa Cruz**	**250 - 499 habitantes**
0049	Santa María	1 a 99 habitantes
0054	Sisbichén	1 000 - 2 499 habitantes
0056	Kantó	100 - 249 habitantes

Clave de localidad	Nombre de la localidad	Tamaño de localidad
0059	Uspibil	1 000 - 2 499 habitantes
0066	Chechmil	500 - 999 habitantes
0069	X-Huech	1 a 99 habitantes
0083	Pabalam	100 - 249 habitantes
0088	Xuneb	1 a 99 habitantes
0098	Lol-Bé	100 - 249 habitantes
0112	Mariposa	1 a 99 habitantes
0113	X-Cocom	1 a 99 habitantes
0115	Dzonot	1 a 99 habitantes
0144	San José	1 a 99 habitantes
0151	Kulché	1 a 99 habitantes
0160	San Pedro	1 a 99 habitantes
0221	Santa Rita	1 a 99 habitantes
0267	San José (San José Balam)	1 a 99 habitantes
0275	Santa María Ancla	1 a 99 habitantes
0276	Buenavista	1 a 99 habitantes
0295	Yaaxdzonot	1 a 99 habitantes
0296	La Esperanza	1 a 99 habitantes
0307	Konsahcab	1 a 99 habitantes
0309	Kulinché	1 a 99 habitantes
0321	San Antonio	1 a 99 habitantes
0323	Blanca Flor	1 a 99 habitantes
0324	San José Chahuay	100 - 249 habitantes
0326	San Juan Chen	1 a 99 habitantes
0330	San Román	1 a 99 habitantes
0336	Santa María	1 a 99 habitantes
0339	Xim-Há	1 a 99 habitantes
0361	San Felipe	1 a 99 habitantes
0362	Coxlei (Kochila)	1 a 99 habitantes
0384	Santa Cruz	1 a 99 habitantes
0385	Yaxché	1 a 99 habitantes
0411	X-Canabail	1 a 99 habitantes
0412	San José Konlún	1 a 99 habitantes
0413	San Javier	1 a 99 habitantes
0418	San Miguel	1 a 99 habitantes
0423	X-Catil	1 a 99 habitantes
0425	San Miguel	1 a 99 habitantes

Clave de localidad	Nombre de la localidad	Tamaño de localidad
0430	Blanca Flor	1 a 99 habitantes
0458	Los Monos	1 a 99 habitantes
0460	Hoteoch	100 - 249 habitantes
0462	Chan Pistemax	1 a 99 habitantes
0468	Tulín	100 - 249 habitantes
0469	X-Jujilchén	1 a 99 habitantes
0471	Yodzonot	1 a 99 habitantes
0487	**Estrella**	**1 a 99 habitantes**
0505	San Antonio	1 a 99 habitantes
0523	Chenchén	1 a 99 habitantes
0529	Blanca Flor	1 a 99 habitantes
0538	San Juan	1 a 99 habitantes
0545	San Pedro	1 a 99 habitantes
0561	Chan Kom	1 a 99 habitantes
0570	Poxil Número Dos	1 a 99 habitantes
0593	Miraflor	1 a 99 habitantes
0600	Dzonkeil	1 a 99 habitantes
0606	San Isidro	1 a 99 habitantes
0616	Akabchén	1 a 99 habitantes
0626	Chemax [Centro Espiritual]	1 a 99 habitantes

IV.3.1.4.1. Demografía

- **Población**

En el municipio de Chemax se calcula una población aproximada de 38 934 habitantes de acuerdo con los resultados del Censo de población y vivienda del 2020, de los cuales 19 575 es población masculina y 19 359 es población femenina. Los rangos de edad que concentran mayor población fueron 10 a 14 años (4,675 habitantes), 15 a 19 años (4,648 habitantes) y 0 a 4 años (4,236 habitantes). Entre ellos concentraron el 34.8% de la población total. Además se cuenta con los siguientes indicadores.

Tabla IV.36 Distribución porcentual de la población por características seleccionadas, 2020

Indicador	%
Población analfabeta de 15 años o más	18.76
Población sin primaria completa de 15 años ó más	54.08
Población en localidades con menos de 5000 habitantes	40.84
Población Económicamente Activa ocupada, con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	83.39

Según el Censo 2020 para la localidad de Santa Cruz, se reporta una población de 399 habitantes con una relación hombres-mujeres de 103.57 y para la Estrella se registraron 62 habitantes con una relación hombres-mujeres de 87.88.

- **Lengua indígena**

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 30.200 personas, lo que corresponde a 77.6% del total de la población de Chemax. Las lenguas indígenas más habladas fueron Maya (30,145 habitantes), Tseltal (29 habitantes) y Tsotsil (19 habitantes).

- **Vivienda y hogares**

En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 2 y 1 cuartos, 42.1% y 25.4%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan las viviendas particulares habitadas con 1 y 2 dormitorios, 64.8% y 28%, respectivamente.

Según el Censo 2020 para la localidad de Santa Cruz, se reporta un total de 91 viviendas particulares habitadas con promedio de 4.38 personas ocupantes por vivienda, mientras que para la Estrella se reportan 17 viviendas con un promedio de 3.66 ocupantes.

- **Economía**

Según la Secretaría de Economía, en el periodo enero a junio de 2024, la IED en Yucatán alcanzó los US$98.8M, distribuidos en nuevas inversiones (US$67.9M), reinversión de utilidades (US$8.86M) y cuentas entre compañías (-US$28.2M).

Desde enero de 1999 a junio de 2024, Yucatán acumula un total de US$4,359M en IED, distribuidos en nuevas inversiones (US$2,398M), reinversión de utilidades (US$1,344M) y cuentas entre compañías (US$617M).

Específicamente para la localidad de Santa Cruz, las actividades económicas que se reportan son el cultivo de algún producto, cría y explotación de animales, siendo el cultivo de productos agrícolas la principal actividad económica. Por su lado, la Estrella registra actividades de cultivo de algún producto, cría y explotación de animales, corte o siembra de árboles y elaboración de artesanías.

- **Educación**

En 2020, los principales grados académicos de la población de Chemax fueron Primaria (9.31k personas o 42.9% del total), Secundaria (8.43k personas o 38.8% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (3.37k personas o 15.5% del total). Por otro lado, la tasa de analfabetismo de Chemax en 2020 fue 18.7%. Del total de población analfabeta, 40.4% correspondió a hombres y 59.6% a mujeres.

Específicamente para la localidad de Santa Cruz, el grado promedio de escolaridad es de 5.62 y para la Estrella el promedio es de 6.8.

- **Salud**

En Chemax, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (27.8k), Consultorio de farmacia (5.68k) y No se atiende (2.31k).

En el mismo año, los seguros sociales que agrupan mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (31.3k) y No Especificado (5k). Además, para el 2020, las principales discapacidades presentes en la población de Chemax fueron discapacidad física (710 personas), discapacidad visual (663 personas) y discapacidad motriz (413 personas).

La localidad de Santa Cruz cuenta con centro de salud, brigada móvil, mientras que la Estrella cuenta con centro de salud, brigada móvil o caravana de la salud y curandera(o).

- **Servicios y conectividad en vivienda**

El porcentaje de viviendas que tienen acceso a internet es de 26.6%, mientras que aquellas que disponen de un computador es de 8.25% y un 69% disponen de celular.

Tabla IV.37 Distribución porcentual de ocupantes en viviendas por características seleccionadas, 2020

Ocupantes en vivienda	%
Sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo	24.79
Sin energía eléctrica	2.61
Sin agua entubada	1.27
Con algún nivel de hacinamiento	61.10
Con piso de tierra	9.63

Respecto a la localidad de Santa Cruz y la Estrella, estas cuentan con alumbrado público, agua entubada, recubrimiento de calles y banquetas, señal de celular y servicio de televisión de paga; sin embargo, la localidad no cuenta con transporte público foráneo.

- **Marginación**

Según el Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM) del Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Rural (INAFED), los indicadores de marginalidad para el municipio de Chemax son los siguientes.

Tabla IV.38 Marginalidad municipal

Indicador	Valor
Índice de marginación	48.78
Grado de marginación	Alto
Posición a nivel nacional	201

La información proporcionada proviene del Consejo Nacional de Población (CONAPO), que clasifica el grado de marginación en: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

IV.3.1.4.2 Paisaje

El paisaje debe ser considerado como un complejo interconectado con diferentes formas de percepción (visual, auditivo, olfativo). En este sentido, debido a las limitaciones de la tecnología y la escala, actualmente solo nos permite considerar su valor visual.

Sin embargo, el paisaje debe considerarse como la expresión espacial y visual del entorno, y los elementos naturales no sólo deben entenderse como los recursos naturales y valiosos, sino también como paisaje.

El área del proyecto y el SAR se encuentra inmerso en una zona agropecuaria, cubierta de pastizales y ganado vacuno. Estos pastizales a pesar de ser inducidos a través de acciones antropogénicas como lo son la quema, la introducción de fauna, su mantenimiento, etc., presentan una diversidad alta de especies herbáceas y arbustivas que son comunes en sitios han sido perturbados pero que se encuentran rodeados de sitios altamente biodiversos (esto permitiendo la disponibilidad de germoplasma). El predio conserva sitios para el descanso del ganado vacuno, los cuales están conformados por pequeños parches distribuidos alrededor del predio, estos pueden estar conformados a partir de 1 árbol o palma; de igual manera se presenta la conservación de ejemplares longevos de especies nativas en los cascos del rancho a fin de servir como alimento y sombra.

El proyecto a pesar de contar con una única zona de cobertura arbórea demuestra que ha llevado un manejo de las condiciones del predio, siendo que se ha alterado las condiciones naturales del mismo.

IV.4. Diagnóstico ambiental

En este apartado se hace un análisis con la información que se generó y recopiló en la fase de caracterización ambiental, de tal forma que se obtenga un diagnóstico del SAR previo a la realización del proyecto. En este sentido, se identifican y analizan las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del área de estudio, así como la calidad de vida que pudiera presentarse en la zona por el aumento demográfico y la intensidad de las actividades productivas, considerándose en este, aspectos de tiempo y espacio.

Por otro lado y como apoyo al análisis se presenta la siguiente tabla con la dinámica de cambio de uso y cobertura del suelo y vegetación en el SAR, se detalla a partir de la serie III con fecha de referencia de 2005 hasta la serie VII con fecha de 2021, con énfasis en la permanencia de los distintos tipos de suelo y deterioro de la vegetación.

Tabla IV.39 Dinámica de cambio de uso y cobertura del suelo y vegetación en el SAR

Vegetación y uso de suelo	Serie III		Serie V		Serie VII		Descripción
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	
Asentamientos humanos	0	0	30.42	0.83	30.42	0.83	Aparecen hasta la serie III que es publicada en 2017 y a la fecha actual no presenta aumento de superficie.
Pastizal cultivado	509.50	13.93	977.91	26.74	1,395.46	38.16	Aumento de más de un 150% desde 2005 hasta 2021, desplazando vegetación secundaria.
Agricultura de temporal anual	0	0	52.72	1.44	317.97	8.70	Aumento significativo desde su reporte en 2005, de seis veces su representatividad porcentual para 2021.
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,114.17	30.47	1,540.69	42.13	1,162.77	31.80	Variación de la representatividad porcentual con aumento en 2017 y recuperación para 2021.
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	1,808.29	49.45	715.18	19.56	608.97	16.65	Pérdida significativa del 33 porciento de la cobertura de tipo arbustiva.
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	224.90	6.15	339.94	9.30	141.27	3.86	Variación de representatividad porcentual con aumento de poco más del 30% de 2005 a 2017 y pérdida de poco menos del 60% de 2017 a 2021.

Con la intención de observar las dinámicas de cambio de cobertura vegetal, la siguiente tabla presenta imágenes satélites y una breve descripción de lo que puede ser observado a través de ellas

Tabla IV.40 Dinámica de cobertura vegetal por observación satelital

<table>
<tr><th>Año</th><th>Descripción</th><th>Año</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1997</td><td>

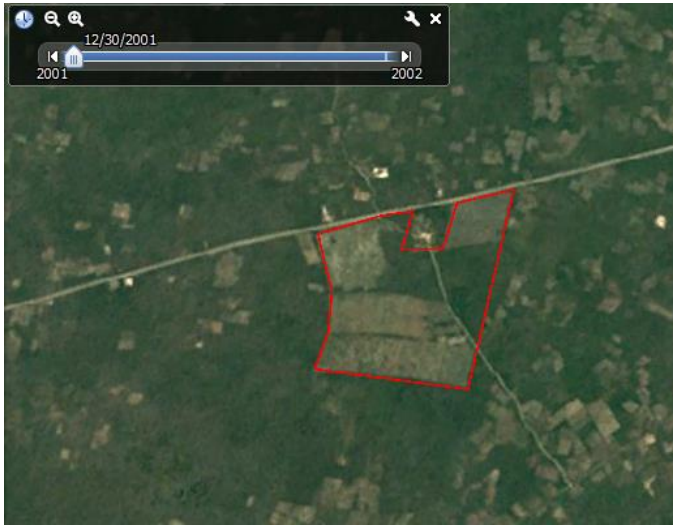
Figura IV.38 Imagen satelital 1997</td><td rowspan="2">2001</td><td>

Figura IV.39 Imagen satelital 2001</td></tr>
<tr><td>Esta es la última imagen satelital donde se puede ser el predio con una cobertura vegetal homogénea al interior del área de proyecto, a excepción del camino que atraviesa y conecta las dos carreteras.</td><td>Para el 2001 ya se observa la modificación parcelada de la cobertura vegetal en el predio, iniciando en el límite sur del AP y avanzando hasta el límite con la carretera.</td></tr>
</table>

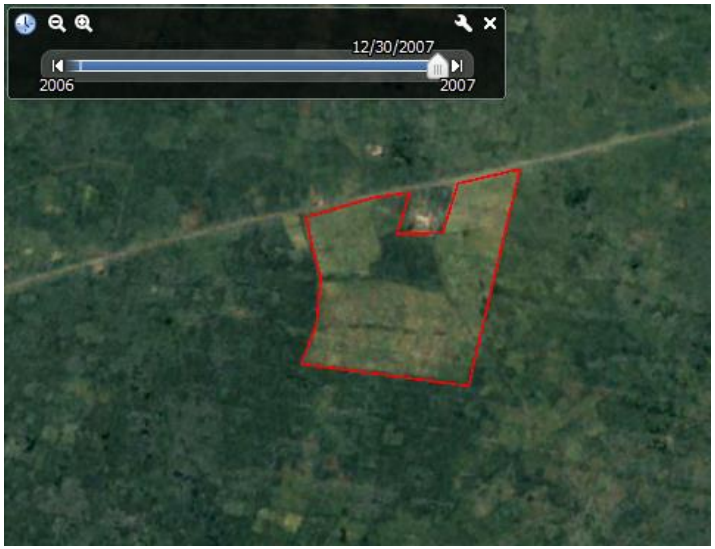
<table>
<tr><th>Año</th><th>Descripción</th><th>Año</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td rowspan="2">2007</td><td>

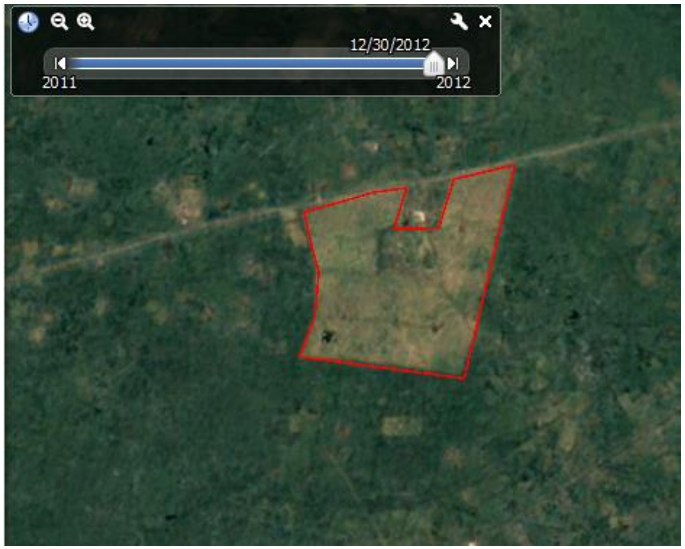
Figura IV.40 Imagen satelital 2007</td><td rowspan="2">2012</td><td>

Figura IV.41 Imagen satelital 2012</td></tr>
<tr><td>Para el 2007 la mayor parte del área se observa con vegetación de tipo pastizal y se conserva densidad forestal en la zona central del predio continua al poblado</td><td>En el año 2012 sobresale el tipo de vegetación de pastizal casi en la totalidad del predio y a partir de este año a la fecha no se perciben modificaciones relevantes en el tipo de vegetación y los pequeños parches con densidad arbórea.</td></tr>
</table>

En lo que respecta al Área de Proyecto (AP), se calculó mediante análisis geoespacial que el 93% del predio cuenta con cobertura de pastizal inducido con vegetación secundaria, así como parches pequeños de vegetación secundaria arbórea inducida para cerco vivo (2.7%) y un pequeño parche de vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja caducifolia (3%).

De acuerdo con la información presentada en este documento, el predio presenta una diversidad de 59 especies de flora y 57 especies de fauna de las cuales 7 se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (1 de flora y 6 de fauna), sin embargo, la diversidad pudiera ser superior sí se realizarán los monitoreos y muestreos en distintas temporadas del año. La dominancia de la familia Fabacea en la flora presente del sitio es también un indicador de las comunidades vegetales predominantes del área, ya que, en el caso de las actividades agropecuarias, se presentan especies inducidas de utilidad para la actividad agropecuaria. Además, las especies leñosas, como las de las fabáceas arbóreas predominantes, se restablecen y propagan vegetativamente a partir de tocones que resisten a la quema, históricamente son especies que manejan los mayas yucatecos para sus esquemas productivos.

Se observa la predominancia de la cobertura de pastizal inducido con vegetación secundaria, indicando un área productiva de producción bovina, como se comprobó en la visita, ya que se cuenta también con el área de encierro de animales y casco de rancho. Esto se refuerza al observar mediante servicio histórico de imágenes satelitales (Google earth pro) que el predio presenta un manejo intensivo realizado entre el 2006 – 2010, incrementando el área productiva a lo largo del tiempo y disminuyendo de manera gradual el parche de mayor cobertura arbórea del predio.

En las superficies con vegetación secundaria arbustiva y arbórea, asociada a cercos vivos, estos presentan especies inducidas como el Cocoyol y el Cedro, que, aunque son nativas, no se presentan de forma natural en la zona, pero son de interés para los productores.

En el caso de las superficies con vegetación secundaria de selva baja caducifolia, esto es responde a una zona en una etapa de sucesión de vegetación secundaria que se conoce entre los productores mayas yucatecos como T'oolché que son áreas de vegetación que se dejan alrededor de la milpa o áreas productivas como parte de sus prácticas para el manejo de fuego y mejoramiento de los barbechos.

En el caso de la fauna, se observaron también especies tanto de aves como de mamíferos que pueden utilizar las zonas de cercos vivos como zonas de alimentación, descanso y las áreas arboladas de vegetación secundaria más conservadas, incluso posiblemente de anidación.

Los diferentes tipos de vegetación o coberturas están asociadas a la producción de ganado bovino típicos de un sistema de pastoreo extensivo de temporal de la zona.

Dadas las condiciones e impactos existentes que se observan en el predio debido a las actividades actuales se puede determinar que el establecimiento de un proyecto de generación de energías limpias podría permitir la recuperación de poblaciones de flora y fauna en el medio natural; así como el establecimiento de las zonas forestales sin impactos directos por parte del ganado bovino.

Además, según la Cartografía Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250 000 Serie VII de INEGI, la cobertura “Pastizal cultivado” es un tipo de agroecosistema que agrupa las actividades agrícola, pecuaria y forestal del país. De acuerdo con la prospección de flora y fauna realizada en noviembre de 2024, el predio se encuentra cubierto de pastizal cultivado para producción bovina en el 93% de su superficie donde se ejecutarán las obras del proyecto. Mientras que el 7% de la superficie restante del predio cuenta con parches de vegetación secundaria arbórea, esta no será desmontada y se mantendrá como área de conservación del proyecto.

Como se puede constatar en el histórico de imágenes satelitales presentado en la tabla IV.40, desde el año 2012, el predio presenta una cobertura de pastizal cultivado, es decir, la cobertura vegetal no cumple las definiciones de vegetación forestal o terreno forestal de la Ley Forestal de Desarrollo Sustentable (LDFS), según el artículo 7, Fracción LXXX y fracción LXXI, respectivamente, por lo que el establecimiento del proyecto no requiere solicitar autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales ya que no requiere remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales, según la definición de “Cambio de uso del suelo en terreno forestal “ de la fracción VI de la LDFS.

CAPÍTULO V.

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

Contenido

V.1. Identificación de impactos 1
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos 1
V.2. Caracterización de los impactos 3
V.2.1 Indicadores de Impacto y de cambio climático 3
V.2.2 Matriz de Cribado para la Identificación de Impactos 5
V.3. Valorización de los impactos 9
V.3.1 Elección de criterios de valoración de impacto 9
V.3.2 Clasificación de Índices 12
V.3.2.1. Índice básico y complementario 12
V.3.2.2. Índice de Importancia e Índice de Significancia 12
V.3.3 Evaluación de impactos 14
V.3.4 Descripción de los impactos por factor ambiental 15
V.3.4.1. Componente: Vegetación 15
V.3.4.2. Componente: Fauna 16
V.3.4.3. Componente: Aire 17
V.3.4.4. Componente: Suelo 19
V.3.4.5. Componente: Agua 21
V.3.4.6. Componente: Residuos 21
V.3.4.7. Componente: Riesgos a la salud 23
V.3.5 Descripción de los impactos sociales 24
V.3.6 Descripción de los impactos de cambio climático 24
V.4. Impactos residuales 25
V.5. Impactos acumulativos 26
V.6. Resumen y conclusiones 26

Listado de tablas

Tabla V.1 Lista de impactos 3
Tabla V.2 Matriz de interacción 6
Tabla V.3Criterios básicos de valoración 11
Tabla V.4 Criterios complementarios de valoración 11
Tabla V.5 Atributo complementario 12
Tabla V.6 Categorías de Significancia para los impactos (indicador ambiental-actividad) 13
Tabla V.7 Evaluación de los impactos ambientales 14
Tabla V.8 Evaluación de la pérdida de vegetación 16
Tabla V.9 Evaluación del desplazamiento de fauna local 17
Tabla V.10 Evaluación de Calidad del aire por emisión de polvos y partículas 17
Tabla V.11 Evaluación de los altos niveles de ruido 18
Tabla V.12 Evaluación del deterioro de la calidad del aire 19
Tabla V.13 Evaluación de la contaminación del suelo 20
Tabla V.14 Evaluación de la erosión 20
Tabla V.15 Evaluación del consumo de agua 21
Tabla V.16 Evaluación de la generación de residuos sólidos urbanos 22
Tabla V.17 Evaluación de la generación de residuos peligrosos y/o de manejo especial 23
Tabla V.18 Evaluación de los riesgos a la salud 23
Tabla V.19 Evaluación de impactos socioeconómicos. 24
Tabla V.20 Evaluación de impactos acumulativos 26

Listado de figuras

Figura V.1 Diagrama de impactos por etapa del proyecto 9
Figura V.2 Significancia de los impactos ambientales 15

La evaluación de impactos ambientales de basa en los principios de identificación, descripción y evaluación de los impactos, así como de aquellos que tienen características de ser acumulativos y residuales, en las etapas y actividades a desarrollar en la Central Fotovoltaica Chemax Solar con fundamento jurídico en el Artículo 13 fracción V del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (RLGEEPA).

V.1. Identificación de impactos

Para identificar los impactos ambientales se deben desarrollar tres acciones:

1) Conocer el proyecto y sus alternativas (descrito en el capítulo II)

2) Conocer al ambiente en el que se va a desarrollar el proyecto (descrito en el capítulo IV)

3) Determinar las interacciones entre proyecto y ambiente. (desarrollada en este capítulo)

Por esto, se describe a continuación la metodología para identificar y evaluar los impactos de la Central Fotovoltaica Chemax Solar.

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos

La metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental debe considerar estrictamente las conexiones significativas entre los elementos de un ecosistema para posteriormente cuantificarlas. También se debe tomar en cuenta que, los cambios en una variable pueden afectar a otras relaciones indirectamente; los eventos en un lugar pueden reemerger como impactos en sitios distantes y/o después de algún tiempo; no se pueden predecir impactos, aún si son inminentes y drásticos, si se monitorean las variables equivocadas; no todos los impactos son inmediatos y graduales sino que pueden aparecer abruptamente, la continuidad de los ecosistemas depende de su variabilidad temporal y espacial, incluso la provocada por disturbios poco frecuentes de gran magnitud (Bojórquez & Ortega, 1988). Lo anterior se consideró para realizar la evaluación de impactos con base en las actividades que se realizarán en la ejecución del Proyecto y los estudios realizados en campo (descritos en los Capítulos II y IV, respectivamente).

Existen diversos métodos para predecir los impactos, como lo son: Los sistemas de red y gráficos, sistemas de valoración de impactos, sistemas cartográficos, métodos basados en parámetros, en índices e integración de la evaluación, métodos cuantitativos, modelos de simulación entre otros, sin embargo, el método se debe seleccionar estratégicamente considerando los puntos mencionados en el párrafo anterior.

Las matrices de interacción han sido considerablemente usadas para la Evaluación de Impacto Ambiental debido a que son fáciles de emplear, constituyen un resumen interdisciplinario de un proyecto y simplifican la comunicación de cuáles podrían ser los impactos como es el caso de la matriz de Leopold, sin embargo, esta matriz tiene un enfoque descriptivo más que analítico (Bojórquez-Tapía, Ezcurra, & García, 1988), es por eso que Bojórquez, 1998 plantea una modificación permitiendo ponderar sistemáticamente todas las posibles interacciones causa-efecto, las vías, así como considerar los impactos primarios y secundarios identificados en la matriz.

Las etapas metodológicas desarrolladas serán las siguientes:

1) Identificación de los impactos ambientales
2) Valoración de los impactos
3) Descripción de los impactos

Dichas etapas se describen a continuación

1) Identificación de impactos

1.1. Lista de verificación: Tomando como referencia la información del Capítulo II, en la que se describen las obras y actividades propias del proyecto, se sintetizan y ordenan dichas actividades, capaces de ocasionar modificaciones y/o afectaciones al entorno abiótico, biótico y socioeconómico en el cual se implantará el Proyecto.

1.2. Selección de indicadores de impacto: Se eligieron los indicadores ambientales susceptibles a los efectos derivados de la ejecución de las actividades del proyecto.

1.3. Matriz de interacción para la identificación de impactos: Para la realización de la matriz de interacción, se emplea la información de la lista de verificación, así como los indicadores ambientales seleccionados, con el fin de identificar las interacciones y con ello los impactos. De este modo, se construye una matriz simple, en donde las actividades del Proyecto se enlistan en las columnas y sobre las filas se ponen los componentes y factores ambientales que puedan ser afectados. El resultado de esta matriz será la identificación de impactos ambientales, adversos y/o benéficos causados por la acción de las actividades del Proyecto sobre uno o varios factores ambientales.

2) Valoración de los impactos

2.1. Elección de criterios de valoración del impacto: Una vez identificadas las interacciones relevantes entre los indicadores ambientales y las actividades involucradas con el proyecto, se delimitan tres criterios básicos y 4 criterios complementarios con sus respectivos valores para precisar la dimensión del impacto a continuación, se enlistan.

- Magnitud del impacto (M)
- Extensión espacial (E)
- Duración de la acción (D)
- Sinergia (S)
- Acumulación (A)
- Controversia (C)
- Mitigación (T)

2.2. Clasificación de índices: Se calcularán los siguientes índices de cada impacto identificado.

- Índice Básico (MEDij)
- Índice Complementario (SACij)
- Índice de Importancia (Iij)

- Índice de Significancia del impacto (Gij)

2.3. Valoración: Con base a la identificación de impactos mediante la matriz de cribado y a los puntos anteriores (2.1 y 2.2) se le dará un valor cuantitativo a cada uno de los impactos.

3) **Descripción de impactos**

3.1. Descripción de los impactos identificados: La descripción de los impactos se presentará simultáneamente a la valoración, para facilitar su análisis. Dicha descripción de los impactos ambientales detectados durante las diferentes etapas del proyecto indicará las características de sus atributos (magnitud, extensión, duración, sinergia, controversia, acumulación y mitigación).

V.2. Caracterización de los impactos

V.2.1 Indicadores de Impacto y de cambio climático

Existen impactos al ambiente generados en las distintas etapas del proyecto, la magnitud de cada una de ellas depende de la actividad realizada y los componentes ambientales involucrados, es por esto por lo que a continuación se enlistan los impactos que pueden generarse según la actividad y etapa del Proyecto.

Tabla V.1 Lista de impactos

Etapa del proyecto	Actividad	Impactos potenciales	Indicadores de impacto
I.- Preparación del sitio	Presencia de personal	Generación de aguas residuales	Volumen de agua residual diaria
		Generación de residuos sólidos	Volumen de residuos generados diariamente
		Contaminación de suelo por disposición inadecuada de residuos	Volumen de residuos dispuestos inadecuadamente
	Desmonte, despalme, excavación y nivelaciones,	Desplazamiento de fauna local	Organismos de fauna silvestre desplazados temporal o permanentemente
		Pérdida de vegetación	Número de herbáceas y arbustos retirados permanentemente.
		Erosión	Suelo desplazado
		Emisiones a la atmósfera	Ton CO_2 eq/día por maquinaria a diésel
		Emisión de ruido por uso de maquinaria pesada	Decibeles promedio en zona de maquinaria
		Contaminación de suelo en caso de derrame	Cantidad de combustible derramado en el suelo
		Deterioro del paisaje	Calidad paisajística

Etapa del proyecto	Actividad	Impactos potenciales	Indicadores de impacto
II.- Construcción	Presencia de personal	Generación de aguas residuales	Volumen de agua residual generada diariamente
		Generación de residuos sólidos	Volumen de residuos sólidos generados diariamente
		Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos sólidos	Volumen de residuos dispuestos inadecuadamente
	Caminos, cerca perimetral, cimentaciones y estructuras de soporte	Emisiones a la atmósfera	Volumen de emisiones generadas
		Emisión de ruido	Decibeles emitidos
		Ahuyentamiento de fauna	
		Deterioro del paisaje	Superficie y Volumen de suelo contaminado
		Generación de RSU, RME, RP	Calidad visual
III.- Operación y mantenimiento	Presencia de personal	Consumo de agua	Consumo de agua diario
		Generación de residuos sólidos	Volumen de residuos generados diariamente
	Operación de la planta y mantenimiento de tipo preventivo y correctivo	Consumo de agua para limpieza	Volumen de agua
		Emisiones a la atmósfera	Ton CO2 eq anual
		Generación de RSU, RME, RP	Cantidad de residuos generados anual
IV.- Desmantelamiento	Desmantelamiento o retiro de instalaciones	Generación de aguas residuales	Volumen de agua residual
		Generación de residuos sólidos	Volumen de residuos generados
		Emisiones a la atmósfera	Ton CO2 eq
		Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos sólidos	Volumen de residuos dispuestos inadecuadamente
		Calidad del agua en caso de derrame por acciones de mantenimiento de equipo y maquinaria	Volumen de residuos dispuestos inadecuadamente

V.2.2 Matriz de Cribado para la Identificación de Impactos

La matriz de interacción (también llamada matriz de impactos o matriz de cribado) es un procedimiento diseñado para la evaluación exhaustiva y sistemática de los impactos ambientales previsibles en el desarrollo del proyecto, consiste en un diagrama cuadricular que incluye dos listas distintas: factores ambientales y actividades del proyecto. La identificación de los impactos en el Proyecto se refleja con una “X” en la intersección de dichas listas como se muestra a continuación.

Tabla V.2 Matriz de interacción

Etapas del proyecto y sus actividades	Componentes ambientales y sociales impactados	Vegetación	Fauna	Aire			Suelo		Agua	Residuos		Riesgos a la salud	Aspectos sociales	
		Elementos arbóreos	Individuos	Calidad del aire, calidad visual	Confort sonoro	Calidad del aire	Propiedades suelo	Calidad del suelo	Extracción de pozo	Generación de residuos		Salud humana	Economía local	Economía local
		Pérdida de vegetación	Desplazamiento	Emisión de polvos y partículas	Altos niveles de ruido	Emisión de gases	Contaminación del suelo	Erosión	Consumo de aguay generación de aguas residuales domésticas	RSU	RME y/o RP	Diversos	Generación de empleo local	Uso de servicios locales
Preparación del sitio	Presencia del personal en el sitio y tránsito de vehículos		X			X		X	X	X				X
	Desmantelamiento y despalme	X	X	X	X			X		X	X	X	X	
	Uso de maquinaria, equipo y vehículos		X	X	X	X	X	X			X	X	X	
	Excavación	X	X	X	X			X			X	X	X	
	Nivelación del terreno	X	X	X	X						X	X	X	
Construcción	Presencia del personal en el sitio		X			X			X	X				
	Caminos y drenaje		X	X	X			X			X	X	X	
	Cimentaciones		X	X	X						X	X	X	
	Estructura de soportes		X	X	X						X	X	X	
	Cerca perimetral		X							X		X	X	
	Instalación eléctrica de baja tensión		X	X							X	X	X	
	Instalación eléctrica de media tensión		X	X							X	X	X	

Etapas del proyecto y sus actividades	Componentes ambientales y sociales impactados	Vegetación	Fauna	Aire			Suelo		Agua	Residuos		Riesgos a la salud	Aspectos sociales	
		Elementos arbóreos	Individuos	Calidad del aire, calidad visual	Confort sonoro	Calidad del aire	Propiedades suelo	Calidad del suelo	Extracción de pozo	Generación de residuos		Salud humana	Economía local	Economía local
		Pérdida de vegetación	Desplazamiento	Emisión de polvos y partículas	Altos niveles de ruido	Emisión de gases	Contaminación del suelo	Erosión	Consumo de aguay generación de aguas residuales domésticas	RSU	RME y/o RP	Diversos	Generación de empleo local	Uso de servicios locales
	Sistema de monitoreo y seguridad												X	
	Uso de maquinaria, equipo y vehículos		X	X	X	X	X	X			X	X	X	
Operación y mantenimiento	Presencia del personal en el sitio y tránsito de vehículos		X	X	X	X		X	X	X				X
	Generación de electricidad										X		X	
	Mantenimiento preventivo y correctivo			X					X		X	X	X	
Desmantelamiento	Presencia del personal en el sitio y tránsito de vehículos		X			X		X	X	X				X
	Desmantelamiento de equipos		X	X	X						X	X	X	
	Desarmado de estructuras y demolición de edificios	X	X	X	X						X	X	X	
	Limpieza, acondicionamiento del predio y restauración de suelos		X	X	X						X	X	X	
	Uso de maquinaria, equipo y vehículos		X	X	X	X	X	X			X	X	X	

A continuación se muestra con un gráfico con los distintos factores de impacto y la etapa en que se presenta, con la intención de una visión más sencilla de la matriz anterior.

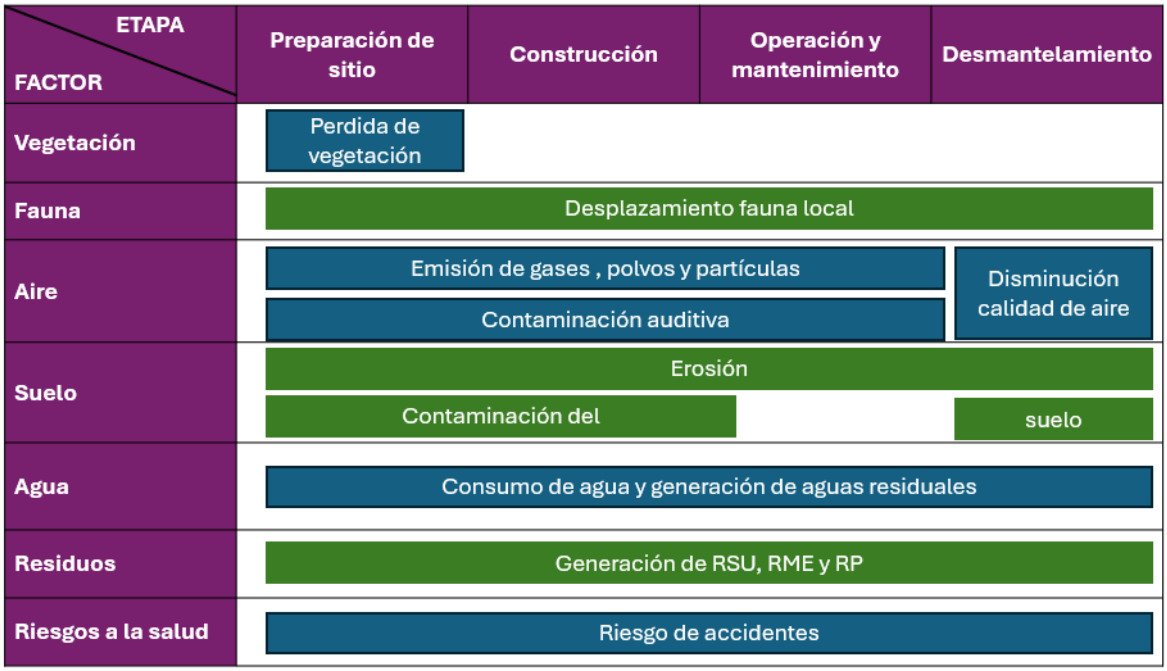


Figura V.1 Diagrama de impactos por etapa del proyecto

V.3. Valorización de los impactos

V.3.1 Elección de criterios de valoración de impacto

En congruencia con la metodología, se definen 3 criterios básicos y 4 complementarios para así dar un enfoque cuantitativo al análisis. Los primeros son indispensables para definir las interacciones, mientras los segundos pueden o no suceder, pero si se presentan provocan una significativa mayor en la evaluación de impacto ambiental.

A continuación, se definen los *criterios básicos* utilizados para evaluar los impactos ambientales:

- Magnitud del impacto (M): Intensidad de la afectación en el área de estudio definida por la superficie impactada.
- Extensión espacial (E): Tamaño del área afectada por una determinada acción.
- Duración de la acción (D): Período durante el cual se estará llevando a cabo una acción particular.

Clasificación y definición de los *criterios complementarios* utilizados para evaluar los impactos ambientales:

- Sinergia (S): Grado de interacción entre impactos.
- Acumulación (A): Presencia de efectos aditivos de los impactos.
- Controversia (C): Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil (aceptación u oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto).
- Mitigación (T): Posibilidad que existe para aplicar medidas preventivas, correctivas y/o de mitigación para un determinado impacto y su eficiencia.

Dichos criterios se usaron para evaluar en una escala ordinal el efecto que tienen las actividades sobre los indicadores seleccionados para cada componente del medio.

El valor asignado a cada uno de los criterios se obtiene con base en las tablas que se presentan a continuación, cabe mencionar que la primera de ellas pertenece a los criterios básicos, la segunda a los criterios complementarios y la tercera describe el efecto sustancial para la prevención y mitigación de los impactos de acuerdo con las medidas y programas a implementar.

Tabla V.3Criterios básicos de valoración

Criterios y descripción		Escala de valores		
		1	2	3
Magnitud (M)	Intensidad de la afectación en el área de estudio definida por la superficie impactada.	***Mínima***	***Moderada***	***Alta***
		Cuando la afectación cubre la menor proporción del total de los recursos existentes en el área de estudio	Cuando la afectación cubre una proporción intermedia del total de los recursos existentes (>15% y >30%) o si los valores de la afectación se ubican entre 31 y <75 % respecto al límite permisible	Cuando la afectación cubre la mayor proporción del total de los recursos existentes (>30%) o si los valores de la afectación rebasan el 75 % respecto al límite permisible
Extensión espacial (E)	Tamaño del área afectada por una determinada acción.	***Puntual***	***Local***	***Regional***
		Ocurre y se extiende dentro del derecho de vía del área de estudio	Ocurre y/o se extiende entre el límite del derecho de vía y 1000 m a ambos lados de éste, dentro de los límites del área de estudio	Si ocurre y su extensión excede 1000 m de radio del área de estudio
Duración (D)	Período durante el cual se estará llevando a cabo una acción particular.	***Corta***	***Media***	***Larga***
		Cuando la acción dura menos de 30 días	Cuando la acción dura entre 1 mes y dos años	Cuando la acción dura más de dos años

Tabla V.4 Criterios complementarios de valoración

Criterio	Concepto	Escala de valores			
		0	1	2	3
Sinergia (S)	Interacciones de orden mayor entre impactos	Nula	Ligera	Moderada	Fuerte
		Cuando no se presentan interacciones entre impactos	Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) ***no rebasa*** el ***doble*** de las mismas	Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) ***duplica o rebasa*** a las mismas
Acumulación (A)	Presencia de efectos aditivos de los impactos	Nula	Poca	Media	Alta
		Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	Cuando se presentan efectos aditivos entre *2* actividades sobre el mismo indicador ambiental	Cuando se presentan efectos aditivos entre ***3*** actividades sobre el mismo indicador ambiental	Cuando se presentan efectos aditivos entre ***4 o más*** actividades sobre el mismo indicador ambiental
Controversia (C)	Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la	No existe	Mínima	Moderada	Alta
		Cuando el impacto **SÍ** está regulado por la normatividad ambiental y/o la	Cuando el impacto **SÍ** está regulado por la normatividad ambiental y/o la	Cuando el impacto **SÍ** está regulado por la normatividad ambiental y/o la	Cuando el impacto **NO** está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil local y

Criterio	Concepto	Escala de valores			
		0	1	2	3
	sociedad civil. Aceptación u oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto	sociedad civil local y regional **NO** manifiesta aceptación o preocupación por la acción o el recurso	sociedad civil **local SI** manifiesta aceptación o preocupación por la acción o el recurso	sociedad civil **regional SI** manifiesta su aceptación o preocupación por la acción o el recurso	regional **SI** manifiesta aceptación o preocupación por la acción y el recurso

Tabla V.5 Atributo complementario

Atributo	Concepto	Escala de valores			
Mitigación (Tij)	Definida por la existencia y efectividad de las medidas de control ambiental para minimizar los impactos.	0	1	2	3
		Nula	Baja	Media	Alta
		No hay medidas de mitigación	Si la medida de mitigación aminora la afectación hasta en un 25 %	Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre un 25 y un 74%	Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más

V.3.2 Clasificación de Índices

V.3.2.1. Índice básico y complementario

Con base a los criterios básicos y complementarios a continuación, se describen los índices básicos y complementarios que se obtienen mediante los siguientes modelos matemáticos:

Índice básico	$MED_{ij} = \frac{1}{9}(M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$	Mij=Magnitud Eij=Extensión Dij=duración
Índice complementario	$SAC_{ij} = \frac{1}{9}(S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$	Sij=Efectos sinérgicos Aij=Efectos acumulativos Cij=Controversia

V.3.2.2. Índice de Importancia e Índice de Significancia

Después de haber calculado el índice de Básico y Complementario (para cada impacto ambiental), se procede a calcular los índices de importancia y significancia ($I_{ij}G_{ij}$) de los impactos. Para calcular dichos índices se requiere de un análisis multidisciplinario, esta metodología permite un análisis global del impacto ambiental y determina el grado de importancia y significancia de este sobre el ambiente. El índice de Importancia se refiere al impacto generado por los criterios básicos y complementarios de referencia utilizados para evaluar el impacto, a su vez, el Índice de Significancia, está directamente ligado a la probabilidad de ocurrencia del impacto ya que toma en cuenta las medidas de prevención y mitigación que se implementarán.

A continuación, se describen los modelos matemáticos para calcular los índices de importancia y significancia:

Índice de significancia	$G_{ij} = I_{ij} * [1 - \frac{1}{9}(T_{ij})]$	I_{ij}=Importancia o Significancia parcial del impacto G_{ij}=Significancia final del impacto T_{ij}=Medida de mitigación
Índice de importancia	$I_{ij} = (MED)^{1-SAC_{ij}}$	MED_{ij}=Índice de criterio básico SAC_{ij}=Índice del criterio complementario

Finalmente, a través del desarrollo de los índices se logran integrar los criterios anteriormente explicitados; el valor de significancia obtenido se categoriza de acuerdo con los intervalos que a continuación se describen.

Tabla V.6 Categorías de Significancia para los impactos (indicador ambiental-actividad)

Categoría	Concepto	Intervalo
Significancia Baja	Tratándose de impactos adversos, es la recuperación inmediata del factor ambiental tras el cese de la actividad *En el caso de impactos benéficos, éstos son compatibles cuando se presentan de manera inmediata a la actividad que los origina y son poco significativos*	del 0 al 0,259
Significancia Moderada	Tratándose de impactos adversos, es cuando la recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo. Se precisan medidas ambientales para minimizarlos. En el caso de impactos benéficos, son los que se presentan cierto tiempo después de realizada la obra o actividad y son significativos	del 0,26 al 0,499
Significancia Alta	Es cuando la magnitud del impacto exige, para la recuperación de las condiciones del medio, la implantación de medidas eficientes de control ambiental. La recuperación, aún con estas medidas, es a largo plazo	del 0,50 al 0,749
Significancia Muy Alta	Es cuando la magnitud del impacto es superior al umbral aceptable. En este caso se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, con difícil recuperación, incluso con la adopción de medidas de mitigación	del 0,75 al 1

V.3.3 Evaluación de impactos

A continuación, se realiza una lista de verificación para cuantificar los impactos identificados con base a la matriz de interacción de las acciones y obras en relación con los componentes ambientales susceptibles a ser afectados en las subsecuentes etapas desarrolladas en el proyecto, de manera que al final se puede ver los índices de importancia y significancia como resultado de los valores asignados en cada criterio, y así inferir la relevancia de los impactos, de una forma cuantitativa.

Tabla V.7 Evaluación de los impactos ambientales

Etapas[1*]				Impactos	Mij	Eij	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	MEDij	SACij	Iij (importancia)	Gij (significancia)	
PS	C	OM	D													
X				Pérdida de vegetación	1	1	2	1	0	1	2	0.44	0.22	0.53	0.41	Moderada
X	X	X	X	Desplazamiento de fauna local	2	3	3	0	3	0	2	0.88	0.33	0.92	0.72	Alta
X	X	X	X	Emisión de polvos y partículas	1	1	3	0	0	0	3	0.55	0	0.55	0.37	Moderada
X	X	X	X	Emisión de gases	1	1	3	0	0	0	2	0.55	0	0.55	0.43	Moderada
X	X	X	X	Altos niveles de ruido	1	1	3	0	0	0	2	0.55	0	0.55	0.43	Moderada
X	X		X	Contaminación del suelo	1	1	2	0	0	0	3	0.44	0	0.44	0.29	Moderada
X	X	X	X	Erosión	1	1	3	0	0	0	2	0.55	0	0.55	0.43	Moderada
X	X	X	X	Consumo de agua y generación de aguas residuales domésticas	1	1	3	1	0	0	3	0.55	0.11	0.59	0.39	Moderada
X	X	X	X	Generación de residuos sólidos urbanos	1	1	3	0	0	0	3	0.55	0	0.55	0.37	Moderada
X	X	X	X	Generación de residuos peligrosos y/o de manejo especial	2	1	3	1	0	0	3	0.66	0.11	0.69	0.46	Moderada

[1*]PS: Preparación del sitio; C: Construcción; OP: Operación y Mantenimiento; D: Desmantelamiento.

Etapas[1*]				Impactos	Mij	Eij	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	MEDij	SACij	Iij (importancia)	Gij (significancia)	
PS	C	OM	D													
X	X	X	X	Daños a la salud humana	1	1	3	0	0	0	3	0.55	0	0.55	0.37	Moderada

Así mismo, a continuación se presenta la significancia de cada uno de los impactos, con la intención de distinguir la significancia entre aquellos a que son considerandos moderados. Como se puede observar en la siguiente gráfica, los impactos de mayor significancia considerados como "moderado" son generación de residuos peligrosos y de manejo especial, seguido de erosión, altos niveles de ruido y emisión de gases.

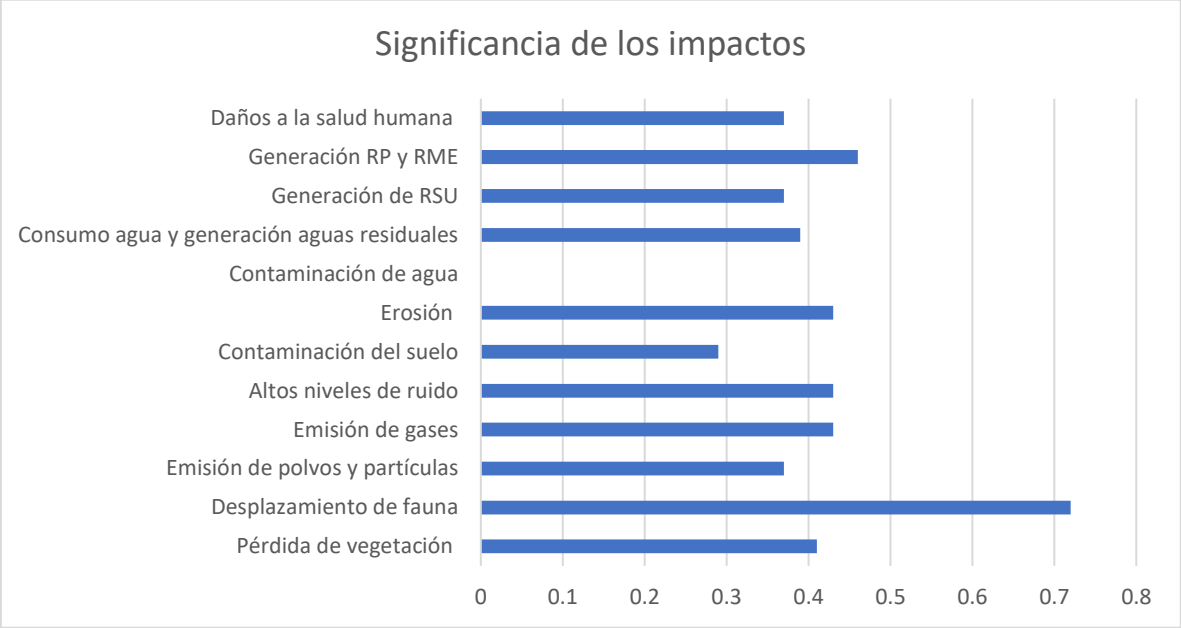


Figura V.2 Significancia de los impactos ambientales

V.3.4 Descripción de los impactos por factor ambiental

Para ordenar y tener un mejor entendimiento, se agruparon los impactos por componente ambiental implicado (vegetación, fauna, aire, suelo, agua) residuos y riesgos a la salud. A continuación, se presentan los impactos identificados y sus respectivos criterios de evaluación que se muestran en las tablas.

V.3.4.1. Componente: Vegetación

En consecuencia con lo descrito en el capítulo IV para el componente de vegetación, dada la existencia de individuos en el área del proyecto, durante la etapa de preparación de sitio será necesaria la remoción de vegetación para las actividades de desmantelamiento y limpieza del terreno, que permita la instalación de estructuras y montaje de equipos. Como se explicó

previamente dentro del predio se cuenta con una existencia de 59 especies de flora de las cuales 1 se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Adicionalmente, la remoción de vegetación será requerida para la adecuación de obras temporales que serán necesarias durante la fase de construcción. Respecto a la magnitud del impacto se considera mínima, así como una extensión puntual limitada al área de proyecto y dados los criterios de evaluación de duración se considera media debido a lo expuesto en el capítulo II.

Es importante mencionar que el componente de vegetación tiene una sinergia en relación con el desplazamiento de fauna local, debido a la ruptura en la conectividad ecológica; sin embargo no se reconoce una acumulación o controversia. Frente a las medidas de control, el siguiente capítulo expone el programa de conservación previsto para la reducción del impacto.

Tabla V.8 Evaluación de la pérdida de vegetación

Etapas	Criterios básicos	Criterios complementarios	Medidas de control ambiental para mitigar impactos
● Preparación del sitio	● Magnitud del impacto: Mínima ● Extensión del impacto: Puntual ● Duración de la acción: Media	● Sinergia: Ligera ● Acumulación: Nula ● Controversia: Mínima	Media
Significancia			
Moderada			

V.3.4.2. Componente: Fauna

En concordancia con el componente de vegetación, dentro del predio se cuenta con una existencia de 57 especies de fauna de las cuales 6 se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010;sin embargo, la diversidad pudiera ser superior sí se realizarán los monitoreos y muestreos en distintas temporadas del año. La afectación, aunque relacionado con el componente de vegetación, será permanente en todas las etapas del proyecto, dado el flujo de personal al interior del proyecto y la modificación del predio.

La magnitud entonces es considerada moderada por tener una afectación más allá del límite del área y una extensión regional. Por otro lado, se considera una acumulación relacionada con correlación con factores de confort sonoro, remoción de vegetación.

Tabla V.9 Evaluación del desplazamiento de fauna local

Etapas	Criterios básicos	Criterios complementarios	Medidas de control ambiental para mitigar impactos
● Preparación del sitio ● Construcción ● Operación y mantenimiento ● Desmantelamiento	● Magnitud del impacto: Moderada ● Extensión del impacto: Regional ● Duración de la acción: Larga	● Sinergia: Nula ● Acumulación: Alta ● Controversia: No existe	Media
Significancia			
Alta			

V.3.4.3. Componente: Aire

Emisión de polvo y partículas

La emisión de polvos y partículas se reconoce inicialmente en las etapas de preparación y construcción relacionada con el acondicionamiento del terreno, el transporte de material a granel para las obras de construcción y la operación de vehículos y maquinaria. Aunque la intensidad para las etapas de operación y mantenimiento pueden reducir su intensidad, son consideradas toda vez que se tendrá flujo de vehículos y maquinas para acciones de mantenimiento y control.

Según lo anterior se reconoce una magnitud mínima con extensión puntual por la poca dispersión que podría presentarse y una duración larga. Respecto a la medida de mitigación, esta será presentada más adelante relacionada con el mantenimiento de maquinaria y vehículo, así como para levantamiento de polvos.

Tabla V.10 Evaluación de Calidad del aire por emisión de polvos y partículas

Etapas	Criterios básicos	Criterios complementarios	Medidas de control ambiental para mitigar impactos
● Preparación del sitio ● Construcción ● Operación y mantenimiento ● Desmantelamiento	● Magnitud del impacto: Mínima ● Extensión del impacto: Puntual ● Duración de la acción: Larga	● Sinergia: Nula ● Acumulación: Nula ● Controversia: No existe	Alta
Significancia			
Moderada			

Confort sonoro

El ruido considerado para la evaluación de confort sonoro responde a actividades complementarias a la producción de energía solar, debido principalmente a la presencia del personal y al uso del equipo y maquinaria necesaria para las obras requeridas en la preparación de sitio, construcción y desmantelamiento y aquellas puntuales que puedan requerirse en actividades de seguimiento y mantenimiento. Sin embargo las medidas de impacto seguirán las directrices establecidas en el marco normativo de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS).

En consecuencia con lo anterior, se especifica una magnitud mínima y una extensión puntual, pero que tendrá una duración larga. Es importante mencionar que el impacto se presenta en condiciones abiertas que favorecen la dispersión y no espera que llegue a afectar significativamente a la comunidad aledaña.

Tabla V.11 Evaluación de los altos niveles de ruido

Etapas	Criterios básicos	Criterios complementarios	Medidas de control ambiental para mitigar impactos
● Preparación del sitio ● Construcción ● Operación y mantenimiento ● Desmantelamiento	● Magnitud del impacto: Mínima ● Extensión del impacto: Puntual ● Duración de la acción: Larga	● Sinergia: Nula ● Acumulación: Nula ● Controversia: No existe	Media
Significancia			
Moderada			

Emisión de gases

La emisión de gases está directamente relacionada con las actividades que tienen que requieren el uso de maquinaria, lo cuales por combustión tienen una generación de emisiones de gases contaminantes, que adicionalmente se presentarán darán en todas las etapas del proyecto, estas emisiones deberán cumplir con los valores máximos de los parámetros que dictan las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-1999 y NOM-045-SEMARNAT-1996 .Sin embargo, dada la naturaleza de proyecto presenta una reducción de emisiones de Gases de efecto Invernadero (GEI) dada la naturaleza del proyecto para la generación de energía eléctrica.

La magnitud se considera mínima y una extensión puntual, así como una larga duración por ser permanente en todas las etapas del proyecto. Finalmente, no se considera acumulativo dado que no es de alta demanda y no se identificaron otras actividades que generen un gran impacto en los a los

alrededores del proyecto. Por tanto y como se muestra en la tabla siguiente, la significancia del impacto relacionada a la calidad del aire se calcula como moderada.

Tabla V.12 Evaluación del deterioro de la calidad del aire

Etapas	Criterios básicos	Criterios complementarios	Medidas de control ambiental para mitigar impactos
● Preparación del sitio ● Construcción ● Operación y mantenimiento ● Desmantelamiento	● Magnitud del impacto: Mínima ● Extensión del impacto: Puntual ● Duración de la acción: Larga	● Sinergia: Nula ● Acumulación: Nula ● Controversia: No existe	Media
Significancia			
Moderada			

V.3.4.4. Componente: Suelo

Contaminación del suelo

El riesgo de contaminación del suelo se prevé durante las actividades en donde se lleve a cabo el uso de maquinaria y vehículos ya que estos requieren aceites, grasas o lubricantes, por lo que, existe la posibilidad de un derrame de combustible o aceite, contaminando así la porción de suelo.

Por otro lado, también en caso de que no se lleve a cabo un almacenamiento adecuado de los residuos sólidos, residuos peligrosos y otras sustancias en las instalaciones temporales se podría contaminar el suelo. Sin embargo, el impacto puede ser totalmente prevenible por lo que el grado de mitigación es alto ya que se prevé el uso de zonas de mantenimiento o carga de combustible en alguna área del Proyecto para las maquinarias y vehículos esto de acuerdo las necesidades de la construcción del proyecto.

Por su parte, la extensión sería de manera puntual, ya que por su naturaleza sólo será en el sitio del proyecto, el impacto será de duración media ya que en caso de existir algún derrame puede controlarse. Aunado a esto se reitera que se implementarán todas las medidas preventivas necesarias, para evitar que se detone este impacto, y que, en caso de suceder, se aplicarán estrictas medidas de control con grado de emergencia, para retirar la cantidad del suelo afectado y disponerlo adecuadamente, o en su defecto y si las condiciones lo permiten, restaurarla para revertir el fenómeno, siendo primordial evitar la propagación de la contaminación, siendo así los efectos acumulativos serían nulos.
Adicionalmente es importante mencionar que la cantidad de combustible presente en el sitio será en todo momento menor a la cantidad señalada oficialmente en el primer listado de manejo de sustancias tóxicas y el segundo listado de manejo de sustancias inflamables y explosivas, determinadas por la Secretaría de Desarrollo Urbano y por Ecología, estatal y federal. De esta manera las medidas de mitigación son altas.

Tabla V.13 Evaluación de la contaminación del suelo

Etapas	Criterios básicos	Criterios complementarios	Medidas de control ambiental para mitigar impactos
● Preparación del sitio ● Construcción ● Desmantelamiento	● Magnitud del impacto: Mínima ● Extensión del impacto: Puntual ● Duración de la acción: Media	● Sinergia: Nula ● Acumulación: Nula ● Controversia: No Existe	Alto
Significancia			
Moderada			

Erosión

Este impacto se generará en las cuatro etapas del proyecto; sin embargo en la etapa de preparación del sitio y construcción se tendrá mayor relevancia ya que, se realizarán actividades que incrementarán la susceptibilidad a la erosión del suelo, como es el desmonte y despalme la remoción de suelo para la rehabilitación de caminos y ampliación, apertura de áreas para maniobras de vehículos y maquinaria, lo cual por la acción del viento y el agua puede favorecer la erosión. Dichas actividades provocarán la reducción de la capacidad de retención de agua, pérdida de materia orgánica, alteración de las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

Por otra parte, la magnitud del impacto sería mínima con una extensión puntual. No obstante, la duración sería larga debido a que se engloba en todas las etapas del proyecto. Sin embargo, las medidas de mitigación se consideran de tipo media debido a que como ya se mencionó de acuerdo con las actividades de desmonte y despalme el perfil del suelo cambiará de forma irreversible y permanente.

Tabla V.14 Evaluación de la erosión

Etapas	Criterios básicos	Criterios complementarios	Medidas de control ambiental para mitigar impactos
● Preparación del sitio ● Construcción ● Operación y mantenimiento ● Desmantelamiento	● Magnitud del impacto: Mínima ● Extensión del impacto: Puntual ● Duración de la acción: Larga	● Sinergia: Nula ● Acumulación: Nula ● Controversia: No existe	Media
Significancia			
Moderada			

V.3.4.5. Componente: Agua

Consumo agua y generación de aguas residuales

En las cuatro etapas de la ejecución del proyecto es necesario el consumo de agua por lo que, esto puede afectar de manera limitada la disponibilidad del recurso en el sitio del proyecto. Adicionalmente como parte del mantenimiento de los paneles, es necesario el consumo de agua para el lavado pues pueden acumular residuos de excretas de avifauna o polvo que provocan la disminución de la eficiencia de estos, pudiendo afectar de esta manera limitada la disponibilidad del recurso agua en el sitio del proyecto. Por otro lado, derivado de que, el agua de lavado de los paneles contiene únicamente polvo y algunas partículas asociadas a las excretas, no afectaría las propiedades del agua subterránea.

Por otra parte, las descargas de aguas residuales de igual manera serán provenientes en las cuatro etapas del proyecto las cuales serán principalmente de los servicios sanitarios. Es importante comentar que, se contratará una empresa proveedora de servicios de baños químicos, la cual estará a cargo de su mantenimiento y de la disposición final de dichos efluentes generados en las etapas del proyecto. En cambio, en la etapa de operación del proyecto serán dirigidas directamente a un biodigestor que se limpiará de forma periódica.

Finalmente, es de total importancia mencionar que el aumento en el consumo de agua y la generación de aguas residuales será un impacto de magnitud mínima, extensión puntual, pero de duración larga, derivado del tiempo de duración del proyecto. Sin embargo, las medidas de mitigación son altas.

Tabla V.15 Evaluación del consumo de agua

Etapas	Criterios básicos	Criterios complementarios	Medidas de control ambiental para mitigar impactos
● Preparación del sitio ● Construcción ● Operación y mantenimiento ● Desmantelamiento	● Magnitud del impacto: Mínima ● Extensión del impacto: Puntual ● Duración de la acción: Larga	● Sinergia: Ligera ● Acumulación: Nula ● Controversia: No existe	Alta
Significancia			
Moderada			

V.3.4.6. Componente: Residuos

Generación de residuos sólidos urbanos

Durante las cuatro etapas del proyecto se generarán residuos. No obstante, se considera que, en la etapa de construcción, se generará una mayor cantidad asociada principalmente a los materiales de construcción y de la presencia de los trabajadores. Sin embargo, la magnitud del impacto se considera

mínima, su extensión puntual, y su duración larga, ya que como se mencionó anteriormente, su implicación será desde la preparación del sitio hasta su desmantelamiento de las instalaciones.

No se consideran efectos sinérgicos o acumulativos para el caso de RSU ya que la única actividad que implica la generación de RSU, serán los asociados a la presencia de trabajadores. Por otra parte, no se prevé que en el futuro se desempeñen otras actividades que en su conjunto potencialicen la generación de estos residuos.

Por último se prevé la implementación de estrictas medidas de control y manejo de residuos, por lo cual el grado de mitigación es alto, obteniendo así una significancia moderada

Tabla V.16 Evaluación de la generación de residuos sólidos urbanos

Etapas	Criterios básicos	Criterios complementarios	Medidas de control ambiental para mitigar impactos
● Preparación del sitio ● Construcción ● Operación y mantenimiento ● Desmantelamiento	● Magnitud del impacto: Mínima ● Extensión del impacto: Puntual ● Duración de la acción: Larga	● Sinergia: Nula ● Acumulación: Nula ● Controversia: No existe	Alta
Significancia			
Moderada			

Generación de residuos peligrosos y/o de manejo especial

La generación de residuos peligrosos (RP) se presenta en las cuatro etapas del proyecto; sin embargo, está más relacionada a las etapas en donde sea necesario el mantenimiento de la maquinaria y vehículos que lo requieran de manera correctiva. Durante la operación, la generación de RP estará asociada al mantenimiento de las instalaciones, aunque este tipo de generación no será frecuente, sino más bien, de generación ocasional. Por lo que la generación de estos residuos será más significativa en la etapa de construcción.

De la misma manera, la generación de residuos de manejo especial (RME) se dará principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción derivado de los volúmenes de generación de residuos del desmonte y despalme, así como al material residual de las obras.

Dado lo anterior, la magnitud del impacto será moderada, de extensión puntual, estrictamente limitada por el sitio del proyecto; sin embargo, será con duración larga.

No se prevén efectos acumulativos ya que no habrá otras actividades generadoras de estos residuos más que las relacionadas al proyecto. No obstante se considera una sinergia ligera. Por otro lado, no existe grado de controversia. En cuanto a las medidas de control ambiental de mitigación es alta, ya que todos los residuos estarán sometidos a un plan de manejo que conlleva su control, seguimiento y la garantía de que éstos serán dispuestos de forma adecuada.

Tabla V.17 Evaluación de la generación de residuos peligrosos y/o de manejo especial

Etapas	Criterios básicos	Criterios complementarios	Medidas de control ambiental para mitigar impactos
● Preparación del sitio ● Construcción ● Operación y mantenimiento ● Desmantelamiento	● Magnitud del impacto: Moderada ● Extensión del impacto: Puntual ● Duración de la acción: Larga	● Sinergia: Ligera ● Acumulación: Nula ● Controversia: No existe	Alta
Significancia			
Moderada			

V.3.4.7. Componente: Riesgos a la salud

Salud humana

Los impactos referentes a los daños a la salud presentan una magnitud del impacto mínima, mientras que la extensión del impacto es de manera puntual; sin embargo, la duración de la acción es larga. Por otra parte los impactos están asociados principalmente a posibles enfermedades respiratorias relacionadas al levantamiento de polvo y contaminación por gases que se generarán cuando se haga uso de maquinaria y equipos en las cuatro etapas del proyecto. Los contaminantes atmosféricos causantes de efectos a la salud son las partículas, NO_2, SO_2, Ozono y la contaminación acústica. Sin embargo, distintas fuentes indican que la incidencia de estas enfermedades se da en contextos de exposición prolongada, por lo que no se prevé que alguna de estas enfermedades pueda surgir entre los trabajadores, ya que la temporalidad de las etapas antes mencionadas es limitada.

Por último es importante mencionar que el grado de mitigación es alto ya que se puede prevenir evitando la exposición prolongada y el uso adecuado del equipo de protección personal, aunada al estricto apego al *Programa de Control de Emisiones y Ruido* que contribuya a generar la menor cantidad de emisiones a la atmósfera, especialmente en las etapas de Preparación del Sitio y Construcción.

Tabla V.18 Evaluación de los riesgos a la salud

Etapas	Criterios básicos	Criterios complementarios	Medidas de control ambiental para mitigar impactos
● Preparación del sitio ● Construcción ● Operación y mantenimiento ● Desmantelamiento	● Magnitud del impacto: Mínima ● Extensión del impacto: Puntual ● Duración de la acción: Larga	● Sinergia: Nula ● Acumulación: Nula ● Controversia: No existe	Alta
Significancia			
Moderada			

V.3.5 Descripción de los impactos sociales

El Proyecto contempla la contratación de personal para la realización de sus actividades durante las cuatro etapas del proyecto. No obstante, la generación de empleos y la actividad económica consecuente será más importante durante la preparación del sitio y la construcción.

Por otra parte, el proyecto generará energía eléctrica que satisface la creciente necesidad energética de la región y ayudará a cubrir la demanda de este servicio en el país, ya que la energía producida por medio del proyecto se dispondrá de la forma en la que mejor lo considere la Comisión Federal de Electricidad.

La significancia para todas las etapas es alta, en tanto que la extensión es de manera local. No obstante, para las etapas de preparación del sitio y construcción la magnitud es alta. Por el contrario para la etapa de operación y mantenimiento es mínima, mientras que para el desmantelamiento es moderada.

Tabla V.19 Evaluación de impactos socioeconómicos.

Etapas	Impactos	Magnitud	Extensión	Duración	Significancia
Preparación de sitio	Generación de empleo y uso de servicios locales	Alta	Local	Media	Alta
Construcción		Alta	Local	Larga	Alta
Operación y mantenimiento		Mínima	Local	Larga	Alta
Desmantelamiento		Moderada	Local	Media	Alta

V.3.6 Descripción de los impactos de cambio climático

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) establece la energía solar como una de las tecnologías que se utilizan para abordar el cambio climático, conocidas como tecnologías climáticas, las cuales ayudan a reducir los Gases de Efecto Invernadero (GEI). Según el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2024-2038, el porcentaje de generación de energía eléctrica a partir de energías limpias paso de 28.63% a 26.68% de 2021 a 2022, lo cual se vio representado en el inventario nacional de emisiones, en el cual el sector de energía paso de emitir 441.9 MtCO2e en 2021 a 480.4 MtCO2e en 2022 (63.4% de las emisiones totales nacionales). Este aumento se adjudica al consumo combustibles fósiles asociado a la recuperación de la pandemia de COVID que se vivió en todo el mundo durante 2020 y 2021(SEMARNAT, 2024).

Bajo el panorama anterior proyectos como el presentado apuestan por una transición a energías renovables, aportando a la disminución del consumo de combustibles fósiles y a los compromisos internacionales de cambio climático presentados por México, que incluyen aumentar la participación de energías limpias en la generación de energía eléctrica en un 39.9% en 2033 y alcanzar una participación del 50% para 2050(SEMARNAT, 2024).

Siguiendo las indicaciones de la metodología para el cálculo de emisiones y estimación del potencial de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) del sector de generación de energía eléctrica

(SENER, 2024), estimando una generación de energía de capacidad neta de 250MW a partir de ciclo combinado y combustión interna de gas natural(caso supuesto), las emisiones evitadas al implementar el proyecto serían las siguientes:

$$E_{evitadas} = \frac{(CE * GWP_{CO2} * FE_{CO2})}{1000} + \frac{(CE * GWP_{CH4} * FE_{CH4})}{1000} + \frac{(CE * GWP_{N2O} * FE_{N2O})}{1000}$$

Donde

E = Emisiones evitadas (ton CO_{2eq})

CE = Consumo energético del combustible (PJ)

GWP = Potencial de Calentamiento Global (kgCO2)

FE = Factor de emisión del combustible (Kg gas/PJ)

1000 = Factor de conversión de kg a toneladas

Según la Secretaría de Energía (SENER) el indicador energético anual por el consumo del gas natural para una central de ciclo combinado y combustión interna es de 6.907 TJ/GWh. Por lo cual el consumo de energético del combustible para 250MW es de 1.727TJ.

$$E_{evitadas} = \frac{\left(1.727TJ * 1 * \frac{57{,}755.93kgCO_2}{TJ}\right)}{1000} + \frac{\left(1.727TJ * 28 * \frac{1kgCH_4}{TJ}\right)}{1000} + \frac{\left(1.727TJ * 265 * \frac{0.1kgN_2O}{TJ}\right)}{1000}$$

$$E_{evitadas} = 99.74 + 0.0483 + 0.31$$

$$\boldsymbol{E_{evitadas} = 100.09 tonCO_2eq}$$

Según lo anterior, en comparación con una central de ciclo combinado, la central fotovoltaica estaría evitando la emisión de 100.09tonCO_{2eq} cada hora de operación.

V.4. Impactos residuales

Según el artículo 3º fracción X del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación del Impacto Ambiental; define como impacto residual: “El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación”, bajo esta definición se considera que previo a la aplicación de medidas de mitigación los impactos relacionados con pérdida de vegetación, consumo de agua y generación de aguas residuales, así como la generación de RSU, RME y RP son impactos residuales puesto que no podrán reducirse en toda su magnitud.

Para el caso de la pérdida de vegetación, si bien se cuenta con áreas específicas de conservación, será necesaria remoción de vegetación arbustiva y arbórea para la instalación de equipos y paneles, dicha remoción como ya se explico previamente se dará al inicio del proyecto en la preparación del sitio y no podrá ser mitigada. Adicionalmente, dada la constante presencia de personal en el área de proyecto se tendrá un constante consumo de agua y por consecuencia generación de aguas residuales.

Finalmente, respecto a los residuos que se generan en cada una de las etapas, no todos podrán ser evitados, al respecto se tendrán planes de manejo y disposición pero el impacto de generación no podrá reducirse por completo.

V.5. Impactos acumulativos

Según el REIA (fracción VII del art. 3º), un impacto ambiental acumulativo es *"el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente"*.

Tabla V.20 Evaluación de impactos acumulativos

Componente	Impactos	Acumulación
Vegetación	Pérdida de vegetación	Nula
Fauna	Desplazamiento de fauna local	Alta
Aire	Emisión de polvos y partículas	Nula
	Altos niveles de ruido	Nula
	Deterioro de la calidad del aire	Nula
Suelo	Contaminación del suelo	Nula
	Erosión	Nula
Agua	Consumo de agua y generación de aguas residuales domésticas	Nula
Residuos	Generación de residuos sólidos urbanos	Nula
	Generación de residuos peligrosos y/o de manejo especial	Nula
Riesgos a la salud	Daños a la salud humana (enfermedades respiratorias)	Nula

Los impactos acumulativos, se identificaron principalmente en el componente de fauna ya que, se presentará pérdida de especies por la remoción de zonas de alimentación, zonas de anidación y madrigueras al eliminar la cobertura vegetal o por atropellamiento, así como por la generación de ruido y presencia de elementos que les son extraños (como equipos, maquinaria y personal). Las especies pequeñas que viven entre la vegetación o en raíces de arbustos son las más susceptibles de verse afectadas por la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.

V.6. Resumen y conclusiones

Con la información generada en los apartados anteriores es posible distinguir que el impacto con mayor significancia es desplazamiento de fauna, seguido de la generación de residuos peligrosos y de manejo especial, erosión, altos niveles de ruido y emisión de gases, respectivamente.

Respecto a los impactos residuales, la pérdida de vegetación, consumo de agua y generación de aguas residuales, así como la generación de RSU, RME y RP son impactos residuales puesto que no podrán reducirse en toda su magnitud. Sin embargo, estos impactos serán mitigados en cierta medida a través de los programas definidos en el Cap. VI.

Por otro lado, el desplazamiento de fauna local se relaciona como el único impacto acumulativo dado que se presentará pérdida de especies por la remoción de zonas de alimentación, zonas de anidación y madrigueras al eliminar la cobertura vegetal o por atropellamiento, así como por la generación de ruido y presencia de elementos que les son extraños (como equipos, maquinaria y personal).

Finalmente, se considera que el proyecto logra insertarse de manera adecuada en el medio local y regional puesto que los impactos identificados y caracterizados pueden ser mitigados a través de los programas definidos para tal fin y el proyecto, dada su naturaleza está alineado con los compromisos internacionales de México en materia de mitigación y adaptación al cambio climático por su impulso a generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables.

CAPÍTULO VI.

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

Contenido

VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 2
VI.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) 14
VI.2.1 Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento 14
VI.2.2 Programa de rescate y reubicación de fauna 18
VI.2.3 Programa de control de emisiones y ruido 20
VI.2.4 Programa de seguridad y salud en el trabajo 22
VI.2.5 Programa de manejo integral de residuos 23
VI.2.6 Programa de preservación de las abejas Meliponas 29
VI.2.7 Programa de mantenimiento de baños secos y biodigestor 34
VI.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) 35
VI.4. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZA 35

Contenido de tablas

Tabla VI.1 Medidas de mitigación por impacto asociado 3
Tabla VI.2 Matriz de programas y medidas por impacto 12
Tabla VI.3 Especies registradas en el área del proyecto con usos tradicionales mayas 15
Tabla VI.4 Indicadores de seguimiento para el impacto de pérdida de vegetación 17
Tabla VI.5 Ejemplo del formato de seguimiento para el rescate de fauna. 19
Tabla VI.6 Tiempo de ejecución del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación fauna 19
Tabla VI.7 Indicadores de seguimiento para el impacto de desplazamiento de fauna local 20
Tabla VI.8 Indicadores de seguimiento para los impactos en el aire 22
Tabla VI.9 Indicadores de seguimiento de salud y seguridad en el trabajo 23
Tabla VI.10 Esquema general del manejo integral de residuos en la preparación y construcción 25
Tabla VI.11 Indicadores de seguimiento para los impactos seguridad del trabajador 28
Tabla VI.12 Indicadores de seguimiento a baños secos y biodigestor 34
Tabla VI.13 Recursos necesarios para implementación de programas 35

Contenido de figuras

Figura VI.1 Aplicación de los programas a través de cada una de las etapas del proyecto..... 1

Figura VI.2 Moliponio tradicional..... 30

Las medidas que se exponen en el presente capítulo tienen como fin minimizar los posibles impactos ambientales generados por el conjunto de las actividades del proyecto, desde la etapa de preparación del sitio hasta el cierre.

En primera instancia, es importante establecer las definiciones y alcances correspondientes a los conceptos de medidas preventivas y de mitigación, las cuales se mencionan a continuación:

Medidas preventivas: Acciones anticipadas que se realizan para evitar o minimizar los daños que podría ocasionar el proyecto sobre el medio ambiente.

Medidas mitigadoras o correctoras: Son aquellas que se llevan a cabo para reparar o reducir los daños que son inevitables hacia el medio ambiente, que se generan por la realización del proyecto, buscando realizar las actividades necesarias para que se neutralicen, las causas del deterioro ambiental originado.

Estas deben ser tomadas en cuenta y ser aplicadas en el beneficio de cada uno de los componentes naturales del ecosistema en donde influirá el proyecto, tal y como lo establece el artículo 121, fracción VIII del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

En este apartado se muestran las medidas que servirán para prevenir, mitigar y compensar los efectos adversos derivados del desarrollo de las obras, por lo que se describirá la manera en que estos efectos serán minimizados al máximo. Las medidas buscan:

- Prevenir, atenuar, corregir y mitigar cualquier posible externalidad ambiental que se derive de la realización del proyecto.
- Realizar acciones de seguimiento y monitoreo de las medidas de control de impactos ambientales que serán propuestas en este apartado.
- Respetar la normatividad ambiental vigente que regula la construcción y operación del proyecto, garantizando el cumplimiento de la normatividad de desarrollo urbano aplicable.
- Asegurar que los residuos sólidos que se generarán durante el desarrollo de la obra sean tratados conforme a la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Una vez identificados y evaluados los impactos, es posible crear un plan estratégico que contribuya al establecimiento de acciones oportunas que minimicen la afectación del medio en donde se ejecutará el proyecto. En este sentido, en este apartado se plantean y describen las medidas de prevención, mitigación y compensación de acuerdo a cada etapa del proyecto, contemplando la preparación del sitio (PS) que abarca desde el desmantelamiento, limpieza y acarreo de materiales pétreos; la construcción (C) que abarca excavaciones, compactación, cimentación e instalaciones subterráneas ; la operación y mantenimiento (OM) que refiere a las actividades técnicas propias de la operación de la planta y mantenimiento de tipo preventivo y correctivo; y finalmente el desmantelamiento(D).

Para fines prácticos, en la siguiente sección se presenta un cuadro que muestra las medidas a adoptar con relación a cada impacto.

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

Con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales (descritos en el Capítulo V), que se producirán con las actividades del proyecto, a continuación, se mencionan las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir o mitigar los efectos negativos que se generarán en el ambiente.

Tabla VI.1 Medidas de mitigación por impacto asociado

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
1. Pérdida de vegetación	Todas	1.1 Se delimitará y cercará un área de 71.49 ha de conservación al interior del predio	Prevención / mitigación	Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento	Evidencia fotográfica y delimitación de área
	Todas	1.2 Se definirá un plan de manejo comunitario que permitirá un micro aprovechamiento local por parte de las comunidades locales	Prevención / mitigación	Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento	Plan de manejo comunitario
	Todas	1.3 Se realizará un plan de prevención de incendios o de manejo de fuego para el área destinada a conservación	Prevención	Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento	Plan de prevención de incendios o de manejo de fuego
	Todas	1.4 Se establecerán canales de participación para que las acciones de conservación y cuidado se realicen con el apoyo de las comunidades locales	Prevención / mitigación	Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento	Reporte de socialización, listado de asistencia y evidencia fotográfica
2. Desplazamiento de fauna local	Preparación del Sitio y construcción	2.1 Se rescatarán y reubicarán madrigueras y nidos que puedan encontrarse en el área del Proyecto.	Prevención/ Mitigación	Programa de rescate y	Reporte ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
				reubicación de fauna	(DGIRA)de reubicación de especies. Evidencia fotográfica. Bitácora
	Preparación del Sitio y construcción	2.2 Se rescatarán las especies de fauna silvestre que puedan encontrarse en el área del proyecto, dándole prioridad a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (no identificados durante muestreo fauna) y que sean de lento desplazamiento.	Mitigación	Programa de rescate y reubicación de fauna	Reporte de reubicación de especies. Evidencia fotográfica de lugares de reubicación. Bitácora
	Preparación del Sitio, construcción y operación y mantenimiento	2.3 Ahuyentamiento de las especies faunísticas a zonas aledañas.	Prevención/ Mitigación	Programa de rescate y reubicación de fauna	Formato de seguimiento
3. Emisión de gases, polvos y partículas	Preparación de sitio, construcción y desmantelamiento	3.1 El material de revestimiento que se transporte en camiones deberá estar cubierto con lonas para evitar la dispersión y suspensión de partículas en el aire.	Prevención	Programa de control de emisiones y ruido	Evidencia fotográfica.
	Preparación de sitio, construcción y desmantelamiento	3.2 Durante las obras en el predio se llevará control de las velocidades de circulación de los vehículos y maquinaria de construcción para minimizar la re-suspensión de polvos.	Prevención	Programa de control de emisiones y ruido	Evidencia documental de que las unidades fueron sometidas recientemente a afinación y verificación. Bitácora.

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
	Preparación de sitio, construcción y desmantelamiento	3.3 De ser necesario, se llevarán a cabo riegos con camiones cisterna (con agua residual), a fin de reducir lo máximo posible la generación de partículas de polvo con el uso de la maquinaria.	Prevención	Programa de control de emisiones y ruido	Recibo de compra de agua tratada y evidencia fotográfica
	Todas las etapas	3.4 Se deberá respetar los establecido por: -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. -NOM-045-SEMARNAT-2017.Protección ambiental, Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición -NOM-047-SEMARNAT-2014, Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que	Prevención	Programa de control de emisiones y ruido	Documento expedido en algún Centro de Verificación Vehicular o Unidad de Verificación acreditada y aprobada por el Gobierno del estado de Querétaro que contenga el resultado obtenido en la evaluación de las emisiones contaminantes.

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
		usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. -NOM-050-SEMARNAT-2018, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.			
	Preparación de sitio, construcción y desmantelamiento	3.5 Se establecerá un convenio con los contratistas donde garanticen que la maquinaria de construcción móvil y estacionaria, así como los camiones de volteo no presenten emisiones de humos negros, blancos y azules ostensiblemente contaminantes con excepción de los arranques y operaciones justificadas de plena carga.	Prevención	Registros de mantenimiento del programa	Constancia de Inspección y Mantenimiento
	Preparación de sitio, construcción y desmantelamiento	3.6 Uso de lentes industriales para los trabajadores implicados directamente en el movimiento de tierras y acarreo de materiales	Mitigación	Seguridad y salud en el trabajo	Evidencia fotográfica aleatoria y reporte de inspección en materia de Seguridad e higiene
4. Altos niveles de ruido	Todas las etapas	4.1 Se proporcionará al personal que labore en el Proyecto, equipo de protección personal de atenuación por la afectación de	Mitigación	Seguridad y salud en el trabajo	Evidencia fotográfica aleatoria y reporte de inspección en materia de Seguridad e higiene

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
		emisión de ruido, acorde a lo especificado en la NOM-017-STPS-2008.			
	Todas las etapas	4.2 Cumplimiento de la NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	Prevención	Programa de control de emisiones y ruido	Facturas y documentos de comprobación de mantenimiento de vehículos
	Todas las etapas	4.3 Se exigirá un mantenimiento preventivo a maquinaria y vehículos pesados para garantizar buen funcionamiento y bajos niveles de ruido.	Prevención	Programa de control de emisiones y ruido	Evidencia documental del mantenimiento preventivo de los vehículos y maquinaria.
5. Erosión y contaminación del suelo	Todas las etapas	5.1 Una vez terminada la etapa de construcción se inducirá el crecimiento de la vegetación herbácea y arbustiva en los bordes de las vialidades internas a fin de minimizar la pérdida de suelo por erosión.	Prevención	Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento	Evidencia fotográfica
		5.2 Para minimizar el riesgo de contaminación del suelo por la operación del equipo y maquinaria se realizará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria que se utilice a fin de garantizar que se encuentre en las mejores condiciones	Prevención	Programa de manejo integral de residuos	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
		mecánicas posibles. Con ello se minimizarán los derrames al suelo.			
		5.3 Con el fin de evitar filtraciones al suelo y subsuelo por concepto de lixiviados derivado de la acumulación de residuos orgánicos en los contenedores, estos deberán ser colocados en un área impermeable.	Prevención	Programa de manejo integral de residuos	Bitácora de inspección
6. Consumo de agua y generación de aguas residuales	Preparación del sitio, construcción y desmantelamiento	6.1 Los sanitarios móviles que se dispondrán durante la construcción, serán sometidos a un estricto plan de mantenimiento. Una empresa especializada se encargará de la recolección y traslado de las aguas residuales sanitarias,	Mitigación	Programa de mantenimiento de baños secos y biodigestor	Documentación probatoria sobre el mantenimiento y limpieza, así como del tratamiento y disposición por parte de la empresa contratista.
	Operación y mantenimiento	6.2 Se garantizará un mantenimiento constante del biodigestor por personal especializado	Mitigación	Programa de mantenimiento de baños secos y biodigestor	Bitácora de limpieza y mantenimiento
7. Generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y/o	Todas las etapas	7.1 Se realizará una separación mínima de residuos sólidos urbanos en: orgánicos, papel y cartón, plástico, latas, y otros residuos inorgánicos en contenedores para cada tipo de residuos estratégicamente ubicados. Se contempla la valorización de estos	Mitigación	Programa de Manejo Integral de Residuos	Bitácoras de generación y recibos de entrega-recepción. Contratos de las empresas de valorización autorizadas.

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
peligroso	Todas las etapas	7.2 Se Implementarán de forma temporal almacenes de residuos durante etapas de preparación, construcción y desmantelamiento. Durante la Operación se establecerán de manera definitiva zonas de almacenamiento temporal de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP) con cumplimiento del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R- LGPGIR)	Mitigación	Programa de Manejo Integral de Residuos	Evidencia fotográfica, Señalizaciones. Facturas de compra de recipientes y sistemas de contención, de acuerdo con las necesidades detectadas
	Construcción y desmantelamiento	7.3 Los residuos generados de la construcción como residuos de empaques de alimentos, alimentos, acero estructura y de refuerzo, residuos de materiales de construcción se manejarán como residuos de manejo especial conforme a la normativa vigente cuando se genera en una obra en una cantidad mayor a 80 m^3.	Mitigación	Programa de Manejo Integral de RME	Manifiestos de entrega-recepción de residuos.
	Todas las etapas	7.4 Durante las diferentes etapas del Proyecto, el Promovente contará con los manifiestos de disposición de residuos peligrosos correspondientes, esto con el fin de comprobar que la disposición final de los residuos peligrosos generados que realice la empresa prestadora de servicios sea en sitios	Mitigación	Programa de Manejo Integral de RP	Manifiestos de entrega-recepción de residuos. Bitácoras de generación. Autorización de SEMARNAT de empresa contratada

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
		debidamente autorizados conforme a lo establecido en los presentes lineamientos en cumplimiento al Reglamento y a lo señalado en la NOM-052-SEMARNAT-2005 para el manejo integral de los residuos peligrosos.			
	Todas las etapas	7.5 Se contratarán prestadores de servicio autorizados por la Secretaría para recolectar, transportar y disponer los residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados en las distintas etapas de proyecto, a fin de evitar su manejo inadecuado o disposición clandestina en sitios no autorizados.	Mitigación	Programa de Manejo Integral de RSU	Manifiestos de entrega-recepción de residuos. Bitácoras de generación.
	Todas las etapas	7.6 Implementación y registro de plan de manejo de residuos a fin de dar cumplimiento a todas las medidas indicadas en estos preceptos de la LGPGIR	Mitigación	Programa de Manejo Integral de Residuos	Plan de manejo de residuos. Bitácoras de generación de residuos.
	Todas las etapas	7.7 Se contará con resguardo y acceso restringido a las zonas de almacenamiento temporal de residuos.	Mitigación	Programa de Manejo Integral de Residuos	Plan de manejo de residuos que indique a los responsables del área. Evidencia fotográfica del acceso restringido
	Todas las etapas	7.8 Se capacitará a todo el personal para el adecuado manejo de residuos.	Prevención / Mitigación	Programa de Manejo Integral de Residuos	Constancias de capacitación. Fotografías.

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
	Todas las etapas	7.9 Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas para evitar contaminación a suelo	Prevención	--	Constancia documental de que el mantenimiento se realiza en talleres mecánicos y fuera del terreno.
	Operación y mantenimiento y desmantelamiento	7.10 Se tendrá un apartado específico para la gestión sostenible de residuos de instalaciones fotovoltaicas	Mitigación	Programa de Manejo Integral de Residuos	Implementación del Plan
8. Daños a la salud humana	Todas	8.1 Capacitación y adiestramiento de los trabajadores sobre los procedimientos y riesgos asociados	Prevención	Seguridad y salud en el trabajo	Registro de capacitaciones
	Todas	8.2 Programa de apoyo para la gestión de residuos en la comunidad, que incluya la disposición de un centro de acopio, segregación de residuos y programas de reducción y reuso de residuos	Mitigación	Residuos	Memoria fotográfica y bitácoras de recolección
9. Empleo y economía local	Construcción / Operación y manteamiento	9.1 Elaboración participativa del programa productivo de meliponicultura con comunidades locales	Mitigación	Programa de preservación de las abejas Meliponas	Programa productivo en implementación, registro fotográfico
	Construcción / Operación y manteamiento	9.2 Acuerdo de entendimiento con la comunidad para la implementación del programa	Mitigación	Programa de preservación de las abejas Meliponas	Acuerdo de entendimiento firmado

Derivado del cuadro anterior, las medidas se pueden agrupar de acuerdo con los impactos, para su descripción, pues una medida puede contribuir a la mitigación de uno o varios impactos.

Tabla VI.2 Matriz de programas y medidas por impacto

Impacto / Programas y Medidas	Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento	Programa de rescate y reubicación de fauna	Programa de preservación de abejas meliponas	Programa de control de emisiones y ruido	Programa de seguridad y salud en el trabajo	Programa de manejo integral de residuos	Programa de mantenimiento de baños secos y biodigestor
Pérdida de vegetación	X						
Desplazamiento de fauna local	X	X					
Emisión de gases, polvos y partículas				X	X		
Altos niveles de ruido				X	X		
Erosión y contaminación de suelo						X	
Consumo de agua y generación de aguas residuales domésticas							X
Generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y/o peligroso.						X	
Daños a la salud humana					X	X	
Empleo y economía local			X				

Finalmente, a continuación, se presenta un calendario donde se observa el periodo de aplicación de cada uno de los programas a través de cada una de las etapas del proyecto.



Figura VI.1 Aplicación de los programas a través de cada una de las etapas del proyecto

VI.2. Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

En seguimiento a la mitigación de los impactos identificados, en el presente apartado se desarrollarán los programas anteriormente mencionados, describiendo los objetivos, metas, fichas técnicas que se usarán para dar seguimiento a cada una de las medidas establecidas en la sección anterior, así como también indicadores de seguimiento basados en sus respectivos criterios.

VI.2.1 Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento

Objetivo:

- Establecer áreas de conservación al interior del predio que mitiguen la pérdida de individuos arbóreos y arbustivos, así como la afectación de conectividad con las inmediaciones del proyecto.

Áreas propuestas conservar

Según lo desarrollado en el capítulo IV, se tiene predominancia de vegetación secundaria descrita de la siguiente manera: Pastizal inducido con vegetación secundaria, vegetación secundaria arbórea y arbustiva (cerco vivo) y vegetación secundaria de selva baja caducifolia. En función del estudio de flora y fauna desarrollado en el predio, se identificaron especies de gran porte y de uso tradicional maya, que fueron criterios para la delimitación de las áreas de conservación

La siguiente figura muestra la delimitación de las áreas de conservación, donde se destaca vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja caducifolia en color cian y vegetación inducida o cerco vico en color amarillo; adicionalmente, la delimitación tiene en cuenta los trayectos de caminos existentes que atraviesan el área de proyecto.

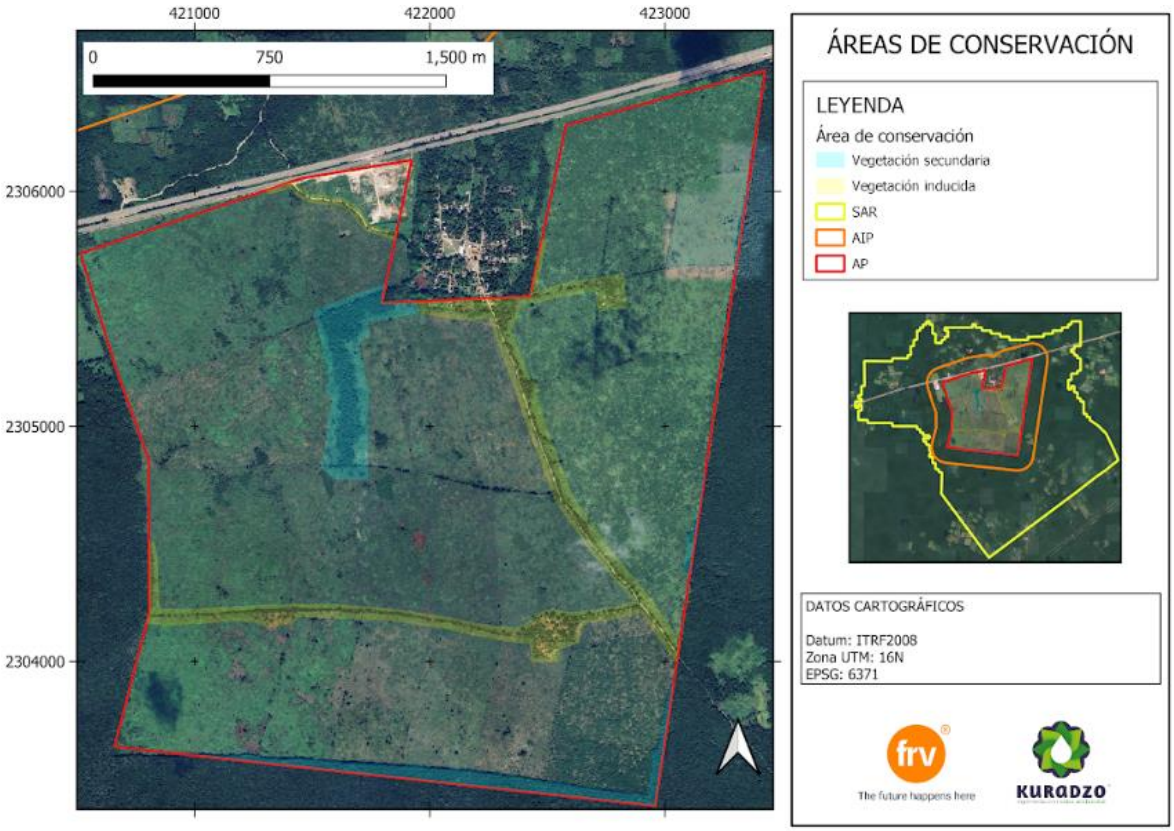


Figura VI.2 Áreas destinadas a conservación al interior del área del proyecto

Como se puede detallar, el área total de conservación es de 66.39ha, que corresponde a un 10.81% del área total del predio. Estas áreas serán socializadas con la comunidad de Santa Cruz con la intención de elaborar el plan de manejo de forma conjunta, considerando las actividades de aprovechamiento que ya se realizan actualmente con algunas especies presentes, la siguiente tabla destaca algunos usos tradicionales de la comunidad maya.

Tabla VI.3 Especies registradas en el área del proyecto con usos tradicionales mayas

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	USO TRADICIONAL MAYA	FORMA DE VIDA
Ehretia tinifolia	Beek	Medicinal: tratamiento de problemas estomacales; melífera, leña, sombra, forrajera, maderable, ornamental, mágico religioso, artesanal, construcción.	Arbórea
Bursera simaruba	Chakaj	Medicinal: látex para infecciones; corteza para heridas y quemaduras; Mágico religioso	Arbórea
Cenostigma gaumeri	Kitamche	Tinte: madera usada como colorante.	Arbórea

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	USO TRADICIONAL MAYA	FORMA DE VIDA
Enterolobium cyclocarpum	Pich	Forrajero: alimento para ganado; ornamental: sombra y reforestación; comestible, cosméticos, medicinal.	Arbórea
Havardia albicans	Chukum	Tinte: resina para curado de maderas y pigmentos. Medicinal, maderable, se usa para curtir pieles, melífera y como cerca viva.	Arbórea
Lonchocarpus longistylus	Balché	Ritual: preparación de bebidas fermentadas en ceremonias.	Arbórea
Lysiloma latisiliquum	Tzalam	Construcción: madera para muebles y estructuras; forrajera, medicinal, melífera y curtiente.	Arbórea
Piscidia piscipula	Jabín	Medicinal: calmante natural; uso veterinario como sedante; mágico-religiosa, culinario, también maderable.	Arbórea
Senegalia gaumeri	Catzin	Forrajero: alimento para ganado; leña para carbón; melífera y medicinal	Arbórea
Ceiba pentandra	Ceiba, Pochote (español); Ya'ax che'(maya).	Sagrado: árbol mítico maya; uso medicinal y construcción; Ornamental y fibra sedosa.	Arbórea
Guazuma ulmifolia	Guácimo, Kabal Pixoy, poxoy (maya)	Medicinal: corteza para tratar diarreas, (Baños y parto); forrajero, para limpiar el guarapo de la caña, para curtir pieles y para leña.	Arbórea
Cedrela odorata	Cedro	Construcción: madera para muebles finos y carpintería. Medicinal	Arbórea
Bauhinia divaricata	Ts' ulub took'	Forrajero: alimento para animales. Construcción, medicinal, alimentación y ornamental.	Arbustiva
Gymnopodium floribundum	Dzidzilché	Melífera: flor usada en la producción de miel por abejas meliponas. Combustible	Arbustiva
Chamaecrista nictitans	Tamarindillo	Medicinal: laxante natural.	Herbácea
Smilax spinosa	Espina de Cristo	Medicinal: raíz utilizada como tónico y para problemas reumáticos.	Herbácea
Acrocomia aculeata	Cocoyol	Alimenticio: frutos comestibles; elaboración de herramientas artesanales, construcción y medicinal	Palma
Sabal mexicana	Huano	Construcción: hojas usadas para techos de viviendas y artesanías como sombreros.	Palma
Cnidoscolus aconitifolius	Chaya silvestre	Alimenticio: hojas cocidas como verdura nutritiva.	Arbustiva

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	USO TRADICIONAL MAYA	FORMA DE VIDA
Jatropha gaumeri	Pomolche	Medicinal: corteza para tratar infecciones cutáneas. Construcción: troncos para cerca vivas	Arbustiva
Pisonia aculeata	Béeb	Melífera y Medicinal: se usa para problemas cutáneos y picaduras de insectos.	Arbustiva
Viguiera dentata	Taj, Tajonal (Español)	Melífera, forraje para ganado, los tallos son usados para la elaboración de cohetes (fuegos artificiales).	Herbácea
Senna villosa	Box salche', saal che', suul che' (maya).	Medicinal y construcción	Herbácea
Maclura tinctoria	Palo moral, mora (español); chak oox (maya).	Maderable	Arbórea
Godmania aesculifolia	Ajowan che', jo'ak'ab (maya	Medicinal (parto y para dolores).	Arbórea

Por otro lado, se desarrollará un plan de prevención de incendios o manejo de fuego, que incluya como mínimo: I) Identificación de riesgos y/o si proceso de formación, II) medidas de previsión, prevención, mitigación, preparación, auxilio y recuperación, III) procedimientos para la activación del programa, IV) elementos de reducción de riesgos y V) manejo de la emergencia.

Finalmente, se tendrán actividades de mantenimiento relacionadas con el control de plagas, debido a los diversos agentes patógenos pueden afectar una o más partes de los árboles, dando como resultado la reducción del crecimiento o, en casos severos, la muerte del arbolado. Por este motivo es importante implementar acciones de prevención, y en su caso de control, para reducir sus efectos.

Indicadores de seguimiento

En la siguiente tabla se consideran los indicadores relacionados con el impacto por pérdida de vegetación, estos se tendrán en cuenta para evaluar su cumplimiento durante las etapas del Proyecto.

Tabla VI.4 Indicadores de seguimiento para el impacto de pérdida de vegetación

#	Indicador	Frecuencia	Responsable	Información a reportar a la autoridad ambiental
1	Número de hectáreas de conservación delimitadas y cercadas	Al inicio	Externo delegado por el promovente	Evidencia fotográfica
2	Plan de manejo comunitario publicado y aprobado por la comunidad y el promovente	Al inicio	Externo delegado por el promovente	Caracterización y definición de áreas de aprovechamiento local

#	Indicador	Frecuencia	Responsable	Información a reportar a la autoridad ambiental
3	Plan contraincendios y /o de control de fuego publicado y aprobado por el promovente	Al inicio	Externo delegado por el promovente	Definición de medidas preventivas contra incendios
4	Número de personas presentes en la socialización	Anual	Externo delegado por el promovente	Reporte de socialización, listado de asistencia y evidencia fotográfica

VI.2.2 Programa de rescate y reubicación de fauna

Objetivo:

- Mitigar los impactos negativos que se ocasionarán a la fauna silvestre por la ejecución del proyecto durante las etapas de preparación del sitio y construcción, mediante la realización de acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación.

Procedimiento para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna

Debido a la constante movilidad de los individuos, no es posible conocer con exactitud cuántos y cuáles ejemplares serán ahuyentados, rescatados y reubicados, por lo que para tener una aproximación serán tomados en cuenta las especies faunísticas se registraron en el área del proyecto (AP), cuya información puede consultarse en el capítulo IV.

Ahuyentamiento, rescate y reubicación

Una semana antes de que se inicien las actividades de preparación del sitio, se realizarán actividades de ahuyentamiento diario, con el uso de altavoces y/o matracas, con el fin de que los individuos de fauna se desplacen a zonas aledañas al área del proyecto por sus propios medios. Además, se realizará el rescate y reubicación de los ejemplares que aún se encuentren en el área durante las obras, para ello personal capacitado en la identificación y manejo de fauna estará presente a fin de evitar la muerte de ejemplares por atropellamiento o por maniobras de la maquinaria.

Todos los ejemplares rescatados serán reubicados fuera del área del proyecto, a una distancia que asegure la mínima probabilidad de su retorno, dentro del Sistema Ambiental Regional.

Seguimiento

Se realizará mediante la obtención de evidencias, de manera que se procure que no ocurran muertes de ningún individuo de alguna especie faunística. Además, se llevará el registro de los individuos que sean rescatados y capturados, mediante el llenado de una bitácora la cual contendrá, como mínimo , los siguientes datos:

- Las especies de fauna que fueron rescatadas y las coordenadas de extracción.

- Ubicación (coordenadas) de las áreas destinadas para la reubicación, especificando los criterios técnicos y biológicos aplicados para su selección.
- Registro fotográfico de las actividades relativas al rescate, los individuos rescatados, así como de las tareas de reubicación, dichas evidencias serán integradas a los informes de cumplimiento.

Tabla VI.5 Ejemplo del formato de seguimiento para el rescate de fauna.

<table>
<tr><th colspan="4">FORMATO DE SEGUIMIENTO PARA EL RESCATE DE FAUNA</th></tr>
<tr><td colspan="2">Familia:</td><td colspan="1">Especie:</td><td rowspan="2">Fecha:

Hora:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Localización general:</td></tr>
<tr><td>Latitud:</td><td>Longitud:</td><td>Altitud:</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Condiciones de captura:</td><td rowspan="4">Fotografía:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Método de captura:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción del hábitat:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción del animal:</td></tr>
</table>

De tal forma que la distribución cronológica de los estudios será se la siguiente forma

Tabla VI.6 Tiempo de ejecución del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna

CONCEPTO	TIEMPO
Fase 1: Estudio prospectivo	15 días
Fase 2: Ahuyentamiento, rescate y reubicación	Preparación sitio
Fase 3: Seguimiento	Construcción (intermitentes, 1 vez por semana o cada 15 días dependiendo de los frentes de obra)

Indicadores de seguimiento

En la siguiente tabla se consideran los indicadores relacionados con el impacto por desplazamiento de fauna local, estos se tendrán en cuenta para evaluar su cumplimiento durante las etapas del Proyecto.

Tabla VI.7 Indicadores de seguimiento para el impacto de desplazamiento de fauna local

#	Indicador	Frecuencia	Responsable
1	Número de actividades de ahuyentamiento de especies realizado	A juicio	Personal capacitado
2	Número de madrigueras y/o nidos rescatados y reubicados	Al inicio	Personal capacitado
3	Número de individuos de fauna silvestre rescatados	A juicio	Personal capacitado

VI.2.3 Programa de control de emisiones y ruido

Objetivos:

- Reducir al máximo las emisiones, polvos y partículas asociados a las actividades de los trabajos en etapa de preparación de sitio, construcción y desmantelamiento.
- Reducir al máximo las emisiones de ruido durante todas las etapas del proyecto.

Acciones para el control de emisión de polvos y partículas a la atmósfera

El uso de maquinaria y equipo se condicionarán a que los prestadores demuestren que se lleva a cabo el mantenimiento periódico asegurando óptimas condiciones de trabajo, mismo que deberá demostrarse mediante contratos o facturas de taller mecánico, el periódico mantenimiento de las unidades.

Adicionalmente, a fin de prevenir y evitar la dispersión de partículas de suelo por suspensión de material durante los movimientos de tierra y residuos de manejo especial resultantes de la etapa de preparación de sitio y construcción, se dispondrá que el tránsito de camiones de volteo utilizados para el envío del material sitios de tiro autorizados, sea a una velocidad no mayor a 15 km/hr dentro del predio y a la salida de este será por el camino acondicionado para dicho tránsito. Asimismo, será considerada la aplicación de agua residual tratada en caso de verse necesario con la intención de evitar la dispersión de contaminantes.

Por otro lado, se vigilará que al momento del traslado del material de excavación hacia el sitio de disposición final autorizado, los volteos cubran la caja con lona que evite que con la velocidad de circulación se dispersen partículas de material a lo largo de todo su trayecto.

Acciones para el control de emisiones de contaminantes a la atmósfera

La emisión de contaminantes por quema de combustible en los vehículos será regulada para el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en las siguientes normas:

- 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.
- NOM-045-SEMARNAT-2017.Protección ambiental, Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición
- NOM-047-SEMARNAT-2014, Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.
- NOM-050-SEMARNAT-2018, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

La verificación de los vehículos estará regulada por contrato, mediante una cláusula que obligue a los arrendadores de maquinaria pesada y camiones de volteo, a demostrar que sus unidades cuentan con el servicio de mantenimiento periódico de afinación mecánica de motores, lo que garantizará el cumplimiento de los límites descritos en la normatividad citada.

En paralelo para el arrendamiento de vehículos, se va a determinar por contrato la obligatoriedad de que el propietario de la maquinaria pesada presente un mantenimiento periódico de afinación de motores y de estado mecánico en óptimas condiciones de operación, para garantizar que la emisión de contaminantes se mantenga dentro de niveles permisibles, dado que este tipo de automotores no están regulados hasta el momento por las Normas Oficiales Mexicanas, y es la única manera de poder controlar el nivel de emisiones generado.

Acciones para el control de ruido

Se dará cumplimiento a la NOM-081-SEMARNAT-1994 en cada etapa del proyecto y el Acuerdo por el que se modifica el numeral 5.4 de dicha norma el 3 de diciembre de 2013 que establece como límite máximo permisible 68 dB(A) en un horario de 6 a 22 horas y de 65 dB(A) en un horario de 22 horas a 6 am.

Durante la etapa preparación del sitio, construcción, y puesta en servicio en caso de no cumplir con los límites de la norma NOM-081-SEMARNAT-1994, se implementarán las medidas de mitigación necesarias (regular el acceso y uso de maquinarias y vehículos dentro del predio).

Finalmente, se exigirá el mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria pesada para garantizar el buen funcionamiento y prevenir la emisión de ruido.

Indicadores de seguimiento

En la siguiente tabla se consideran los indicadores relacionados con los impactos generados al componente aire, estos se consideran para evaluar su cumplimiento durante las etapas del Proyecto. Los indicadores propuestos son las medidas mínimas de control que se tendrán para los programas.

Tabla VI.8 Indicadores de seguimiento para los impactos en el aire

#	Indicador	Frecuencia	Responsable	Información a reportar a la autoridad ambiental
1	Verificación actualizada vehicular de las camionetas y vehículos por emplear	Semestral	Encargado de Medio Ambiente del Promovente y externo contratado	Calcomanía de verificación expedida por Unidad de Verificación acreditada
2	Programa de mantenimiento. Cumplimiento con: NOM-041-SEMARNAT-2015 NOM-045-SEMARNAT-2017 NOM-047-SEMARNAT-2014 NOM-050-SEMARNAT-2018 NOM-081-SEMARNAT-1994	Semestral		Constancia de inspección y mantenimiento.
3	Verificación de funcionamiento óptimo de filtros de escape en motores diésel (grúa, bulldozer, etc.).	Al inicio		Registros de mantenimiento
4	Revisión de la humectación de caminos	A juicio	Encargado de Medio Ambiente del Promovente	Evidencia fotográfica. Registro de mantenimiento

VI.2.4 Programa de seguridad y salud en el trabajo

Objetivo:

- Establecer condiciones de seguridad y salud en el trabajo para evitar accidentes y enfermedades laborales, protegiendo la vida y seguridad laboral del personal.

Uso de equipo de protección personal

La medida de mitigación más efectiva frente a los impactos asociados con la salud de los trabajadores en planta, que tendrán impacto directo, es el uso del equipo de protección personal especificado en la NOM-017-STPS-2008.

En la siguiente tabla se consideran los indicadores relacionados con los impactos que implican la seguridad del trabajador, los indicadores a continuación mencionados se consideran para evaluar su cumplimiento durante las etapas del Proyecto. Dichos indicadores propuestos son las medidas mínimas de control que se tendrán para los programas. En el caso que se supere el valor umbral, es decir que alguno de los indicadores no cumpla con lo mínimo requerido para garantizar el correcto funcionamiento del programa, se tomarán acciones correctivas inmediatas con los responsables o encargados de Seguridad e Higiene del promovente.

Tabla VI.9 Indicadores de seguimiento de salud y seguridad en el trabajo

#	Indicador	Frecuencia	Responsable	Información para reportar a la autoridad ambiental
1	Número de capacitaciones recibidas	A juicio	Encargado de Seguridad e Higiene del Promovente	Registro de quejas. Bitácora de capacitaciones.
2	Número de incidentes y o accidentes del personal	Semanal		
3	Equipo de protección personal proporcionado	A inicio de obras y operación		

VI.2.5 Programa de manejo integral de residuos

Objetivo:

- Minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, así como asegurar el manejo adecuado que incluye, separación, reuso, almacenamiento y disposición final para evitar la contaminación del suelo cumpliendo con la normatividad ambiental vigente y aplicable al Proyecto.

Etapas: Preparación del sitio, Construcción

El manejo integral de residuos conllevará en primera instancia, contar con un plan de manejo de estos, previo al inicio de las obras, el cual deberá contemplar el almacenamiento, la recolección, el manejo y disposición final de los mismos según lo establecido en la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán.

En la etapa de preparación del sitio, los residuos que normalmente se generan son productos del despalme y desmonte, en este caso las actividades serán de remoción de tierras, pastos, vegetación herbácea y arbórea; adicionalmente se generarán Residuos Sólidos Urbanos por las actividades de los trabajadores que se encuentren laborando en el sitio, en este caso se deberán suministrar suficientes contenedores adecuadamente identificados y señalados para la disposición separación y clasificación de los diferentes tipos de residuos que se generen.

La identificación podrá ser mediante colores y leyendas indicativas tal como Residuos inorgánicos y orgánicos, de esta manera se hará una separación inicial de residuos para posteriormente reciclar o reusar. Los residuos sólidos se clasificarán y se separarán en: residuos orgánicos (restos de comida), inorgánicos (botellas y empaques plásticos) y reciclables (papel, cartón, latas de aluminio, vidrio, metal y madera).

Por otra parte, en la etapa de construcción la generación de residuos sólidos incrementará debido al aumento del personal en obra, además se generará una mayor cantidad de residuos de construcción producidos por el desarrollo del proyecto y de las obras complementarias, por lo que, los residuos que superen más de 80m^3 serán considerados como Residuos de Manejo Especial (RME) para dichos

residuos también es importante elaborar el Plan de Manejo de Residuos de manejo especial según lo establecido en la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado.

Mientras que, para el caso de los residuos peligrosos que se generen tales como trapos y envases impregnados con grasas y aceites debido al mantenimiento de maquinaría contarán con un almacén temporal para su posterior recolección y disposición por parte de empresa autorizada por SEMARNA

Tabla VI.10 Esquema general del manejo integral de residuos en la preparación y construcción del proyecto

Etapas del manejo integral de residuos	Residuos sólidos urbanos	Residuos de manejo especial	Residuos peligrosos
Almacenamiento	Se delimitará en el predio un área donde únicamente se almacenen RSU, en dicha área se tendrán los contenedores requeridos acorde a las necesidades del proyecto en los cuales se puedan disponer residuos de tipo orgánico e inorgánico. Por otra parte, es importante evitar filtraciones al suelo y subsuelo por cuestiones de lixiviados derivado de la acumulación de residuos orgánicos en los contenedores. Por lo tanto estos deberán ser colocados en un sitio impermeable que contenga bordes perimetrales para retener los líquidos en caso de derrames accidentales. Adicionalmente esta área contará con techumbre para proteger los recipientes de las inclemencias del tiempo como el sol excesivo y las lluvias, así mismo estará delimitada. No obstante, el área establecida deberá contar con fácil acceso a un camión de recolecta, ya que su acumulación no deberá rebasar más de una semana.	Los RME se almacenarán en un área temporal en el interior del predio, para su clasificación selectiva previa a la disposición, esta área deberá estar delimitada y cercada. Además es importante contar con fácil acceso a un camión de recolecta. En tanto que, su acumulación no deberá rebasar dos semanas.	El almacenamiento temporal de residuos peligrosos, se ubicarán en zonas donde se reduzcan los riesgos de fugas, incendios o explosiones, se contará con un sistema de contraincendios y señalamientos alusivos a la peligrosidad, además contará con pisos impermeables. Así mismo deberá cumplir como mínimo con las condiciones en lo estipulado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Etapas del manejo integral de residuos	Residuos sólidos urbanos	Residuos de manejo especial	Residuos peligrosos
Recolección	La recolección de residuos sólidos orgánicos, inorgánicos no valorizables e inorgánicos con potencial de aprovechamiento, se realizará mediante los servicios de recolección de una empresa privada autorizada, cuya frecuencia será de variable, de acuerdo con el tipo de residuo.	Los residuos de construcción susceptibles a ser reutilizados tales como la madera, metales, cartón, etc., serán separados del resto de los residuos con la ayuda de empresas recolectoras de residuos. Se contratará una empresa capacitada y autorizada para recolección de RME de manera que se garantice su adecuada disposición.	La recolección deberá ser por medio de una empresa autorizada por SEMARNAT la cual será la encargada de recolectar este tipo de residuos periódicamente conforme a la cantidad generada, se encargará de llevarlos a un sitio autorizado para su confinamiento o si estos son factibles de reciclar; como el aceite gastado, se encargará de enviarlo a una empresa especializada para su reciclamiento.
Disposición	Los residuos sólidos no peligrosos serán dispuestos donde la autoridad municipal así lo determiné.	El material vegetal proveniente del desmonte se recomienda aprovecharlo y triturado a manera de bagazo y aserrín, para posteriormente ser usado dentro de las áreas de conservación que se designen en el proyecto y sirva como mantillo De igual manera La capa vegetal de tierra negra y la hojarasca. Por otra parte, la vegetación removida, el suelo residual que no se haya podido reutilizar en el sitio, y otros residuos de manejo especial como residuos de construcción, se dispondrán conforme a lo servicios especializados que de la empresa recolectora.	Para la disposición final de los residuos peligrosos se contratará a una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT. Los residuos peligrosos serán enviados fuera del Área del Proyecto periódicamente de acuerdo con la normativa vigente y aplicable. Por otro lado, la empresa contratada emitirá un comprobante garantizando que la disposición de residuos fue la adecuada.

Etapa: Operación y mantenimiento

a) Residuos sólidos urbanos

De la misma manera que en la etapa de preparación del sitio y construcción en la etapa de operación y mantenimiento se tendrá la generación de residuos sólidos urbanos, los cuales serán susceptibles de ser valorizados, o en su caso, ser tratados o dispuestos conforme a la normativa aplicable.

Es importante que para los residuos sólidos urbanos se mantengan algunos contenedores debidamente identificados para permitir su adecuada separación tal como orgánico e inorgánico. Asimismo, se tendrán contenedores igualmente identificados, para residuos que puedan ser reciclados o reutilizados y sean enviados y/o vendidos a un centro de acopio, con el fin de minimizar el impacto ambiental producto de la generación de residuos sólidos en el municipio.

b) Residuos peligrosos y de manejo especial

Los residuos generados durante las etapas de operación y de mantenimiento del parque por las actividades de mantenimiento del proyecto serán responsabilidad quien realice esta actividad, para lo cual, se deberán cerciorar que las empresas contratadas para dar el manejo y disposición final a cada uno de sus residuos generados cuente con las autorizaciones correspondientes.

Cabe mencionar que, el cumplimiento de un plan de manejo integral de residuos en todas las etapas del proyecto, evitará la generación de distintos impactos que redundan en contaminar el suelo, el aire, e incluso incidir en afectaciones a la salud por el surgimiento de fauna nociva, por lo cual es importante, contar con dicho plan de manejo previo al inicio de la obra, considerando los tiempos y condiciones los servicios de recolección y disposición final contratados, con la finalidad de prevenir y asegurar que la totalidad de los residuos generados sean dispuestos adecuadamente y se eviten impactos potenciales.

Para lo anterior, se deberá contar con una bitácora donde se manifieste la cantidad de residuos almacenados y entregados a los recolectores, así como la capacitación de todos los trabajadores previo al inicio de los trabajos. Se sugiere la supervisión ambiental como instrumento para asegurar el perfecto cumplimiento del plan de manejo integral de residuos, con lo cual además se propiciará la imprescindible participación del personal en el cumplimiento ambiental.

Indicadores de seguimiento

En la siguiente tabla se consideran los indicadores relacionados con los impactos generados debido a la contaminación del componente suelo y agua como producto de un inadecuado manejo de los residuos, los indicadores a continuación mencionados se consideran para evaluar su cumplimiento durante las etapas del Proyecto ya que son las medidas mínimas de control que se tendrán para los programas. En el caso que se supere el valor umbral, es decir que alguno de los indicadores no cumpla con lo mínimo requerido para garantizar el correcto funcionamiento del programa, se tomarán acciones correctivas inmediatas con los responsables o encargados del Medio Ambiente del promovente.

Tabla VI.11 Indicadores de seguimiento para los impactos que implican la seguridad del trabajador

#	Indicador	Frecuencia	Responsable	Información a reportar a la autoridad ambiental
1	Registro de volumen de generación por tipo de residuo (RSU, RME y RP)	Mensual	Encargado de Medio Ambiente y mantenimiento del Promovente	Bitácoras de generación, registros de transporte
2	Clasificación adecuada de cada residuo de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Art. 28	Mensual		
3	Registro de volumen de residuos enviados a sitios de disposición final autorizados	Mensual		
4	Registro de incidente de derrame de aceite u otra substancia (en caso de presentarse).	Por evento		Informe de incidente Memoria fotográfica
5	Volumen de suelo afectado por incidente de derrame de aceite o diésel	Por evento		Constancias de capacitación y memoria fotográfica
6	Gestión sostenible de residuos de instalaciones fotovoltaicas	Por evento		Bitácoras de generación, registros de transporte
7	Apoyo a gestión de residuos de la comunidad (acopio, segregación y programas de reducción y reúso de residuos)	Al inicio del proyecto	Promovente - Comunidad de Santa Cruz	Bitácoras de registros de recolección

VI.2.6 Programa de preservación de las abejas Meliponas

Objetivos:

- Implementar estrategias para la conservación y la meliponicultura para la comunidad de Santa Cruz.
- Definir un área en la cual se pueda implementar la meliponicultura para la conservación de las abejas meliponas dicha actividad proporcionará ingresos económicos a las familias que las realicen, contribuyendo de esta manera, la preservación de las especies.

Descripción general de las abejas Meliponas

Las abejas Meliponas son abejas que no presentan aguijón, su tamaño puede variar desde los dos milímetros hasta los dos centímetros; se encuentran principalmente en bosques no perturbados, mayormente en los trópicos, también habitan en los márgenes de bosques y algunas especies pueden crecer en zonas moderadamente perturbadas, además, pueden nidificar en árboles, así como en cualquier cavidad (Michener,2000).

Actualmente se conocen alrededor de 400 especies de abejas sin aguijón, las cuales se ubican en unos 50 géneros. En México se reporta la existencia de al menos 46 especies; 16 en la Península de Yucatán (Ayala, 1999; Quezada-Euán, 2005).

Algunas de las especies que habitan en la Península de Yucatán son de amplia distribución en el país, como *M. beecheii, Plebeia frontalis, Nannotrigona perilampoides, Trigona nigra, Trigona fulviventris* y *Trogonisca pipioli*. Las demás especies que se registran en Yucatán son de distribución tropical menos amplia comparada con las anteriores: *Cephalotrigona zexmeniae, Lestrimelitta niitkib* (es la única especie clepto-biótica en nuestra región), *Partamona orizabaensis, Plebeia moureana*, P. *parkeri*, P. pulcra, T. *fuscipennis, Trigonisca* maya, *Scaptotrigona pectoralis*. Para la Península de Yucatán una sola especie es considerada endémica: M. yucatanica;

Actualmente existen dos tipos de cultivos de abejas en la Península de Yucatán; la más practicada y con importancia económica es la apicultura (*A. Mellifera*) y la meliponicultura (principalmente con *M. Beecheii*) es practicada escasamente, tiene poca importancia económica y la técnica del cultivo no ha tenido cambios significativos con respecto a sus antepasados (Calkins, 1975).

Tipos de manejo de las abejas sin aguijón en la Península de Yucatán

La práctica de los pobladores de la región de la Península de Yucatán está basada en la creación de casas de abejas conocidas en lengua maya como *Najil kaab*, la cual es una estructura simple de techo de palma de huano, sostenidas por pilotes postes de madera dura, donde se colocan los jobones (colonias en troncos).

En algunas zonas de la península las colonias han sido heredadas, ya que fueron extraídas del monte por los ancestros de las familias de meliponicultores (Fernández et al. 2018). Se han encontrado

algunas con 100 años de antigüedad. En su mayoría, las colmenas presentes en los meliponarios de esta zona son de la especie *Melipona beecheii* conocida en lengua maya como *Xunan kab*, especie con una gran importancia económica y cultural.

Los antiguos mayas recolectaban principalmente la miel y cera de las colmenas silvestres y posteriormente trasladaron esas colmenas a los traspatios para su crianza y cosecha (Guzmán et al. 2011).

Actualmente, en los *Najil kaab* los meliponicultores realizan el manejo de los meliponinos en los jobones como se observa en la figura VI.2 de forma tradicional, pero también es común encontrar cajas tecnificadas de diversos modelos dependiendo de la especie manejada para facilitar la cosecha de productos como la miel, cera o propóleos.



Figura VI.2 Jobones tradicionales

De manera tradicional en esta región, a la abeja *Xunan kab* se le tiene un respeto muy marcado y se le ha relacionado con deidades mayas, por lo que se celebran algunas ceremonias para la petición o agradecimiento de las floraciones que favorecen la cosecha de la miel. Además, en algunos meliponarios más tradicionales se colocan objetos de protección llamados “contras” alrededor de las colmenas (Xolalpa et al. 2018).

Condiciones actuales

Aun siendo una práctica tan antigua, la meliponicultura continúa vigente entre los habitantes de la región maya; originalmente la abeja "*xunancab*" era considerada como un regalo de los dioses y por ello era cuidada y reverenciada por meliponicultores especialmente entrenados; gracias a esto la técnica para cultivar la *Melipona beecheii* sigue siendo como en el pasado, sin embargo, actualmente se está perdiendo el conocimiento acerca del manejo de la abeja melipona, y los pocos productores que aún intentan reproducir lo hacen en una etapa de desarrollo que no es el adecuado por lo que generalmente pierden las colonias.

Estudios y casos de éxito

Uno de los claros ejemplos de éxito en Yucatán es el caso de la comunidad Maní. La comunidad de Maní es un municipio que se caracteriza por actividades productivas, tales como la meliponicultura. Dentro de esta comunidad se encuentran cuatro grupos de mujeres que se dedican a dicha actividad, las cuales tienen la denominación de "*X caba Chen*", "*Flor de Mayo*", "*Lol Ha*", "*Lol dzidzilchen*" y el señor Luis Quintal que también se dedica a la actividad de la meliponicultural.

Los cuatro grupos fueron apoyados por la Fundación Mexicana para el desarrollo rural, bajo el programa Pro de la Mujer, cuyo programa culminó en el año 2018. No obstante, en el proceso de duración del programa se les brindó distintos apoyos económicos, tecnológicos y capacitaciones donde el grupo Flor de Mayo se fortaleció gracias a todos los apoyos recibidos por parte de la fundación.

Tabla VI.12 Apoyos del programa Pro de la Mujer

Apoyos económicos, tecnológicos, ambientales y capacitaciones en general	Descripción
Apoyo económico por parte de la SEMARNAT	Debido a los beneficios ambientales que implicaba el proyecto se les otorgó en el 2014, un apoyo económico de $110,000.00 para el proyecto de Crianza y cuidado de la Abeja *Xunancab*
Apoyo económico por parte de INAES.	El Instituto Nacional de la Economía Social (INAES), les otorga un apoyo económico de $210, 000.00 en el 2015, con la cual pudieron ampliar su meliponario y recibir capacitaciones.
Apoyo económico por parte de PACMYC.	El Programa de Apoyo a las Culturas Municipales y Comunitarias (PACMYC), les proporcionó un apoyo de $48,000.00 en el mismo año 2015, para fortalecer su actividad productiva.
Curso de capacitación sobre la Crianza y Manejo de la abeja *Xunancab* (abeja sin aguijón).	El Dr. Jorge González Acereto, investigador reconocido en el tema de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, les capacitó sobre la crianza y manejo de la abeja sin aguijón, durante tres días consecutivos.
Experto dedicado en el cuidado de las abejas *Xunancab*	Este experto que lleva años practicando esta labor les dio una plática informativa acerca de cómo cuidar las abejas meliponas.

Apoyos económicos, tecnológicos, ambientales y capacitaciones en general	Descripción
Cursos de capacitación por el Ing. José de la Escuela de Agricultura Ecológica de Maní *"Uyits Ka'an"* (savia del cielo)	Durante tres días el ingeniero de la escuela les impartió cursos de capacitación para la elaboración de los siguientes productos: ▪ Talco con propóleo ▪ Transferencias de las abejas ▪ Jabones con miel ▪ Capsulas de polen
La empresa ARC Apicultura, Tropical Honey	La Ing. Jaqueline de la empresa Tropical Honey les impartió un taller de cosmética natural, donde aprendieron a elaborar productos de cuidado personal con ingredientes naturales en especial cremas y shampoos.
Talleres sobre el medio ambiente y desastres naturales	Impartido en el Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán (ITSSY), en el marco de la semana de ingeniería de la carrera de Ingeniería en Desarrollo Comunitario.

Es claro y evidente que, gracias al acompañamiento de la fundación, el grupo Flor de Mayo ha sido acreedora de muchos beneficios económicos, tecnológicos y de capacitaciones para mejorar su actividad de la meliponicultura. Posteriormente al termino del programa fueron asesoradas para poder constituirse como una micro empresa y poder independizarse y consolidarse como empresarias

Posibilidad de comercialización y de turismo

El sistema meliponicultor tenía muchas debilidades como son:

1) Desconocimiento del destino de la producción,

2) No existe organizaciones de productores ni interés en formarlas,

3) Se han perdido muchas técnicas de manejo, como dividir la colonia,

4) Es una actividad poco practicada

5) Poca producción y por tanto pocos ingresos

6) Falta de difusión y promoción de esta

7) Falta de mercados actuales y potenciales para sus productos

8) No hay confianza por parte de los productores acerca de innovaciones tecnológicas, como "cajas racionales",

9) Falta de apoyo gubernamental

10) No hay contacto entre productores e investigadores.

Analizando el panorama anterior se pensaría que esta actividad no posee ninguna ventaja competitiva, sin embargo, estas perspectivas han cambiado y se presentaron los cambios más adelante. Según Guzman, Balboa y Vandame (2011) si existen ventajas de llevar a cabo esta práctica que a continuación se enlistan:

1) Se ha podido conservar debido a su arraigo tradicional proveniente de la cultura Maya,

2) Requiere poca inversión de capital y mano de obra,

3) Sus productos pueden ser comercializados a un precio más elevado que los de Apis mellifera.

4) Es fácil trabajar con las abejas, dada si docilidad y carencia de aguijón,

5) Se distribuyen principalmente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo,

6) Se destacan por ser excelentes polinizadores de la flora nativa y cultivada en los ecosistemas donde habitan,

7) La mayoría de las abejas visitan las flores para obtener néctar y polen para su subsistencia,

8) Son un elemento estabilizador del entorno ecológico a través de la polinización de las comunidades vegetales (González, 2005),

9) Algunas especies colectan resinas, lodo o excremento que usan en la construcción de sus colmenas.

10) Las ventajas de sus productos para la alimentación y la salud humana pueden lograr que el mercado orgánico nacional e internacional pongan mayor interés en estas abejas.

Por lo tanto, la meliponicultura es una práctica que contribuye al sistema ecológicamente sustentable, debido al rescate y preservación de la especie de la abeja melipona.

En general la meliponicultura es una actividad económicamente viable. Los costos de la implementación de esta actividad son relativamente bajos, así como su mantenimiento. Aunque la producción de miel de meliponinos, así como de la cera o el propóleo son mucho menores si se compara con la producción de la abeja Apis mellifera, esta puede alcanzar precios altos en los mercados locales, regionales y nacionales, lo cual las hace una alternativa de ingresos complementarios para las familias rurales.

Además de lo antes escrito también existe una propuesta para la diversificación de la oferta turística en Yucatán, a través del aprovechamiento de bienes culturales que coadyuven al rescate y salvaguarda de los Meliponarios.

VI.2.7 Programa de mantenimiento de baños secos y biodigestor

Objetivos:

- Asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas de limpieza de la biodigestor y efluentes sanitarios temporales durante las actividades de preparación de sitio y construcción
- Garantizar la correcta gestión del agua a través de planes de mantenimiento por personal especializado

Sistema de biodigestor y baños secos

Durante la etapa de preparación y construcción se instalarán baños portátiles que contarán con su propio programa de limpieza y mantenimiento que será implementado por el encargado definido por el contratista a través de una empresa especializada.

Durante la fase de operación y mantenimiento, se acondicionará un biodigestor que sustituya los sistemas tradicionales de fosas sépticas que se convierten en focos de contaminación, el biodigestor será capaz de extraer los lodos, permitiendo sistemas enterrados o semienterrados. Adicionalmente el mantenimiento será por personal capacitado para tal fin, asegurando que el agua descargada siga las indicaciones de la NOM-006-CONAGUA-1997, para ello se instalará un sistema de cloración para la desinfección del efluente.

Indicadores de seguimiento

En la siguiente tabla se consideran los indicadores relacionados con los impactos generados al componente de agua, estos se consideran para evaluar su cumplimiento durante las etapas del Proyecto. Los indicadores propuestos son las medidas mínimas de control que se tendrán para los programas.

Tabla VI.13 Indicadores de seguimiento a baños secos y biodigestor

#	Indicador	Frecuencia	Información a reportar a la autoridad ambiental
5	Mantenimiento de sanitarios móviles	Mensual	Documentación probatoria sobre el mantenimiento y limpieza, así como del tratamiento y disposición por parte de la empresa contratista.
6	Recolección y traslado de aguas residuales sanitarias de equipos móviles	A juicio	
7	Mantenimiento de biodigestor	Semestral	Bitácora de limpieza y mantenimiento

VI.3. Seguimiento y control del Programa de Vigilancia ambiental (PVA)

Las acciones de seguimiento y control ambiental serán implementadas a través de una supervisión en sitio durante las etapas de preparación del sitio y construcción, estas acciones de supervisión se realizarán en los frentes de trabajo e infraestructura permanente y provisional asociada (líneas de enlace, ramal de gasoducto interno, almacenes, patios de maniobra, oficinas, etc.).

Esta actividad será ejecutada por un supervisor ambiental con la capacidad técnica suficiente durante las etapas de preparación del sitio y construcción para detectar aspectos críticos, quien además tendrá la facultad de definir estrategias y/o proponer el ajuste o modificación de actividades que en su momento pudieran impactar de manera significativa el ambiente.

De entre las actividades que el supervisor ambiental deberá desarrollar, se destacan las siguientes:

- Vigilar el cumplimiento ambiental del Proyecto, durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
- Documentar y dar seguimiento al cumplimiento ambiental mediante la aplicación de indicadores de eficacia.
- Informar el estado que guarda el cumplimiento ambiental
- Apoyar en el levantamiento de notas de bitácora referentes al incumplimiento ambiental
- Mantener actualizado el expediente de cumplimiento ambiental
- Solicitar y en su caso, generar los reportes, informes o evidencias correspondientes. Programar los eventos de inspección que efectúe la autoridad ambiental
- Notificar y participar en el análisis y resolución de los problemas ambientales que interfieren con el avance del Proyecto

VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianza

La siguiente tabla resume los montos estimados para el desarrollo de los programas descritos en el apartado anterior. Adicional a lo enlistado, se requerirá una inversión de $1,542,000.00MXN para la supervisión del PVA y $460,000.00MXN para el mantenimiento anual de los programas.

Tabla VI.14 Recursos necesarios para implementación de programas

#	Programa	Costo estimado	
		Inversión (MXN)	Mantenimiento anual (MXN)
1	Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento	600,000.00	90,000.00
2	Programa de rescate y reubicación de fauna	112,000.00	60,000.00

#	Programa	Costo estimado	
		Inversión (MXN)	Mantenimiento anual (MXN)
3	Programa de preservación de abejas meliponas	150,000.00	60,000.00
4	Programa de control de emisiones y ruido	80,000.00	-
5	Programa de mantenimiento de baños secos y biodigestor	200,000.00	40,000.00
6	Programa de seguridad e higiene	150,000.00	150,000.00
7	Programa de manejo integral de residuos	250,000.00	60,000.00

Los montos establecidos anteriormente son aproximados y pueden variar, sin embargo, se garantiza el cumplimiento del artículo 51 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de evaluación de impacto ambiental.

CAPITULO VII.

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Contenido

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto. 1
Componente: Vegetación 1
Componente: Fauna 2
Componente: Aire 2
Componente: Suelo 2
Componente: Agua 4
Componente: Socioeconómico 5
VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto. 5
Componente: Vegetación 5
Componente: Fauna 5
Componente: Aire 6
Componente: Suelo 6
Componente: Agua 6
Componente: Residuos 6
Componente: Riesgos a la salud 7
Componente: Socioeconómico 7
VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección. 7
Componente: Vegetación 8
Componente: Fauna 8
Componente: Aire 8
Componente: Suelo 9
Componente: Agua 9
Componente: Residuos 9
Componente: Riesgos a la salud 10
Componente: Socioeconómico 10
VII.4. Pronóstico ambiental 10

Contenido de tablas

Tabla VII.1 Emisiones en el municipio de Chemáx, 2016 2

Tabla VII.2 Matriz de componentes atendidos por programa 7

Contenido de figuras

Figura VII.1 Tipo de vegetación y uso de suelo en SAR y AP 1

En el presente capítulo se realiza un análisis desde tres escenarios, el primero se refiere al diagnóstico descrito en el Capítulo 4, en donde se describen el Área del Proyecto (AP)y el Sistema Ambiental Regional (SAR) sin proyecto, es decir, en su estado actual, en el segundo escenario se plantean las tendencias de cambio causados por los impactos identificados y descritos en el capítulo 5 y finalmente en el tercer escenario se describirá el AP y SAR considerando las medidas de prevención y mitigación descritas en el capítulo VI, destacando las mejoras que pudieran presentar dichas medidas en el área de estudio.

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Componente: Vegetación

El análisis desarrollado en el capítulo IV respecto al componente de vegetación del Sistema Ambiental Regional (SAR) y del Área del Proyecto (AP), apoyado a través de muestreos realizados en sitio, mostró los tipos de vegetación presentes en el SAR y el área de proyecto como se puede observar en la siguiente figura.

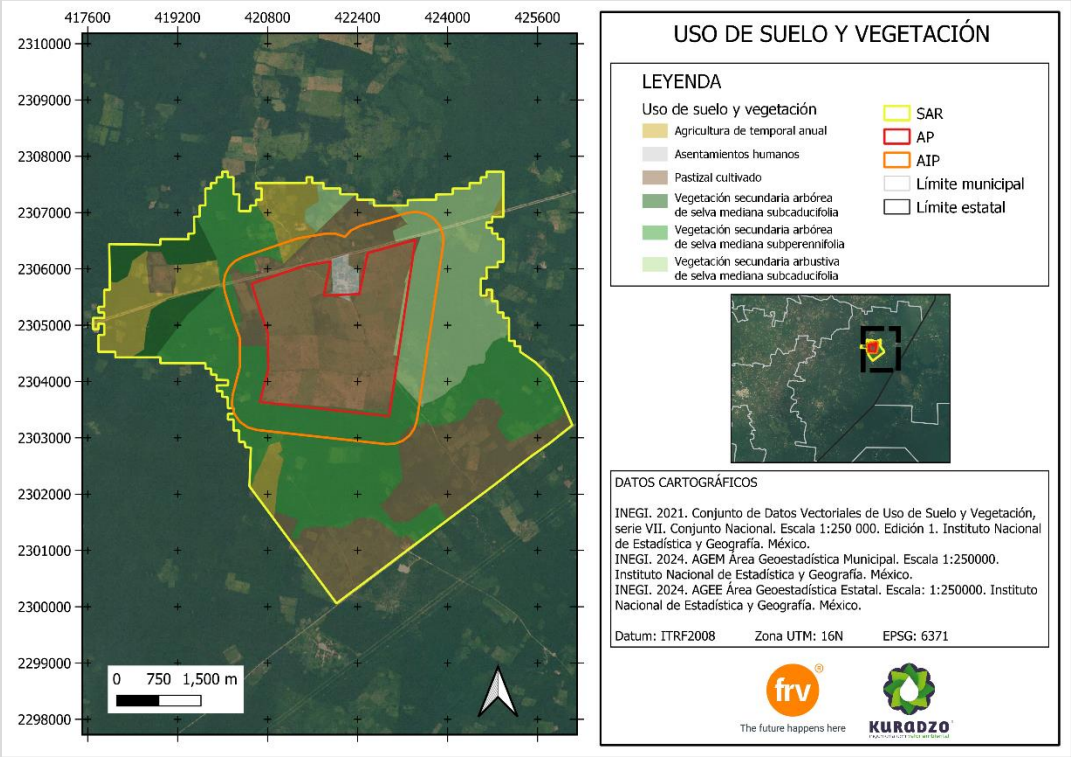


Figura VII.1 Tipo de vegetación y uso de suelo en SAR y AP

El muestreo mostró una diversidad de 59 especies de flora de las cuales una se encontraba en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, destacó una dominancia de la familia *Fabacea* en la flora presente del sitio es también un indicador de las comunidades vegetales predominantes del área, ya que, en el caso de las actividades agropecuarias, se presentan especies inducidas de utilidad para la actividad agropecuaria. Además, las especies leñosas, como las de las fabáceas arbóreas predominantes, se restablecen y propagan vegetativamente a partir de tocones que resisten a la quema, históricamente son especies que manejan los mayas yucatecos para sus esquemas productivos.

Componente: Fauna

En el caso de la fauna, con apoyo del muestreo realizado se registró una diversidad de 57 especies de fauna, de las cuales 6 se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. La distribución de especies fue de 1 especie de anfibio, 2 especies de reptiles, 50 especies de aves y 4 de mamíferos; esto significa el registro del 6.85% de la fauna presente en el estado de Yucatán. Los índices para los grupos de fauna monitoreada son los esperados debido a que el sitio presenta una constante presión antropogénica (quemas periódicas, introducción de ganado vacuno, introducción de perros, caza, etc.). Siendo el grupo de aves la menos afectada debido a su movilidad y velocidad de desplazamiento.

Además, se observaron especies tanto de aves como de mamíferos que pueden utilizar las zonas de cercos vivos como zonas de alimentación, descanso y las áreas de vegetación secundaria más conservadas, incluso posiblemente de anidación.

Componente: Aire

Para el 2016, según el Programa de Gestión para mejorar la calidad del aire del estado de Yucatán, en el municipio de Chemáx se registraron las siguientes emisiones al año. Además, como ya se mencionó en el apartado de vientos del capítulo IV, el estado de Yucatán registra vientos dominantes de dirección sureste-noroeste y este-oeste.

Tabla VII.1 Emisiones en el municipio de Chemáx, 2016

Compuesto	Emisión en mg/año
PM10	217.8
PM1.5	152.7
SO2	12.1
CO	1,246.6
NOx	193.9
COV	894.8
NH3	291.1

Se observan principalmente dos tipos de fenómenos atmosféricos que producen vientos mayores a los 70 Km./hr, los vientos de componente N y NNO llamados “nortes” que se presentan entre noviembre y marzo, de origen polar, y las depresiones tropicales del Atlántico que pueden evolucionar en tormentas y huracanes durante su paso por la cuenca del Mar Caribe, su componente es E y SE y se presentan principalmente entre junio y octubre, siendo el mes de septiembre en el que más inciden.

Componente: Suelo

De acuerdo a los registros de INEGI el estado de Yucatán presenta un conjunto de 10 tipos de suelos entre los que predominan son los rendzinas, leptosoles y luvisoles.

Por otra parte, se puede afirmar que, en el estado de Yucatán las influencias climáticas, la naturaleza geológica y el relieve, considerados en conjunto, son los elementos fundamentales de la formación,

evolución y, por ende, la diferenciación edáfica que se aprecia en la entidad. De esta manera asociando el suelo con el relieve se tiene que, en las planicies subhorizontales y onduladas, por lo que, el tipo de suelo que dominan el paisaje edáfico son de tipo leptosol el cual abarca en su totalidad el AIP.

En el área del sistema ambiental regional (SAR) del proyecto de igual manera se presenta el tipo de suelo leptosol. No obstante, en un pequeño porcentaje se presenta suelo de tipo phaeozem.

En lo que respecta al uso de suelo y tipo de vegetación asociado, en el SAR se identifican 3 usos de suelo y 3 tipos de vegetación según el Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación serie VII del INEGI. La mayor proporción de uso de suelo presente en la delimitación del SAR es el pastizal cultivado, abarcando el 38.16% del área, seguido por la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con un 31.8%. Es importante destacar que la suma de la vegetación secundaria alcanza un 51.82%, es decir, poco más de la mitad del SAR.

El tipo de vegetación y uso de suelo predominante que se reporta para el Área de Proyecto (AP) de este proyecto de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII Escala 1:250 000 del INEGI 2021 corresponde principalmente al tipo de uso de suelo es el pastizal cultivado.

Estado de conservación del SAR y AP

Para precisar el estado de conservación del SAR y del AP se toma como referencia el grado de conservación de la vegetación a través de diversos criterios, en ellos básicamente se analiza el efecto de los factores externos sobre los componentes de la vegetación. Para ello se consideran tres grados de alteración:

- Nivel I: También denominada fase incipiente, es cuando el estado de alteración se encuentra en sus primeras fases; la presión sobre los recursos del ecosistema es de baja magnitud, es decir, el ecosistema puede por sí solo recuperar las condiciones de estabilidad entre sus componentes.
- Nivel II: Cuando el sitio se encuentra desequilibrado de manera significativa pero aún existen elementos del ecosistema inicial y que se pueden tomar de referencia para intuir cuáles fueron los componentes iniciales del sistema.
- Nivel III: Es el menos deseable y el más destructivo puesto que áreas que estuvieron cubiertas con vegetación primaria, en un periodo muy corto de tiempo han perdido sus elementos y su estabilidad. Cuando se manifiesta este nivel de alteración, se considera muy crítico porque el ecosistema difícilmente recupera las condiciones propias del lugar, por lo que con la restauración ecológica difícilmente restablecerá por completo el equilibrio entre sus componentes.

Estado de conservación SAR

Dado que su principal tipo de suelo corresponde a vegetación tipo secundaria, con una representación del 51.82% del total del SAR y que como ya se mencionó, corresponde a una vegetación primaria eliminada o alterada, es significativamente diferentes a la original y además abarca un 38.16% pastizal cultivado como agroecosistema. Por lo anterior es posible clasificar la alteración como un nivel II, es decir, que se encuentra desequilibrado de manera significativa pero aún existen elementos del ecosistema inicial.

Estado de conservación AP

El área de proyecto tiene una predominancia de cobertura por pastizal cultivado con vegetación secundaria y un área construida como se comprobó en la visita, ya que se cuenta también con el casco de rancho. Esto se refuerza al observar mediante servicio histórico de imágenes satelitales (Google earth pro) que el predio presenta un manejo intensivo realizado entre el 2006 – 2010, incrementando el área productiva a lo largo del tiempo y disminuyendo de manera gradual el parche de mayor cobertura arbórea del predio. Adicionalmente, se atraviesa el área de proyecto con un camino trazado desde la carretera principal 180D Cancún - Kantunil y se extiende hasta la carretera 180 costera del Golfo.

Dadas las características anteriores, se considera que el AP se encuentra en un nivel de alteración II.

Componente: Agua

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Instituto Nacional de Ecología (INE) y el INEGI, la Península de Yucatán está clasificada dentro de la Región Hidrológico Administrativa XII, a la cual corresponden tres regiones hidrológicas, Yucatán Este, Oeste y Norte.

En Yucatán no existen corrientes superficiales (ríos, lagos...), salvo cuerpos de agua temporales, debido a la naturaleza cárstica de la Península de Yucatán es por ello que se determina que sus características hidrológicas más notables sean la existencia de un manto hídrico subterráneo presente en toda su extensión y la presencia de una capa de agua salina que se extiende en forma de cuña por debajo de la capa de agua dulce, hasta una distancia cercana a los 100 km hacia el interior de la península, a partir de la costa norte.

En Yucatán al no haber escurrimientos no se tiene ninguna red de estaciones hidrométricas y los cálculos de ésta se basan en la metodología de las cartas de aguas superficiales escala 1 ; 250 000 que nos muestra que el rango de escurrimiento predominante está entre 0 a 5%; en algunas zonas en la costa, al sur de Mérida y al suroeste del Cordón Puuc el escurrimiento se encuentra entre 5 y 10% y finalmente se tienen escurrimientos entre 10 y 20% cerca del estero de Río Lagartos y al suroeste del Cordón Puuc.

Componente: Socioeconómico

Tanto el SAR como el AIP y el área del proyecto tienen ubicación en el municipio de Chemax, en la región oriente del estado de Yucatán. En lo particular el municipio cuenta con 282 localidades; Sin embargo, la delimitación del SAR tiene un impacto directo únicamente en la localidad de Santa Cruz identificada con la clave 0046 y un poco más alejada, pero aún dentro del límite del SAR la localidad de la Estrella con el código 0487.

Según el Censo 2020 para la localidad de Santa Cruz se reporta una población de 399 habitantes con una relación hombres-mujeres de 103.57 y para la Estrella se registraron 62 habitantes con una relación hombres-mujeres de 87.88.

Respecto a los servicios públicos la localidad de Santa Cruz y la Estrella, estas cuentan con alumbrado público, agua entubada, recubrimiento de calles y banquetas, señal de celular y servicio de televisión de paga; sin embargo, la localidad no cuenta con transporte público foráneo.

Las actividades económicas que se reportan específicamente en la comunidad de Santa Cruz son el cultivo de algún producto, cría y explotación de animales, siendo el cultivo de productos agrícolas la principal actividad económica. Por su lado, la comunidad de la Estrella registra actividades de cultivo de algún producto, cría y explotación de animales, corte o siembra de árboles y elaboración de artesanías.

La localidad de Santa Cruz cuenta con centro de salud, brigada móvil, mientras que la Estrella cuenta con centro de salud, brigada móvil o caravana de la salud y curandera(o).

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Una vez arranque la etapa de preparación de sitio se irán presentando modificaciones a los factores anteriormente descritos, tanto positivos como negativos, mismos que se irán describiendo a continuación.

Componente: Vegetación

El impacto principal a la vegetación será en la etapa de preparación del sitio durante las actividades de desmantelamiento y limpieza del terreno ya que la vegetación presente se removerá para la instalación de estructuras y montaje de equipos. Dicha área del proyecto está compuesta principalmente por vegetación secundaria de pastizal secundario.

Componente: Fauna

El principal impacto será el desplazamiento de fauna local, el cual se presentará durante el arranque de actividades de preparación de sitio con la entrada en operación de maquinaria, equipos o vehículos. Las actividades de desmantelamiento durante la etapa de limpieza del terreno ocasionarán una reducción del hábitat, limitando de cierta manera las zonas de alimentación, descanso y refugio para la fauna presente, constituyendo así el desplazamiento de la fauna. Para la etapa de operación y mantenimiento se considera afectación menor por el poco tránsito de personal.

Componente: Aire

Dentro del componente aire, se tendrá una emisión de polvo y partículas durante las etapas de preparación del sitio y construcción y en eventual desmantelamiento, como resultado de la remoción de las instalaciones así como del movimiento de tierras y acarreo de materiales, especialmente en la etapa de preparación del terreno, pero también en la construcción, pues el suelo quedará expuesto, lo que implica que aunque en un grado mínimo, puede haber emisión de polvos solo por el paso de vehículos y maquinaria.

De igual forma se tendrá una modificación al confort sonoro por emisión de ruido por la maquinaria y tránsito de vehículos pesados. Finalmente, se tendrá emisión de contaminantes por el uso de maquinaria y vehículos durante las actividades de preparación de sitio y construcción.

Componente: Suelo

El componente de suelo tendrá impactos derivado del tránsito de personas y maquinaria pesada durante el desarrollo del proyecto, aunado a la remoción de vegetación y movimientos de tierra, harán del factor suelo más vulnerable a su pérdida por procesos erosivos, hídricos y eólicos principalmente; por lo que su protección durante y después de las actividades de construcción será esencial como parte de las estrategias de mitigación, a favor del ambiente y del proyecto mismo.

Componente: Agua

Como bien se mencionó en la descripción y análisis del escenario sin proyecto en Yucatán no existen corrientes superficiales, por lo que su abastecimiento se da principalmente por agua subterránea. A pesar de que en el Municipio de Chemax y específicamente en la localidad de Santa Cruz si se cuenta con el servicio de agua potable será importante gestionar el consumo de común acuerdo con la comunidad, con quién se tiene un acuerdo previo; ya que es importante recalcar que, en todas las etapas del proyecto se hará uso del recurso. No obstante, inicialmente en la etapa de construcción existirá mayor demanda debido a la presencia de personal.

Por otra parte, el agua será obtenida de la fuente subterránea de la comunidad y será transportada al área de proyecto, que será principalmente utilizada para la humectación de los caminos durante su realización. Lo cual al adquirir este recurso de esta manera afectará de manera indirecta a la localidad.

Adicionalmente, si no se respectan la superficie mínima de conservación como área permeable, se modificaría totalmente la calidad y cantidad de escorrentía por las actividades constructivas, afectando el manto freático.

Además, existirá generación de aguas residuales derivado de las actividades del personal que de no recibir medidas de mitigación mediante un manejo adecuado podría contaminar el manto freático

Componente: Residuos

En las diversas etapas del proyecto se consideran una serie de actividades que generarán RSU, RME y RP como son la generación de residuos de la construcción, residuos vegetales productos del

desmonte y despalme, residuos de alimentos que si no reciben un manejo adecuado supondría la contaminación del manto freático, aparición de fauna nociva, contaminación del suelo.

Por otra parte, se considera que, en la etapa de construcción, se generará una mayor cantidad asociada principalmente a la presencia de los trabajadores. En tanto que su duración es larga, ya que como se mencionó anteriormente, su implicación será desde la preparación del sitio hasta su desmantelamiento de las instalaciones.

Componente: Riesgos a la salud

En cuanto a los riesgos a salud, estos están limitados a los trabajadores para las etapas de preparación de sitio y construcción, por el uso de maquinaria pesada, exposición a ruido y riesgo de accidentes en el trabajo relacionados con las actividades a desarrollar.

Además, se relaciona con la exposición a polvos, partículas y emisión de gases que ya fueron descritas en el apartado anterior.

Componente: Socioeconómico

El proyecto propuesto, corresponde a una actividad de muy bajo impacto ambiental, más aún es una obra con gran contenido ecológico al aprovechar un recurso renovable (energía solar) para la generación de energía eléctrica mediante un proceso fotovoltaico. Por lo que, derivado de las características del proyecto, (generación de energía eléctrica mediante el proceso fotovoltaico) y la tecnología y equipo a emplear, durante la operación del proyecto no se requieren de combustibles fósiles, tampoco genera emisiones a la atmósfera ni ruido, debido a que corresponde a un proyecto de industria no contaminante. Además, contribuirá en la demanda de energía eléctrica

Por otra parte, el proyecto tiene incidencia en lo que respecta al impulso de actividades económicas y la generación de empleos directos e indirectos, con mayor magnitud en las etapas de preparación del sitio y construcción.

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección.

A continuación, se describe el tercer escenario, el cual considera el proyecto con las medidas de prevención y mitigación propuestas. En la tabla siguiente se menciona la manera en que las actividades propuestas beneficiarán la continuidad de los servicios ambientales.

Tabla VII.2 Matriz de componentes atendidos por programa

Acción	Componentes							
	vegetación	Fauna	Aire	Suelo	Agua	Residuos	Riesgos a la salud	Empleo y economía local
Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento	X	X						

Acción	Componentes							
	vegetación	Fauna	Aire	Suelo	Agua	Residuos	Riesgos a la salud	Empleo y economía local
Programa de rescate y reubicación de fauna		X						
Programa de preservación de abejas meliponas								X
Programa de control de emisiones y ruido			X					
Programa de seguridad y salud en el trabajo			X				X	
Programa de manejo integral de residuos				X		X	X	
Programa de mantenimiento de baños secos y biodigestor					X			

Considerando la tabla anterior, se asegura que con el desarrollo de las actividades propuestas se reducirá el impacto de la realización del proyecto en el medio ambiente, evitando poner en riesgo los servicios ambientales.

Componente: Vegetación

El programa de conservación al interior del predio garantizará la protección de las especies listadas en la NOM-059-semarnat-2010 que están ubicadas en las zonas de mayor densidad de vegetación incluidas en las 66.39 hectareas destinadas a conservación; además, el programa concebido de forma mancomunada con la comunidad permitirá tener un aprovechamiento sostenible de las especies que ya son empleadas por la comunidad de Santa Cruz.

Componente: Fauna

Para el componente de fauna se propone un programa que minimice el impacto de desplazamiento de individuos para las especies de fauna silvestre por la ejecución del proyecto durante las etapas de preparación del sitio y construcción, que pudieran estar al interior del predio, a través de actividades de ahuyentamiento previo al inicio de obra, y acciones de reubicación y rescate por personal capacitado.

Adicionalmente, y en concordancia con el programa de conservación, se garantizará una conectividad al interior del predio con las zonas aledañas que minimicen el impacto de desplazamiento.

Componente: Aire

El Programa de control de emisiones busca reducir las emisiones de gases, polvos y partículas. Dentro de las acciones que se contemplan, están durante las etapas de preparación de sitio y construcción, y en su eventual desmantelamiento, están las medidas preventivas de resuspensión con humectación

de caminos, cobertura de material con lonas durante transporte y almacenamiento, control de velocidad dentro del AP y constancias de verificación de vehículos y maquinarias usadas.

Componente: Suelo

Por otra parte, al implementar las medidas de prevención y mitigación que impliquen el correcto manejo de los residuos generados, se reduce el riesgo a la contaminación del suelo y agua, así como afectación a la vegetación y fauna del lugar.

Además, las medidas de acondicionamiento de almacenes temporales en etapas de preparación de sitio y construcción, así como los almacenes dentro de la planta en operación y mantenimiento, dispuestas en el Programa de Manejo Integral de Residuos garantizan la protección del suelo frente a cualquier incidente que ponga en riesgo la calidad del suelo.

Respecto al tema de residuos peligrosos, se establecen áreas específicas para servicio de mantenimiento, lavado o cambios de aceite a maquinaria, equipos y vehículos, evitando de esta manera algún derrame que afecte al suelo.

Componente: Agua

Durante todas las etapas del proyecto se hará uso del recurso. No obstante, inicialmente en la etapa de construcción existirá mayor demanda debido a la presencia de personal. Sin embargo, cabe recalcar que al hacer uso de baños secos el consumo de esta será en gran medida.

En la etapa de operación el abastecimiento de agua será necesaria para la limpieza de los módulos. No obstante, se llevará a cabo por medios automáticos y mecánicos, ya que ocupan menos agua y tienen mayor rendimiento (m^2/h).

Por otra parte, la calidad del agua se garantizará desde las medidas del componente suelo ya que al atender los impactos asociados a este tal cómo evitar que los lixiviados generados por el almacenamiento de residuos se infiltren en el subsuelo.

En tanto las aguas residuales que se generen se canalizarán hacia un biodigestor, el cual podrá ser autolimpiable para el tratamiento de las aguas residuales generadas durante la etapa de operación. Antes de iniciar la generación de aguas residuales, deberá tramitarse ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) el permiso correspondiente para la descarga desde el biodigestor. Por lo que, en este sentido, se espera que exista una aportación controlada de carga orgánica por medio de la descarga.

Componente: Residuos

Durante las cuatro etapas del proyecto se generarán residuos. En la etapa de preparación del sitio el material derivado de las actividades de desmonte y despalme se triturará para la posterior incorporación de la materia orgánica como mejorador de suelo dentro de las áreas libres de construcción del proyecto, de esta forma se favorecerá la proliferación de la vegetación y la conservación del suelo en el área.

En la etapa de construcción, se generará una mayor cantidad asociada principalmente a la presencia de los trabajadores. Sin embargo, se tendrá un programa integral de manejo de residuos el cual tendrá las medidas necesarias para evitar impactos asociados a este componente tales como la correcta clasificación y almacenamiento en sitios bien definidos, así como la disposición en sitios autorizados. Además, la magnitud del impacto se considera mínima ya que solo se generará dentro del área del proyecto.

Componente: Riesgos a la salud

A través del programa de seguridad y salud en el trabajo se establecerán condiciones de seguridad y salud en el trabajo para evitar accidentes y enfermedades laborales, protegiendo la vida y seguridad laboral del personal. Las medidas incluidas recogen la implementación de capacitaciones para los trabajadores y la disposición de equipo de protección personal adecuado a las actividades a desarrollar y en concordancia con lo especificado en la NOM-017-STPS-2008.

Componente: Socioeconómico

Es importante mencionar que en la localidad de Santa Cruz no se cuenta con servicio de recolección de residuos de ningún tipo por lo que se busca apoyar a la comunidad a la reducción de sus deshechos través de la implementación de prácticas efectivas de gestión de residuos y la fomentación de la participación de la comunidad, para contribuir a la preservación del entorno y al bienestar de su localidad.

Por otra parte, se pretende implementar estrategias para la conservación de la meliponicultura para la preservación de la especie. Además de que dicha actividad.

VII.4. Pronóstico ambiental

Según lo descrito a lo largo de todos los capítulos el proyecto de la Central Fotovoltaica Chemax Solar a desarrollar en el municipio de Chemáx en Yucatán, para la generación de energía eléctrica a partir de energía solar; el proyecto tiene contempladas etapas de preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento y desmantelamiento. El detalle de cada una de estas etapas, los equipos y requerimientos técnicos fueron descritos en el capítulo II, así como los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al tipo de proyecto en el capítulo III.

Adicionalmente, se hizo una caracterización del área de proyecto y del Sistema Ambiental Regional, que fue delimitado en función de elementos bióticos y abióticos descritos en el capítulo IV, pero donde destaca la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número 74, con una política de restauración que tiene compatibilidad con proyectos de generación de energía fotovoltaica. Por otro lado, se consideraron los límites geopolíticos y las vías de comunicación principal.

En el capítulo IV también se describe l metodología y hallazgos del muestreo de flora y fauna desarrollado en el área del proyecto donde fue posible identificar una diversidad de 59 especies de flora y 57 especies de fauna de las cuales 7 se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (1 de flora y 6 de fauna). Con la información recabada se concluyó que dadas las condiciones e impactos existentes que se observan en el predio debido a las actividades actuales se puede determinar que el establecimiento de un proyecto de generación de energías limpias podría

permitir la recuperación de poblaciones de flora y fauna en el medio natural; así como el establecimiento de las zonas forestales sin impactos directos por parte del ganado bovino.

Sin embargo, se reconoció que el impacto con mayor significancia es desplazamiento de fauna, seguido de la generación de residuos peligrosos y de manejo especial, erosión, altos niveles de ruido y emisión de gases, respectivamente. Además, se considera que el proyecto logra insertarse de manera adecuada en el medio local y regional puesto que los impactos identificados y caracterizados pueden ser mitigados a través de los programas definidos, que están listados a continuación:

- Programa de compensación de flora
- Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna
- Programa de control de emisiones
- Programa de control de ruido
- Programa de seguridad e higiene
- Programa de manejo integral de residuos
- Programa de tratamiento y monitoreo de agua

CAPÍTULO VIII.

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

Contenido

VIII.1 Presentación de la información

VII.1.1 Documentación legal y otros documentos

Anexo I.1. Acta constitutiva FRV SERVICES

Anexo I.2. RFC FRV SERVICES

Anexo I.3. Identificación oficial JIMM

Anexo I.4. Poder notarial del representante legal

Anexo I.5. Cedula profesional responsable técnico

VII.1.2 Fichas técnicas

Anexo II.1. Ficha técnica panel fotovoltaico.

Anexo II.2. Ficha técnica inversores.

Anexo II.3. Ficha técnica inversor MT.

Anexo II.4. Ficha técnica transformador de potencia.

Anexo II.5. Ficha técnica banco de capacitores.

Anexo II.6. Ficha técnica Tracker.

VII.1.3. Cartografía

VII.1.4. Metodología diagnóstico ambiental

VII.1.5. Listado de flora

VII.1.6. Matriz de impactos

VII.1.7. Memoria fotográfica

Referencias

VIII.1 Presentación de la información

VII.1.1 Documentación legal y otros documentos

Anexo I.1. Acta constitutiva FRV SERVICES

Anexo I.2. RFC FRV SERVICES

Anexo I.3. Identificación oficial JIMM

Anexo I.4. Poder notarial del representante legal

Anexo I.5. Cedula profesional responsable técnico

VII.1.2 Fichas técnicas

Anexo II.1. Ficha técnica panel fotovoltaico.

Anexo II.2. Ficha técnica de inversores.

Anexo II.3. Ficha técnica inversor MT.

Anexo II.4. Ficha técnica transformador de potencia.

Anexo II.5. Ficha técnica banco de capacitores.

Anexo II.6. Ficha técnica Tracker.

Anexo I.6. Memoria de cálculo de emisión de GEI

VII.1.3. Cartografía

Anexo VIII.1.3.1 Vías de acceso al área del proyecto Chemax Solar

Anexo VIII. 1.3.2 Ubicación física del Proyecto Chemax Solar

Anexo VIII. 1.3.3 Distribución de la superficie de Proyecto Chemax Solar

Anexo VIII. 1.3.4 Tipo de uso de suelo y vegetación presente en el área del proyecto Chemax Solar

Anexo VIII. 1.3.5 Representación gráfica regional

Anexo VIII. 1.3.6 Representación gráfica local

Anexo VIII.1.3.7 Ubicación del proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Yucatán (POETY)

Anexo VIII. 1.3.8 Ubicación del proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Yucatán (POETY)

Anexo VIII.1.3.9 Delimitación SAR y AIP

Anexo VIII.1.3.10 Subcuencas para la delimitación del SAR

Anexo VIII.1.3.11 Límites geopolíticos para la delimitación del SAR

Anexo VIII.1.3.12 Asentamientos presentes en el AIP y SAR

Anexo VIII.1.3.13 UGA 74 para la delimitación del SAR

Anexo VIII.1.3.14 Vías de comunicación para la delimitación del SAR

Anexo VIII.1.3.15 Climatología del SAR

Anexo VIII.1.3.16 Trayectorias de huracanes que han atravesado el SAR en el periodo de 1851 a 2023

Anexo VIII.1.3.17 Interpolación del nivel de frecuencia de depresión tropical periodo de 1851 a 2023

Anexo VIII.1.3.18 Interpolación del nivel de frecuencia de tormenta tropical periodo de 1851 a 2023

Anexo VIII.1.3.19 Geología para la delimitación del SAR

Anexo VIII.1.3.20 Edafología para la delimitación del SAR

Anexo VIII.1.3.21 Tipo de vegetación y uso de suelo en SAR y AP

Anexo VIII. 1.3.22 Transectos de muestreos de flora

Anexo VIII.1.3.23 Determinación de la vegetación del área del proyecto

Anexo VIII.1.3.24 Transectos de herpetofauna

Anexo VIII.1.3.25 Puntos de conteos de aves en el área del proyecto

Anexo VIII. 1.3.26 Transectos de mastofauna

Anexo VIII.1.3.27 Muestreo de fauna en el área del Proyecto

Anexo VIII.1.3.28 Áreas destinadas a conservación al interior del área del proyecto

Anexo VIII. 1.3.29 Tipo de vegetación y uso de suelo en SAR y AP

VII.1.4. Metodología diagnóstico ambiental

VII.1.5. Listado de flora

VII.1.6. Matriz de impactos

VII.1.7. Memoria fotográfica

Referencias

- Álvarez-Castañeda, S. T., Álvarez, T., & González-Ruiz, N. (2015). Guía para identificar los mamíferos de México. AMMAC. Guadalajara, México.
- Aranda, M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México.
- Ayala R. 1999. Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Folia Entomológica Mexicana 106:1-123.
- Blanco-Torres A, Marta Duré M & Bonilla MA. 2021. Anurans trophic Dynamic and guild structure in tropical dry forests of the Caribbean region of Colombia. An Acad Bras Cienc 93: e20201022. DOI 10.1590/0001-3765202120201022.
- Calderón-Mandujano, R. R., Pozo, C., & Cedeño-Vazquez, J. (2013). Guía rústica de los reptiles de la región de Calakmul, Campeche, México.
- Calkins, F. Ch. (1975). “Introducción de la abeja Apis Mellifera a la Península de Yucatán”. Revista de Apicultura en México. Julio-Agosto.
- CICY Catálogo flora de la Península de Yucatán.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (sf). Distribución potencial de las especies de fauna en la región del proyecto.
- CONABIO (2018). *Catálogo de plantas nativas de México.*
- Congreso de la Unión. (2021). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Ley de Aguas Nacionales (LAN). Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Ley de la Industria Eléctrica (LIE). Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética (LORCME). Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Ley de Transición Energética (LTE). Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Ley General de Cambio Climático (LGCC). Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Diario Oficial de la Federación.

- Congreso de la Unión. (2021). Ley General de Vida Silvestre (LGVS). Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Reglamento de la LAN (R-LAN). Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Reglamento de la LGCC en Materia del Registro Nacional de Emisiones (R-LGCC-MRNE). Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (R-LGEEPA-EIA). Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Reglamento de la LGEEPA en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (R-LGEEPA-RETC). Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Reglamento de la LGPGIR (R-LGPGIR). Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Reglamento de la LIE (R-LIE). Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión. (2021). Reglamento de la LTE (R-LTE). Diario Oficial de la Federación.
- Drobenkov S. M. 2020. Trophic structure of amphibian and reptile communities in terrestrial and aquatic ecosystems of Belarus. Acta Biol. Univ. Daugavp., 20 (2): 163 –172.
- Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.
- Fernández, L. A. P., Bahena, P. H., Fernández, J. M. P., Vázquez, F. G y Reyes,R. R. (2018). Cría y manejo tradicional de la abeja Melipona beecheii (ko'olelkaak) en comunidades aledañas a la Reserva de la Biosfera Los Petenes,Campeche, México. El Colegio de la Frontera Sur.
- Flores, J. S. (1993). *Etnoflora Yucatanense.* Universidad Autónoma de Yucatán.
- Fraume Restrepo (2007), Diccionario ambiental. ECOE EDICIONES, Colombia.Disponible en: http://bibliotecas.uasb.edu.bo:8080/bitstream/20.500.14624/1232/1/Fraume-Diccionario%20ambiental.pdf

- García, D., González, M., & Elena, M. (2010). Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán.
- Gobierno de México (2023). Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2024 - 2038 (PRODESEN). Disponible en: https://www.gob.mx/sener/articulos/programa-de-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-2024-2038
- Gobierno del Estado de Yucatán. (2021). Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Yucatán. Periódico Oficial del Estado de Yucatán.
- Gobierno del Estado de Yucatán. (2021). Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Yucatán. Periódico Oficial del Estado de Yucatán.
- Gobierno del Estado de Yucatán. (2021). Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Yucatán. Periódico Oficial del Estado de Yucatán.
- Gobierno del Estado de Yucatán. (2021). Ley de Procuración de Justicia Ambiental y Urbana del Estado de Yucatán. Periódico Oficial del Estado de Yucatán.
- Gobierno del Estado de Yucatán. (2021). Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Yucatán. Periódico Oficial del Estado de Yucatán.
- Gobierno del Estado de Yucatán. (2021). Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán. Periódico Oficial del Estado de Yucatán.
- Gobierno del Estado de Yucatán. (2021). Reglamento de la Ley de Cambio Climático del Estado de Yucatán. Periódico Oficial del Estado de Yucatán.
- Gobierno del Estado de Yucatán. (2021). Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán. Periódico Oficial del Estado de Yucatán.
- Gobierno del Estado de Yucatán. (2021). Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán. Periódico Oficial del Estado de Yucatán.
- González-Salazar C., Martínez-Meyer E. & López-Santiago G. 2014. A hierarchical classificaction of trophic guilds for North American birds and mammals. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85. Material suplementario. DOI: 10.7550/rmb.38023
- Guzmán, M., Balboa, C., Vandame, R., Albores, M.L. y González-Acereto, J. (2011). Manejo de las abejas nativas sin aguijón en México.
- http://geoportal.conabio.gob.mx/#!l=anfibios:1@m=mixto
- http://geoportal.conabio.gob.mx/#!l=aves:1@m=mixto

- http://geoportal.conabio.gob.mx/#!l=mamiferos:1@m=mixto
- http://geoportal.conabio.gob.mx/#!l=reptiles:1@m=mixto
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (sf). Datos sobre el tipo de vegetación presente en la región del proyecto.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2024). Ficha Localidades, Sistema de Consulta de Integración, Territorial, entorno Urbano y Localidad (SCITEL) Disponible en: https://www.inegi.org.mx/app/scitel/consultas/index
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Cobertura Vegetal*. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463902836.pdf
- Köhler, G. (2003). Reptiles de Centroamérica. Herpeton.
- Llamosa-Neuman, E., & Rodríguez, G. M. (2008). Aves comunes de la Península de Yucatán. Dante. Mérida, Yucatán, México.
- Martínez, M., et al. (2010). *Plantas útiles de la Península de Yucatán.*
- Michener C.D 2000. The bees of the world. The Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, U.S.A.
- Myska, P. (2015). Guía de campo de anfibios, reptiles, aves y mamíferos de México occidental. Viva Natura, México.
- Naciones Unidas. (1971). Convención de Ramsar sobre Humedales de Importancia Internacional. Recuperado de https://www.ramsar.org/.
- Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Recuperado de https://unfccc.int.
- Naciones Unidas. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Recuperado de https://www.cbd.int/.
- Naciones Unidas. (1997). Convenio de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CLD). Recuperado de https://www.unccd.int/.
- Naciones Unidas. (1997). Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de https://unfccc.int/kyoto_protocol.
- Naciones Unidas. (2015). Acuerdo de París. Recuperado de https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement.

- Narváez, & Zapata-Ríos, G. (2020). Manual para el muestreo de fauna silvestre con transectos lineales. Wildlife Conservation Society-Programa Ecuador, 1-18.
- Nebel B. y R. Wright, 1999. Ciencias ambientales (Ecología y desarrollo sostenible). Prentice-Hall Pearson. México.
- NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización).
- NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
- NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- NOM-003-SEMARNAT-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
- NOM-004-CONAGUA-1996, Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general
- NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental- Lodos y biosólidos – especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.
- NOM-006-ENER-2015, Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación.
- NOM-009-STPS-2011, Condiciones de seguridad para garantizar trabajos en altura.
- NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
- NOM-020-STPS-2011, Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas-Funcionamiento-Condiciones de seguridad.
- NOM-023-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO2).

- 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.
- NOM-043-SEMARNAT-1993, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
- NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental, Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.
- NOM-047-SEMARNAT-2014, Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes de los vehículos automotores.
- NOM-050-SEMARNAT-2018, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.
- NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- NOM-054-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.
- NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo.
- NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.
- NOM-081-SEMARNAT-1994, Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.
- NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

- NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo.
- NOM-165-SEMARNAT-2013, Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes.
- Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-002-SECRE-2014, Instalaciones de aprovechamiento de Gas Natural.
- Norma Técnica Ambiental NTA-002-SEDUMA-10. Establece las especificaciones y los parámetros que deben observarse
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). (sf). Regulación ambiental aplicable al proyecto.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1994). Convenio Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). Recuperado de https://www.ippc.int/.
- Parra, F. Y. et al. (2018). La meliponicultura una práctica tradicional para el desarrollo regional de la comunidad de Maní, Yucatán. DINÁMICA ECONÓMICA Y PROCESOS DE INNOVACIÓN EN EL DESARROLLO REGIONAL. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores, México. ISBN UNAM: 978-607-30-0000-0, AMECIDER: 978-607-96649-7-8. Disponible en :http://ru.iiec.unam.mx/id/eprint/3854
- Pozo, C. (editora). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd). México, D. F.
- PROY-NOM-168-SEMARNAT-ASEA-2016, Niveles máximos permisibles de emisión provenientes de turbinas de gas, a ciclo abierto o ciclo combinado, aeroderivadas y su medición.
- Quezada-Euán J. J. G. 2005. Biología y uso de las abejas sin aguijón de la Península de Yucatán, México (Hymenoptera: Meliponini). Tratados 16, Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México.
- Red de Etnoecología (2005). *Conocimiento ecológico tradicional en comunidades mayas.*
- Secretaria de Energía, SENER (2024). Metodología para el cálculo de emisiones y estimación del potencial de mitigación de gases de efecto

- Secretaría de Energía (SENER). (2024). Programa de Desarrollo del Sector Energético 2024-2038 (PRODESEN 2024-2038).
- invernadero (GEI) del sector de generación de energía eléctrica. Disponible en:https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/945577/Metodolog_a_C_lculo_de_Emisiones_y_Estimaci_n_del_Potencial_de_Mitigaci_n_Sector_El_ctrico.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (1 de Febrero de 2013).
- NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011. Obtenido de Diario Oficial de la Federación: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5286505&fecha=01/02/2013
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2019). Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional. Disponible en: https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT, C. (2014). Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 142.
- Sistema Nacional de Información Municipal, SNIM (2024). Ficha Municipal de Chemax, Yucatán. Disponible en: http://www.snim.rami.gob.mx/
- Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). (03 de junio de 2024).
- Sosa-Escalante, J. E., Pech-Canché, J. M., MacSwiney, M. C., & Hernández-Betancourt, S. (2013). Mamíferos terrestres de la península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. Revista mexicana de biodiversidad, 84(3), 949-969.
- Toledo, V. M., et al. (1992). *Etnobotánica Maya: Saberes y usos tradicionales.*
- Urbina-Cardona, J. N., Bernal, E. A., Giraldo-Echeverry, N., & Echeverry-Alcendra, A. (2015). El monitoreo de herpetofauna en los procesos de restauración ecológica: indicadores y métodos. Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres, 134-147.
- Xolalpa-Aroche, A., Sánchez-Jiménez, O. D., Pichardo-Aguilar, R. L., Caamal-Borges D. G., Paz-Lemus, C., Xool-Koh, M. y Cahuich-Puc, J. (2018). Saberes sobre la crianza de Melipona beecheii. W.K. KELLOG FUNDATION.