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

ENERGÍAS RENOVABLES KIIN S. DE R.L. DE C.V.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

"Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin "

Noviembre, 2022

Green World
Environmental and Social Discovery

El presente documento ha sido redactado por el equipo MULTIDISCIPLINARIO de la consultoría GREEN WORLD.

EQUIPO REDACTOR

Grado	Nombre
Lic. en Biología	Beatriz Montes Hernández
Lic. en Biología	Manuel Ávila de los Santos
Lic. en Biología	Claudia Reyes Vázquez
Planificador Territorial	René Rosas Reyes
Ing. Topógrafo y Fotogrametrista	Marlene Maqueda González

RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Nombre: Beatriz Montes Hernández

[redacted]

[redacted]

ÍNDICE GENERAL

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

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

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

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

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

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

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CAPITULO I

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

Contenido

CONTENIDO **I-1**
I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL **I-1**
I.1 Nombre del proyecto **I-1**
I.2 Ubicación (dirección) del proyecto **I-1**
I.3 Duración del proyecto **I-6**
I.4 Datos generales del promovente **I-12**
I.4.1 Nombre o razón social I-12
I.4.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente I-12
I.4.3 Nombre y cargo del Representante Legal I-12
I.4.4 Dirección del promovente o de su Representante Legal para recibir u oír notificaciones: I-13
I.5 Responsable del estudio de Impacto Ambiental **I-13**
I.5.1 Nombre o Razón Social I-13
I.5.2 Registro Federal de Contribuyentes I-14
I.5.3 Nombre del Responsable Técnico del Estudio I-14
I.5.4 Dirección del Responsable Técnico del Estudio I-14

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

I.1 Nombre del proyecto

El nombre del Proyecto es "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", en el presente documento se hará referencia de manera indistinta a él como: Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin, Energías Renovables Kiin o el Proyecto.

I.2 Ubicación (dirección) del proyecto

El proyecto Energías Renovables Kiin consiste en la construcción y operación de un parque solar con conexión a red de 42.35 MW de potencia AC en la salida de los inversores y 50 MW de potencia DC.

El proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" se ubica geopolíticamente en el municipio de Tekax, en el estado de Yucatán, México. El predio donde se ubica el área del proyecto se encuentra al suroeste del estado de Yucatán, en la parte norte del Municipio de Tekax, aproximadamente a 12 kilómetros de la cabecera municipal, a un costado de la carretera No. 184 Muna–Felipe Carrillo Puerto. En el siguiente mapa se muestra la ubicación del polígono donde se emplazará el proyecto.

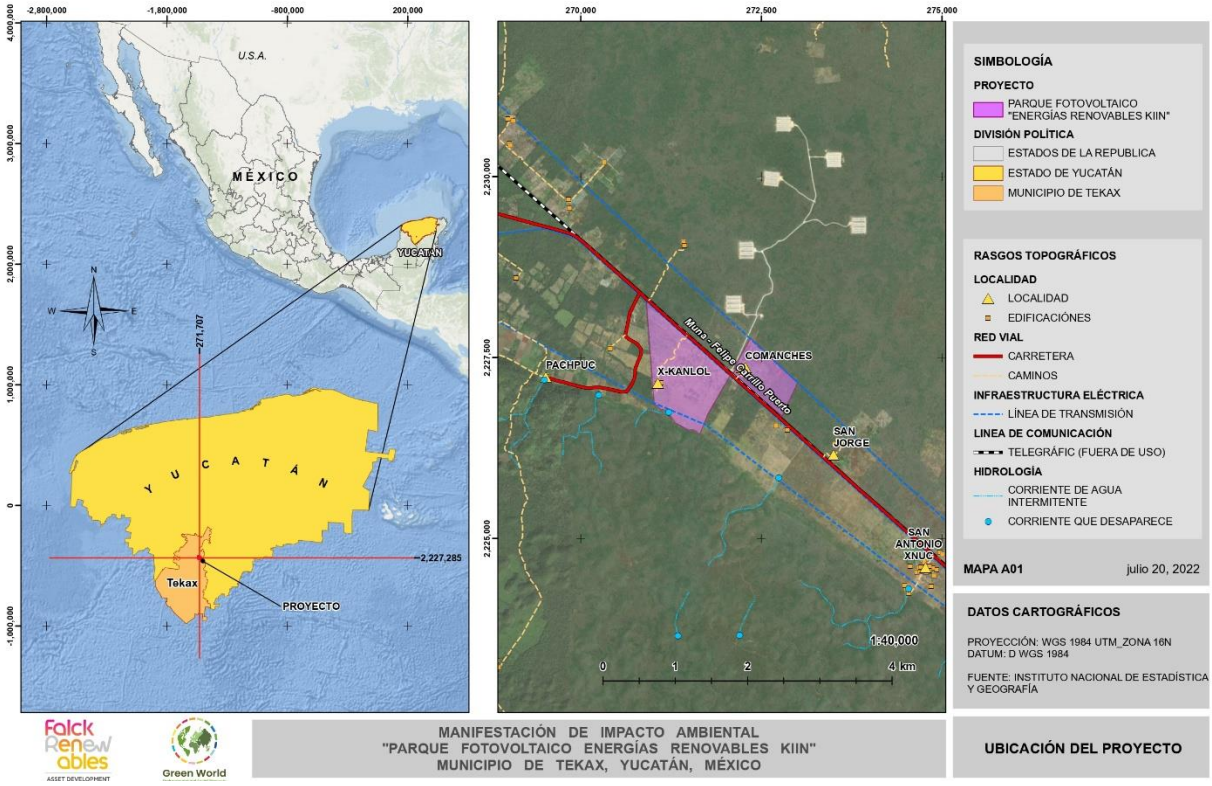


Figura I-1 Ubicación geográfica del proyecto.

En las siguientes tablas se muestran las coordenadas de los vértices de los polígonos donde será emplazado el proyecto Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin.

Tabla I-1 Coordenadas UTM de los vértices del área del proyecto Energías Renovables Kiin.

POLÍGONO	Vértices	COORDENADAS UTM ZONA 16N	
		X	Y
POLIGONO A	1	272,099.930580	2,227,268.002520
	2	272,143.582291	2,227,330.452530
	3	272,123.925361	2,227,350.109500

POLÍGONO	Vértices	COORDENADAS UTM ZONA 16N	
		X	Y
	4	272,346.791891	2,227,768.878480
	5	273,000.931799	2,227,146.569760
	6	272,784.801848	2,226,694.576010
	7	272,099.930580	2,227,268.002520
POLIGONO B	1	270,904.797034	2,228,301.045770
	2	272,070.086480	2,227,255.245200
	3	271,751.274026	2,226,707.017440
	4	271,749.788296	2,226,698.987290
	5	271,651.768219	2,226,455.838950
	6	271,650.215401	2,226,440.969900
	7	271,625.893890	2,226,452.911350
	8	271,610.335438	2,226,472.016930
	9	271,586.456590	2,226,487.172470
	10	271,562.451740	2,226,499.953500
	11	271,534.523496	2,226,503.949380
	12	271,513.747740	2,226,499.276150
	13	271,485.575802	2,226,497.697760
	14	271,472.493615	2,226,506.079660
	15	271,455.684288	2,226,514.372540
	16	271,378.553658	2,226,557.972270
	17	271,307.779668	2,226,595.549390
	18	271,290.147469	2,226,624.198690
	19	271,260.095381	2,226,671.528000
	20	271,224.356574	2,226,711.345600
	21	271,210.994434	2,226,742.646860
	22	271,166.276245	2,226,772.617490
	23	271,139.585234	2,226,781.909460
	24	271,104.580438	2,226,780.240750

POLÍGONO	Vértices	COORDENADAS UTM ZONA 16N	
		X	Y
	25	271,088.690196	2,226,791.259180
	26	271,062.253164	2,226,828.245390
	27	271,018.016021	2,226,841.705000
	28	271,014.573490	2,226,866.346860
	29	271,008.220814	2,226,952.001740
	30	270,993.271831	2,227,139.947330
	31	270,988.666138	2,227,195.071020
	32	270,940.075623	2,227,853.582790
	33	270,904.797034	2,228,301.045770

Tabla I-2 Coordenadas de la Subestación de Maniobras

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	272342.34	2227736.59
2	272444.10	2227642.42
3	272360.96	2227553.43
4	272284.41	2227625.77

Tabla I-3 Coordenadas del DV de la LT

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	272182.603	2227341.48
2	272124.153	2227248.07

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
3	272123.996	2227247.85
4	272123.132	2227246.67
5	272121.592	2227245.13
6	272119.807	2227243.88
7	272117.832	2227242.95
8	272115.727	2227242.39
9	272113.557	2227242.2
10	272113.158	2227242.21
11	272063.427	2227243.79
12	272051.825	2227244.16
13	272049.777	2227244.4
14	272047.795	2227244.97
15	272045.934	2227245.85
16	272044.244	2227247.04
17	272020.24	2227266.94
18	272020.24	2227277.57
19	271993.615	2227277.57
20	271993.334	2227295.03
21	271993.523	2227297.3
22	271994.087	2227299.41
23	271995.008	2227301.38
24	271996.258	2227303.17
25	271997.798	2227304.71
26	271999.583	2227305.96
27	272001.558	2227306.88
28	272003.662	2227307.44
29	272005.833	2227307.63
30	272008.004	2227307.44

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
31	272010.108	2227306.88
32	272012.083	2227305.96
33	272013.813	2227304.75
34	272028.419	2227292.64
35	272056.905	2227269.01
36	272100.379	2227267.63
37	272106.772	2227267.42
38	272160.337	2227353.02
39	272178.766	2227429.01
40	272179.167	2227430.34
41	272179.983	2227432.13
42	272265.399	2227586.1
43	272266.702	2227587.98
44	272267.299	2227588.64
45	272294.039	2227616.24
46	272312.366	2227599.23
47	272286.406	2227572.43
48	272202.663	2227421.48
49	272184.155	2227345.16
50	272183.527	2227343.26
51	272182.603	2227341.48

I.3 Duración del proyecto

El programa de trabajo para el desarrollo del proyecto Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin, ha sido diseñado mediante la delimitación de etapas de proyecto de acuerdo

con el conjunto de actividades a desarrollar dentro de cada una, las etapas consideradas se definen como **Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono del sitio.**

Los plazos de ejecución de las etapas, se considera un total de 24 meses para las etapas de preparación del sitio y construcción y de 30 años para la etapa de operación y mantenimiento (vida útil del proyecto), así mismo, dentro del plan de trabajo se menciona la etapa de abandono del sitio de manera enunciativa ya que se prevé que, con el mantenimiento adecuado de los equipos e instalaciones, la vida útil del proyecto pueda ampliarse previa autorización.

Etapa	Actividades		Meses																						Años					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	del año 1 al 29					30
Preparación del sitio	Tramitación de permisos y autorizaciones		X																											
	Campamento provisional			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
	Desmonte			X	X	X	X	X																							
	Despalme			X	X	X	X	X																							
Construcción	SET y LAT	Obra Civil SET y LAT							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
		Montaje electromecánico SET y LAT													X	X	X	X	X												
		Commissioning SET y LAT															X	X	X												
		Energización SET y LAT																		X											
	Trazo y nivelación	Movimiento de tierras y caminos					X	X	X	X	X																				
		Vallado						X	X	X	X																				

Etapa	Actividades		Meses																							Años					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	del año 1 al 29					30
		Cimentaciones CTS								X	X	X																			
	Montaje Mecánico Planta Fotovoltaica	Hincado										X	X	X	X																
		Instalación de estructura de tracker											X	X	X	X	X														
		Montaje de módulos													X	X	X	X													
	Montaje Eléctrico Planta Fotovoltaica	Zanjas															X	X	X	X	X	X									
		Tendido de cable																			X	X	X								
		Conexión de cableado y módulos																				X	X	X							
		Instalación de centros de transformación																						X	X						

Etapa	Actividades		Meses																						Años					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	del año 1 al 29					30
	Commissioning y Pruebas	Pruebas en frío mecánicas																							X	X						
		Pruebas en frío eléctricas																							X	X						
		Pruebas en tensión																							X	X						
		Pruebas de Rendimiento Internas																								X						
Operación y mantenimiento	Generación de energía eléctrica																										X	X	X	X	X	
	Transporte y evacuación de energía																										X	X	X	X	X	
	Mantenimiento de paneles y equipos																										X	X	X	X	X	
	Mantenimiento de caminos																										X	X	X	X	X	
	Limpieza de terreno																										X	X	X	X	X	

Etapa	Actividades	Meses																								Años					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	del año 1 al 29					30
Abandono de sitio	Desmantelamiento de módulos																														X
	Desmantelamiento de cableado subterráneo																														X
	Desmantelamiento de edificios y subestación																														X

I.4 Datos generales del promovente

I.4.1 Nombre o razón social

ENERGÍAS RENOVABLES KIIN S. DE R.L. DE C.V.

La documentación Legal del Promovente se integra como **ANEXO Capítulo 1 (Documentación del Promovente).**

I.4.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

RFC: ERK2204063KA

La documentación Legal del Promovente se integra como **ANEXO Capítulo 1 (Documentación del Promovente).**

I.4.3 Nombre y cargo del Representante Legal

Representante Legal: José Antonio Soro Ferrer

La documentación que acredita la personalidad legal se integra como **ANEXO Capítulo 1 (Documentación del Promovente).**

I.4.4 Dirección del promovente o de su Representante Legal para recibir u oír notificaciones:

Calle: Avenida Paseo de la Reforma

No. exterior: 300 **No. int:** 1701

Colonia: Juárez

Municipio: Cuauhtémoc

Estado: Ciudad de México

Código Postal: 06600

Teléfono: 55 3907 8155

Correo electrónico: jsoro@falckrenewables.com; arodriguez@falckrenewables.com.

I.5 Responsable del estudio de Impacto Ambiental

I.5.1 Nombre o Razón Social

GWESD.SC.

I.5.2 Registro Federal de Contribuyentes

[redacted]

I.5.3 Nombre del Responsable Técnico del Estudio

Nombre: Beatriz Montes Hernández

[redacted]

Cédula Professional: CED. ESP. 9048632 / CED. BIOL. 7131588 Se

anexa documentación:

ANEXO Capítulo 1 (Responsable Técnico).

ANEXO Carta responsiva

I.5.4 Dirección del Responsable Técnico del Estudio

Calle y número: Calle Abasolo 150
Colonia: Santa María Tepepan
Alcaldía: Xochimilco
Estado: CDMX

[redacted]

Los involucrados, bajo protesta de decir verdad, manifiestan que la información contenida en la Manifestación de Impacto Ambiental a su leal saber y entender, es real y fidedigna, y que saben de la responsabilidad en que incurren los que declaran con falsedad ante autoridad administrativa distinta de la judicial, tal y como lo establece el **Artículo 247 del Código Penal**.

Toda la información relativa al proyecto constructivo es responsabilidad del promovente (selección del sitio, contratos de arrendamiento, costos o inversión del proyecto, estudios técnicos del área del proyecto y la información que derive de estos).

Se anexa la carta responsiva completa como anexo físico al presente documento,

CAPÍTULO II

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

Contenido

CONTENIDO **2**
II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO **II-1**
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO **II-1**
II.1.1 Naturaleza del proyecto II-1
II.1.2 Justificación II-3
II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto II-5
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO **II-17**
II.2.1 Descripción general del proceso II-17
II.2.2 Descripción de los componentes del proyecto II-18
II.2.3 Inversión requerida para el desarrollo del proyecto II-33
II.2.4 Programa de trabajo II-34
II.2.5 Representación geográfica regional II-39
II.2.6 Representación geográfica local II-40
II.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO **II-41**
II.3.1 Preparación del sitio II-41
II.3.2 Construcción II-43
II.3.3 Operación y Mantenimiento II-48
II.3.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones II-52
II.4 RESIDUOS **II-55**
II.4.1 Preparación del sitio y construcción II-55
II.4.2 Operación y Mantenimiento II-58
II.4.3 Manejo y disposición II-59
II.5 Generación de gases efecto invernadero **II-64**

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

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1 Naturaleza del proyecto

La radiación solar se define como el flujo de energía que recibimos del Sol en forma de ondas electromagnéticas que permite la transferencia de energía solar a la superficie terrestre. La energía solar es la energía que se produce del Sol debido a la continua reacción termonuclear que en su interior se lleva a cabo a temperaturas por encima de los millones de grados. El aprovechamiento de la energía emitida por el Sol por radiación se puede realizar en dos formas distintas: por medio de procesos fototérmicos para calentamiento de fluidos y generar calor de proceso, a este tipo se le conoce como energía solar térmica y por medio del efecto fotovoltaico a través del cual, la luz solar se convierte en electricidad sin usar ningún proceso intermedio, conocida como energía solar fotovoltaica.

La radiación en el sol es 63,450,720 W/m2. Si suponemos que el sol emite en todas direcciones y construimos una esfera que llegue hasta la atmósfera terrestre, es decir, que tenga un radio de la distancia de 149.6 millones de kilómetros podremos determinar cuál es la radiación en este punto. Este valor de la radiación solar recibida fuera de la atmósfera sobre una superficie perpendicular a los rayos solares es conocido como constante solar (1,353 W/m2), variable durante el año un ± 3 % a causa de la elipticidad de la órbita terrestre.

A la Tierra sólo llega aproximadamente 1/3 de la energía total interceptada por la atmósfera, y de ella el 70 % cae en el mar. Aun así, es varios miles de veces el consumo energético mundial.

La irradiación del sol es variable de acuerdo con la época del año, la hora del día, la altitud, y el clima. En México la irradiación presenta los niveles más altos en el Norte del País y sobre las vertientes del Golfo de México por efecto de los sistemas frontales en esta época. En el

periodo comprendido entre enero y abril ocurre un aumento de la irradiación global en toda la República Mexicana, que es mayor en la parte noreste. En el verano nuevamente la irradiación máxima ocurre en el noreste y en la península de Baja California.

El proyecto Energías Renovables Kiin consiste en la construcción y operación de un parque solar con conexión a red de 42.35 MW de potencia AC en la salida de los inversores y 50 MW de potencia DC. La central aprovechará la tecnología disponible con la instalación de 91,756 módulos fotovoltaicos para la captación de la energía solar. Este parque se compone conceptualmente de las siguientes partes y obras permanentes:

- Paneles fotovoltaicos
- Inversores Solares/Centros de Transformación
- Seguidores Solares (Trackers)
- Caminos Internos
- Sistema Colector de Media Tensión de 34.5 kV
- Zanjas de Cable de Baja y Media Tensión
- Subestación eléctrica (SE) Elevadora de 115 kV
- Línea de Conexión entre SE y SET de 115 kV
- Subestación eléctrica de Maniobras (SET) de 115 kV
- Línea de transmisión de entronque de 115 kV
- Oficinas y Almacenes de uso general
- Estaciones de Control
- Sistema de drenaje
- Sistema SCADA
- Vallado Perimetral
- Sistema CCTV
- Camino de acceso.
- Sistema de Iluminación
- Caseta de Guardia y seguridad del parque solar

- Área de acopio de Residuos Domésticos
- Estanque Surtidor Diésel
- Taller Mantención
- Patio de Acopio de Residuos Industriales
- Área de Almacén Sustancias Peligrosas
- Área de Almacén de Residuos Peligrosos
- Tanques para agua
- Grupo Electrógeno

Además, el Proyecto contempla obras de carácter temporal, asociadas exclusivamente a la fase de construcción del mismo. Éstas se indican a continuación:

- Zonas de Descanso
- Zonas de Aparcamientos
- Oficinas, baños y duchas
- Almacén de equipos y maquinaria.

El Proyecto considera la construcción de un sistema colector a 34,5 kV, una subestación eléctrica elevadora a 115 kV, una línea conexión de 115 kV y una subestación eléctrica de maniobras de 115 kV para la apertura de la L.T. TEKAX II-KAMBUL -115 kV la cual es perteneciente al Sistema Eléctrico Nacional.

II.1.2 Justificación

El Proyecto inyectará la energía producida en la L.T. TEKAX II-KAMBUL de 115 kV, perteneciente al Sistema Eléctrico mexicano a través de una Subestación de Maniobras localizada en el interior del proyecto. Lo que permitirá abastecer la demanda energética debido al rápido crecimiento de la zona. Además, el Proyecto se convertirá en un apoyo a la seguridad del sistema eléctrico nacional.

Aunado a lo anterior, el desarrollo del proyecto Energías Renovables Kiin, contribuye al cumplimiento de las estrategias y líneas de acción contenidas dentro del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Yucatán en su incorporación del Enfoque de la Agenda 2030, documento mediante el cual se establecen 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, con metas específicas que buscan erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos sin comprometer los recursos para las futuras generaciones. En específico el PED menciona lo siguiente:

> ***Eje Yucatan Verde y Sustentable***
> ***Política Publica:***
> *Energía asequible y no contaminante*
> ***Objetivo**:*
> *4.5.1. Incrementar la generación de energía no contaminante en Yucatán.*
> ***Estrategia:***
> *4.5.1.2. Impulsar la generación de energía de fuentes renovables y la eficiencia energética compatible con el entorno social y ambiental.*
> ***Línea de acción:***
> *4.5.1.2.2. Promover el desarrollo de inventarios de energías limpias en el estado.*
> *4.5.1.2.3. Favorecer la implementación de energías limpias en el gobierno estatal.*
> *4.5.1.2.4. Promover la generación y gestión de energía distribuida y autónoma a través de fuentes renovables.*
> *4.5.1.2.5. Promover con las autoridades competentes, la inclusión en la evaluación y autorización de proyectos de generación de energías renovables.*

Es por ello que, la implementación del proyecto favorecerá al cumplimiento de las líneas de acción planteadas por el PED, ya que pretende el uso del recurso solar disponible en el sitio para generar energía eléctrica e inyectarla al Sistema Eléctrico Nacional, disminuyendo con ello la huella ecológica que se produciría mediante métodos convencionales de generación.

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto "Energías Renovables Kiin" se ubica geopolíticamente en el municipio de Tekax, en el estado de Yucatán, México. El predio donde se ubica el área del proyecto se encuentra al suroeste del estado de Yucatán, en la parte norte del Municipio de Tekax, aproximadamente a 12 kilómetros de la cabecera municipal, a un costado de la carretera No. 184 Muna–Felipe Carrillo Puerto. En el siguiente mapa se muestra la ubicación del polígono donde se emplazará el proyecto.

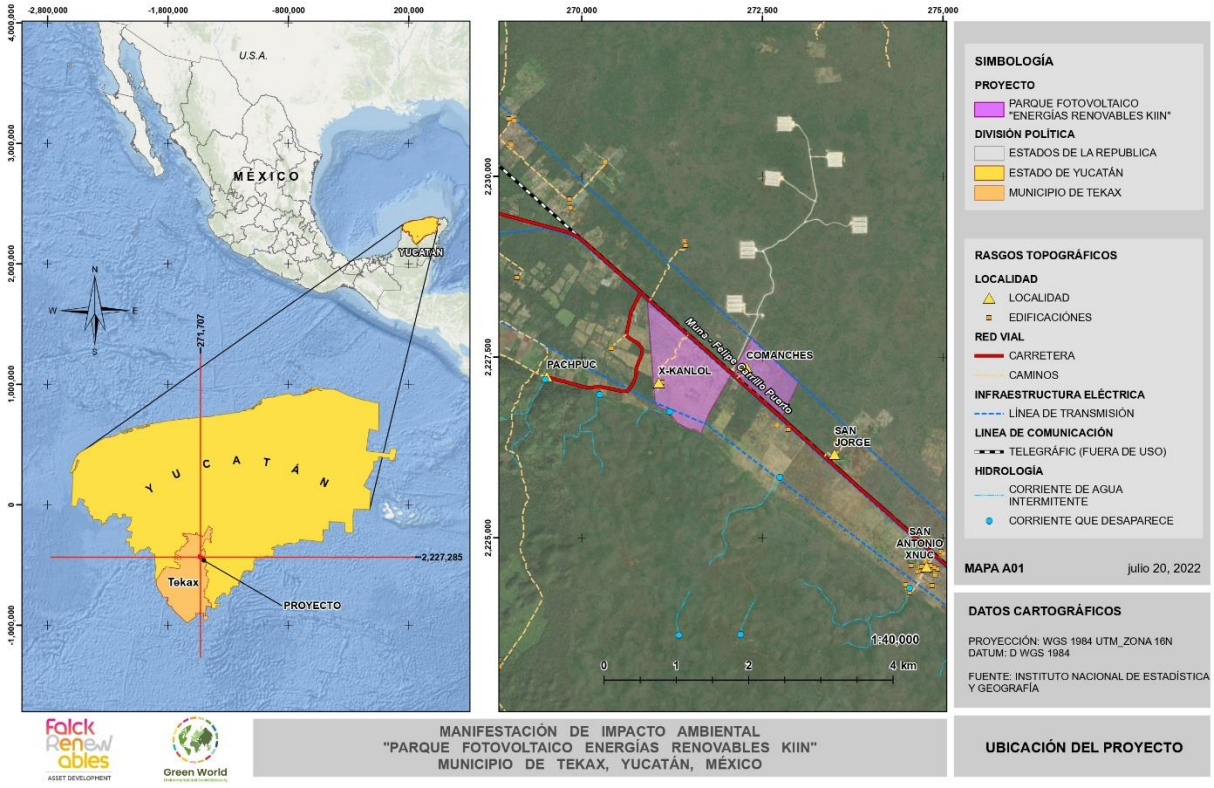


Figura II-1 Ubicación geográfica del proyecto.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de los vértices de los polígonos donde será emplazado el proyecto Energías Renovables Kiin.

Tabla II-1 Coordenadas UTM de los vértices del área del proyecto Energías Renovables Kiin.

POLÍGONO	Vértices	COORDENADAS UTM ZONA 16N	
		X	Y
POLIGONO A	1	272,099.930580	2,227,268.002520
	2	272,143.582291	2,227,330.452530
	3	272,123.925361	2,227,350.109500
	4	272,346.791891	2,227,768.878480
	5	273,000.931799	2,227,146.569760
	6	272,784.801848	2,226,694.576010
	7	272,099.930580	2,227,268.002520
POLIGONO B	1	270,904.797034	2,228,301.045770
	2	272,070.086480	2,227,255.245200
	3	271,751.274026	2,226,707.017440
	4	271,749.788296	2,226,698.987290
	5	271,651.768219	2,226,455.838950
	6	271,650.215401	2,226,440.969900
	7	271,625.893890	2,226,452.911350
	8	271,610.335438	2,226,472.016930
	9	271,586.456590	2,226,487.172470
	10	271,562.451740	2,226,499.953500
	11	271,534.523496	2,226,503.949380
	12	271,513.747740	2,226,499.276150
	13	271,485.575802	2,226,497.697760
	14	271,472.493615	2,226,506.079660
	15	271,455.684288	2,226,514.372540
	16	271,378.553658	2,226,557.972270
	17	271,307.779668	2,226,595.549390

POLÍGONO	Vértices	COORDENADAS UTM ZONA 16N	
		X	Y
	18	271,290.147469	2,226,624.198690
	19	271,260.095381	2,226,671.528000
	20	271,224.356574	2,226,711.345600
	21	271,210.994434	2,226,742.646860
	22	271,166.276245	2,226,772.617490
	23	271,139.585234	2,226,781.909460
	24	271,104.580438	2,226,780.240750
	25	271,088.690196	2,226,791.259180
	26	271,062.253164	2,226,828.245390
	27	271,018.016021	2,226,841.705000
	28	271,014.573490	2,226,866.346860
	29	271,008.220814	2,226,952.001740
	30	270,993.271831	2,227,139.947330
	31	270,988.666138	2,227,195.071020
	32	270,940.075623	2,227,853.582790
	33	270,904.797034	2,228,301.045770

La localización del proyecto se determinó de acuerdo con las siguientes premisas:

- Existencia de zonas que cuentan con una privilegiada exposición a la radiación solar, favorecida por una escasa nubosidad.
- El lugar se encuentra cercano a líneas de transmisión existentes, lo que hace factible desde un punto de vista económico y técnico el desarrollo del proyecto.
- Las condiciones topográficas hacen que el sitio sea adecuado para el emplazamiento de los módulos fotovoltaicos.
- Corresponde además a un área de fácil acceso y lejos de sectores densamente poblados.

El Proyecto se interconectará individualmente en un punto específico de la Red Nacional de Transmisión (la RNT).

El Proyecto inyectará la energía producida en la L.T. TEKAX II-KAMBUL de 115 kV perteneciente al Sistema Eléctrico Nacional mexicano, a través de una Subestación Eléctrica de Maniobras localizada en el interior del Proyecto, ubicada en las siguientes coordenadas:

Tabla II-2 Coordenadas de la Subestación del Maniobras del proyecto.

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	272342.34	2227736.59
2	272444.10	2227642.42
3	272360.96	2227553.43
4	272284.41	2227625.77

Tabla II-3 Coordenadas del DV de la LT

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	272182.603	2227341.48
2	272124.153	2227248.07
3	272123.996	2227247.85
4	272123.132	2227246.67
5	272121.592	2227245.13
6	272119.807	2227243.88
7	272117.832	2227242.95
8	272115.727	2227242.39
9	272113.557	2227242.2
10	272113.158	2227242.21
11	272063.427	2227243.79
12	272051.825	2227244.16

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
13	272049.777	2227244.4
14	272047.795	2227244.97
15	272045.934	2227245.85
16	272044.244	2227247.04
17	272020.24	2227266.94
18	272020.24	2227277.57
19	271993.615	2227277.57
20	271993.334	2227295.03
21	271993.523	2227297.3
22	271994.087	2227299.41
23	271995.008	2227301.38
24	271996.258	2227303.17
25	271997.798	2227304.71
26	271999.583	2227305.96
27	272001.558	2227306.88
28	272003.662	2227307.44
29	272005.833	2227307.63
30	272008.004	2227307.44
31	272010.108	2227306.88
32	272012.083	2227305.96
33	272013.813	2227304.75
34	272028.419	2227292.64
35	272056.905	2227269.01
36	272100.379	2227267.63
37	272106.772	2227267.42
38	272160.337	2227353.02
39	272178.766	2227429.01
40	272179.167	2227430.34
41	272179.983	2227432.13

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
42	272265.399	2227586.1
43	272266.702	2227587.98
44	272267.299	2227588.64
45	272294.039	2227616.24
46	272312.366	2227599.23
47	272286.406	2227572.43
48	272202.663	2227421.48
49	272184.155	2227345.16
50	272183.527	2227343.26
51	272182.603	2227341.48

El Proyecto corresponde a un proyecto de generación de energía eléctrica a través de energías renovables, que generará energía limpia mediante la construcción de una central de 42.35 MWac. La central utilizará la tecnología de módulos fotovoltaicos para la captación de la energía solar

El Proyecto estará constituido por aproximadamente de 91,756 módulos fotovoltaicos con una potencia unitaria de 545Wp o similar, lo que supone una potencia DC de 50 MWdc. Cabe señalar que la potencia unitaria del módulo se establece al momento de la compra de los módulos, por lo tanto, podría existir una variación en la cantidad total final de los módulos fotovoltaicos necesarios para el Proyecto. La generación estimada de la planta para el Año 1 es de 105,062 MWh/año.

El camino de acceso al proyecto corresponde a un camino de tipo rural que entronca con la Carretera 184 Muna-Felipe Carrillo Puerto, ingresando al proyecto por la parte Este y Oeste.

La superficie asociada a la ubicación del proyecto corresponde a **159.0958 ha**, donde se considera las áreas asociadas a la ubicación de los paneles fotovoltaicos, centros de

transformación, subestaciones eléctricas, caminos internos y de acceso; así mismo, dentro de esta misma área se construirá la subestación de maniobras.

En el siguiente mapa se presentan los componentes del proyecto:

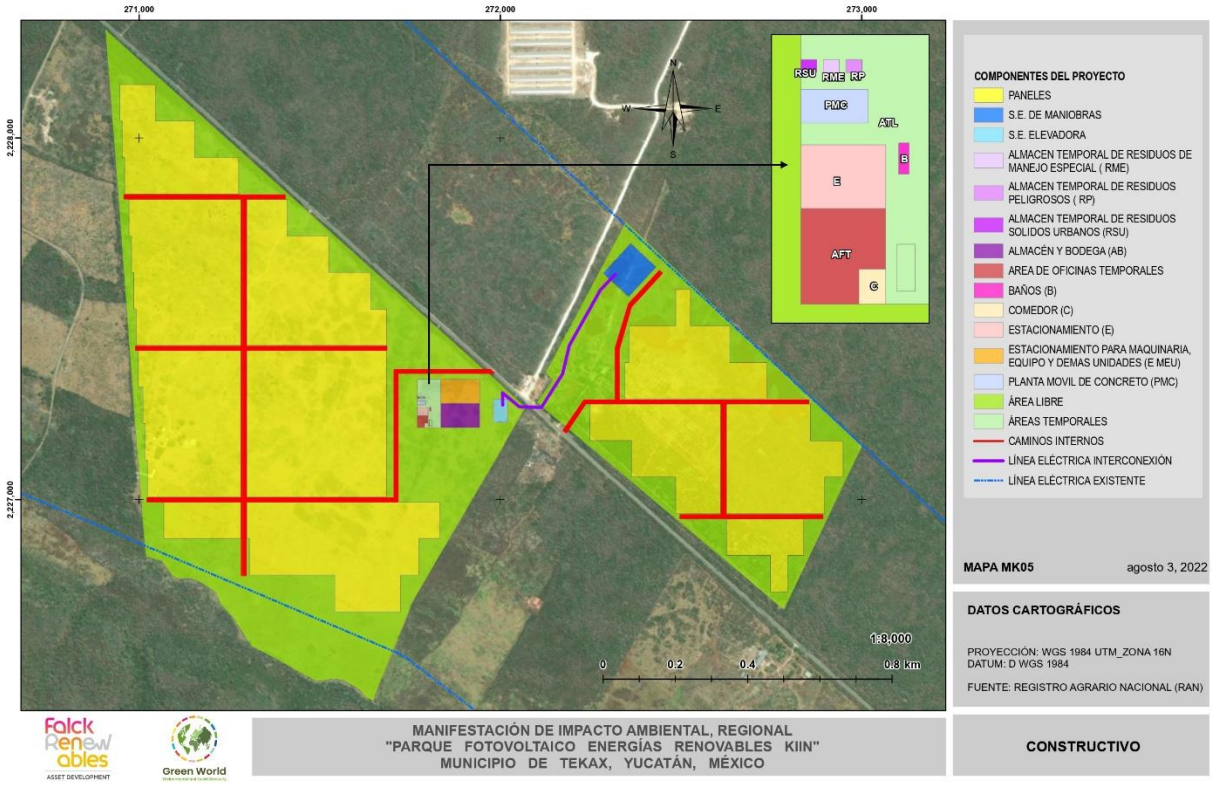


Figura II-2. Componentes del proyecto.

En la siguiente tabla se muestra la superficie de ocupación del proyecto por componente.

Tabla II-4 Superficies de ocupación del proyecto por componente

Componentes	Superficie (ha)
Almacén temporal de residuos de manejo especial	0.0025

Componentes	Superficie (ha)
Almacén temporal de residuos peligrosos	0.0025
Almacén temporal de residuos sólidos urbanos	0.0025
Almacén y bodega	0.7203
Área de oficinas temporales	0.0862
Áreas temporales libre	0.6628
Baños	0.0039
Caminos internos	4.4712
Comedor	0.0112
DV LT	1.3417
Estacionamiento	0.0647
Estacionamiento para maquinaria, equipo y demás unidades	0.7203
Paneles	95.1153
Planta móvil de concreto	0.0273
S.E. de maniobras	1.0799
S.E. elevadora	0.2647
Área libre	54.5187
TOTAL	**159.0958**

En lo que respecta al uso de suelo y vegetación del área del proyecto, se tiene que de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI del INEGI, dentro del área del proyecto se distribuyen dos usos de suelo correspondientes a Agricultura de Riego Anual y Agricultura de temporal anual, así como un tipo de vegetación denominado Vegetación secundaria arbórea de Selva mediana subcaducifolia.

En el siguiente mapa se muestra el área del proyecto respecto al uso de suelo y vegetación reportado por INEGI.

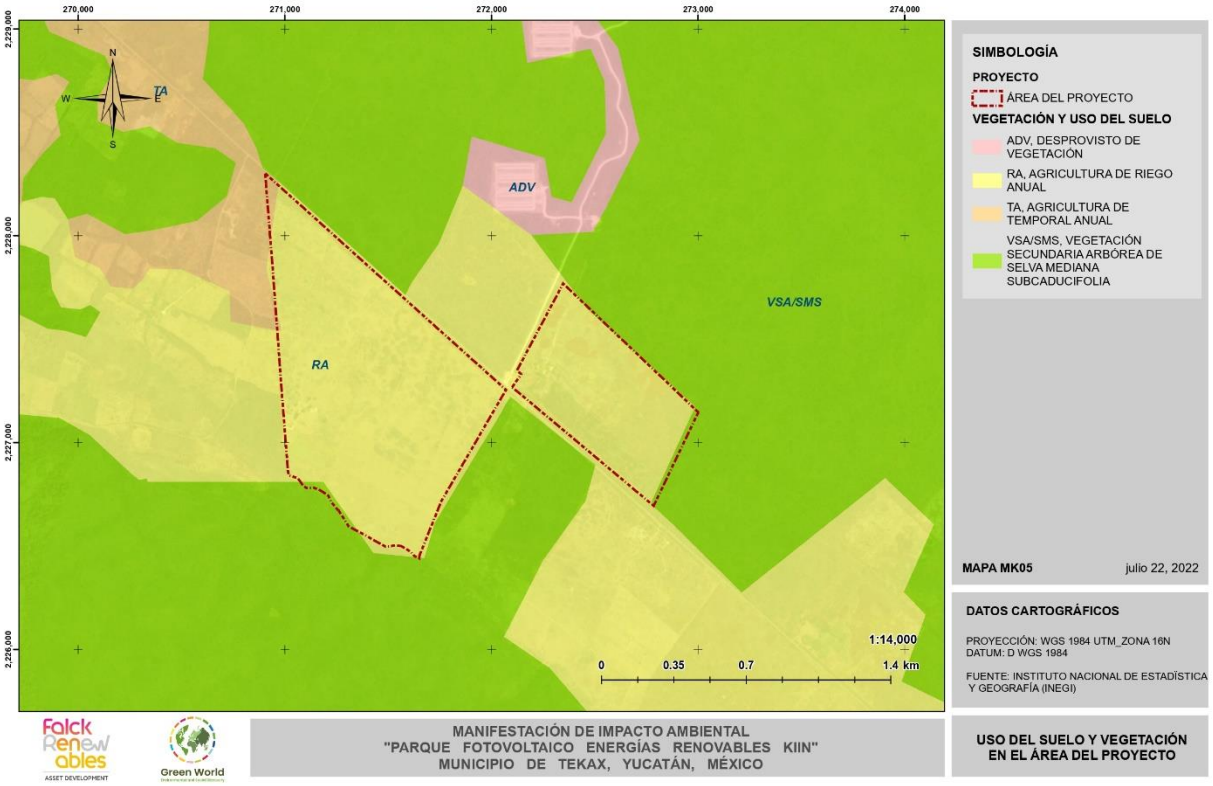


Figura II-3 Uso de suelo y vegetación dentro del área del proyecto.

En la siguiente tabla se muestra la superficie de ocupación por componente y de acuerdo con el uso de suelo y vegetación según INEGI.

Tabla II-5 Superficie de ocupación por componente de acuerdo con el uso de suelo y vegetación.

Componentes	Superficie (ha)	Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (ha)
Almacén temporal de residuos de manejo especial	0.0025	Agricultura de riego anual	0.0025
Almacén temporal de residuos peligrosos	0.0025	Agricultura de riego anual	0.0025
Almacén temporal de residuos sólidos urbanos	0.0025	Agricultura de riego anual	0.0025
Almacén y bodega	0.7203	Agricultura de riego anual	0.7203
Área de oficinas temporales	0.0862	Agricultura de riego anual	0.0862

Componentes	Superficie (ha)	Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (ha)
Áreas temporales libre	0.6628	Agricultura de riego anual	0.6628
Baños	0.0039	Agricultura de riego anual	0.0039
Caminos internos	4.4712	Agricultura de riego anual	4.4658
		Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	0.0054
Comedor	0.0112	Agricultura de riego anual	0.0112
DV LT	1.3417	Agricultura de riego anual	1.3417
Estacionamiento	0.0647	Agricultura de riego anual	0.0647
Estacionamiento para maquinaria, equipo y demás unidades	0.7203	Agricultura de riego anual	0.7203
Paneles	95.1153	Agricultura de riego anual	95.0556
		Agricultura de temporal anual	0.0182
		Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	0.0415
Planta móvil de concreto	0.0273	Agricultura de riego anual	0.0273
S.E. de maniobras	1.0799	Agricultura de riego anual	1.0799
S.E. elevadora	0.2647	Agricultura de riego anual	0.2647
Área libre	54.5187	Agricultura de riego anual	51.4005
		Agricultura de temporal anual	1.0161
		Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	2.1022
TOTAL	**159.0985**	**TOTAL**	**159.0985**

Como parte de los trabajos de caracterización biótica y abiótica del área del proyecto Energías Renovables Kiin, fue posible identificar que si bien dentro del área del proyecto se distribuyen áreas dedicadas a la producción agrícola como huertos frutales y sembradíos de maíz, también se presentan algunas áreas en proceso de regeneración que ostentan **vegetación de tipo Selva Mediada Subcaducifolia, en aproximadamente 24.5603 ha del terreno**.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se realizó una categorización del uso de suelo y vegetación según los resultados obtenidos con los nuestros realizados, mediante los cuales se logró diferenciar elementos que caracterizan vegetación de Selva mediana Subcaducifolia y Vegetación Inducida, en la siguiente tabla se presenta la superficie que ocupa cada componente de acuerdo con esta diferenciación.

Tabla II-6 Superficie de ocupación de los componentes por uso de suelo y vegetación observado.

Componentes	Superficie (ha)	Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (ha)
Almacén temporal de residuos de manejo especial	0.0025	Vegetación inducida	0.0025
Almacén temporal de residuos peligrosos	0.0025	Vegetación inducida	0.0025
Almacén temporal de residuos sólidos urbanos	0.0025	Vegetación inducida	0.0025
Almacén y bodega	0.7203	Vegetación inducida	0.7203
Área de oficinas temporales	0.0862	Vegetación inducida	0.0862
Áreas temporales libre	0.6628	Vegetación inducida	0.6628
Baños	0.0039	Vegetación inducida	0.0039
Caminos internos	4.4712	Selva Mediana Subcaducifolia	0.8290
		Vegetación inducida	3.6422
Comedor	0.0112	Vegetación inducida	0.0112
DV LT	1.3417	Selva Mediana Subcaducifolia	0.2793
		Vegetación inducida	1.0624
Estacionamiento	0.0647	Vegetación inducida	0.0647
Estacionamiento para maquinaria, equipo y demás unidades	0.7203	Vegetación inducida	0.7203
Paneles	95.1153	Selva Mediana Subcaducifolia	15.0206
		Vegetación inducida	80.0948
Planta móvil de concreto	0.0273	Vegetación inducida	0.0273
S.E. de maniobras	1.0799	Selva Mediana Subcaducifolia	0.7994

Componentes	Superficie (ha)	Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (ha)
		Vegetación inducida	0.2804
S.E. elevadora	0.2647	Vegetación inducida	0.2647
Área libre	54.5187	Selva Mediana Subcaducifolia	7.6321
		Vegetación inducida	46.8867
TOTAL	**159.0958**	**TOTAL**	**159.0958**

En el siguiente mapa se presenta la distribución espacial del uso de suelo y vegetación observado el sitio durante la visita de campo.

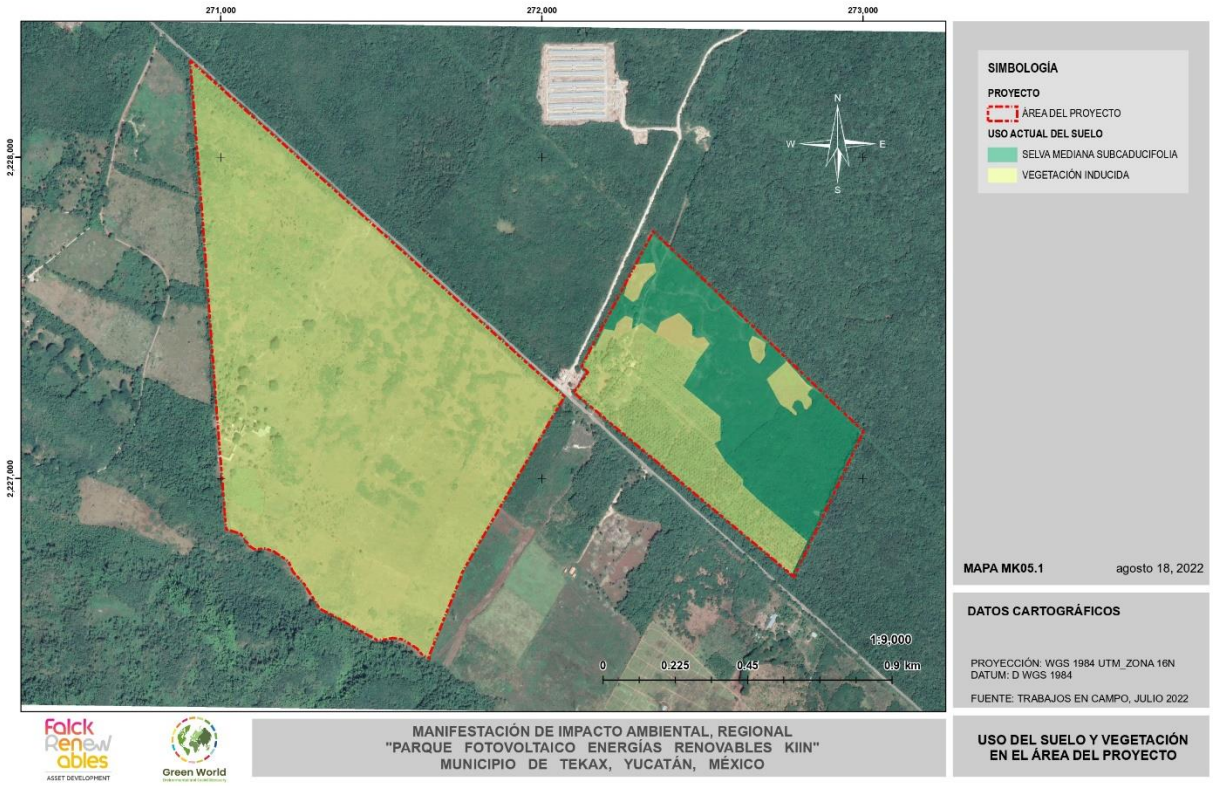


Figura II-4 Uso de suelo y vegetación actual del área del proyecto.

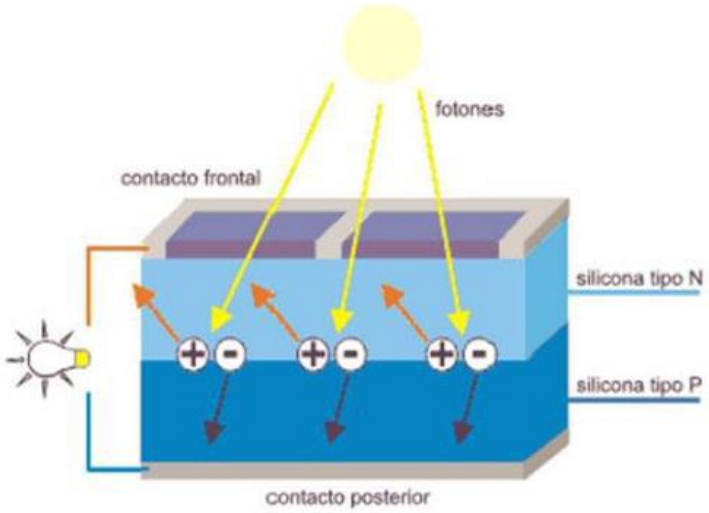
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1 Descripción general del proceso

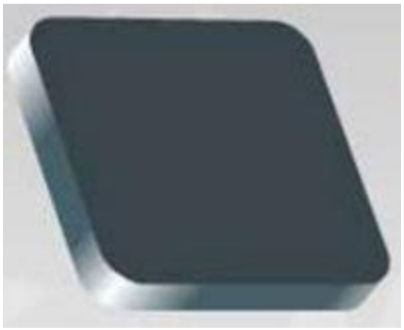
El Proyecto "Energías Renovables Kiin" corresponde a un proyecto de generación de energía eléctrica a través de energías renovables, que generará energía limpia mediante la construcción de una central de 42.35 MWac. La central utilizará la tecnología de módulos fotovoltaicos para la captación de la energía solar.

Un parque solar fotovoltaico genera energía mediante un tipo de tecnología que convierte la radiación solar en energía eléctrica a través de los módulos fotovoltaicos.

Los módulos fotovoltaicos, o paneles, están compuestos de una serie de celdas fotovoltaicas, que es el elemento base del proceso de transformación de la radiación solar en energía eléctrica. La radiación solar contiene unas partículas denominadas fotones, que son las responsables de transportar la energía generada. Cuando un fotón con suficiente energía golpea la celda, es absorbido por los materiales semiconductores y libera un electrón. El electrón, una vez libre, deja detrás de sí una carga positiva llamada hueco. Por lo tanto, cuanto mayor sea la cantidad de fotones que golpean la celda, tanto más numerosas serán las parejas electrón-hueco producidas por efecto fotovoltaico y por lo tanto más elevada la cantidad de corriente producida.



La celda fotovoltaica es un dispositivo formado por una delgada lámina de un material semiconductor, compuesta por silicio cristalino.



Finalmente, una planta de estas características requiere contar con un sistema de transformación, así como otros componentes requeridos para elevar la energía generada a la tensión necesaria para su posterior evacuación a la red eléctrica del sistema eléctrico nacional.

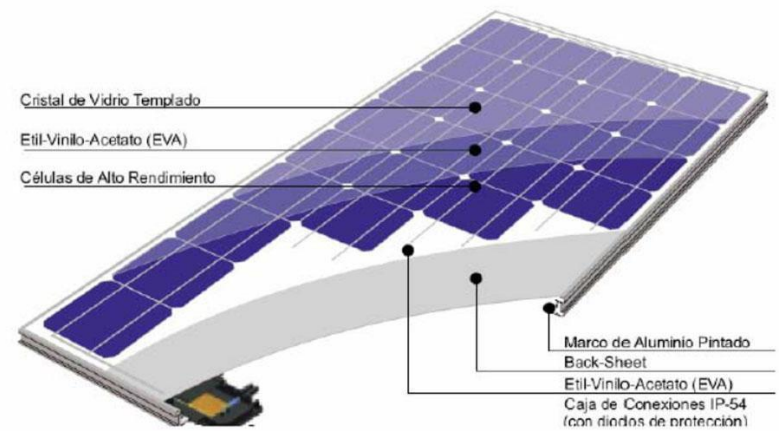
II.2.2 Descripción de los componentes del proyecto

Teniendo en cuenta el proceso general que se requiere para la captación, transformación y evacuación de la energía eléctrica generada por una planta fotovoltaica, se describen a continuación los principales componentes del proyecto Energías Renovables Kiin.

II.2.2.1 Obras permanentes

II.2.2.1.1 Módulos fotovoltaicos

El módulo fotovoltaico lo componen celdas fotovoltaicas dispuestas una al lado de la otra, conectadas en serie/paralelo, mediante circuitos eléctricos conectados a los polos positivos y negativos de las celdas.



El Proyecto estará constituido por aproximadamente de 91,756 módulos fotovoltaicos con una potencia unitaria de 545Wp o similar. Cabe señalar que la potencia unitaria del módulo se establece al momento de la compra de los módulos, por lo tanto, podría existir una variación en la cantidad total final de los módulos fotovoltaicos necesarios para el Proyecto.

Los módulos fotovoltaicos se caracterizan principalmente por sus curvas de rendimiento, las cuales identifican el punto de máxima potencia, según condiciones estándares de funcionamiento: 1000 W/m² y 25°C. Los módulos a utilizar en el Proyecto estarán preparados para soportar las temperaturas extremas de la zona de emplazamiento.

En la tabla siguiente se detallan otras características de los módulos fotovoltaicos:

Tabla II-7 Características de los módulos fotovoltaicos

Módulos fotovoltaicos	
Composición	72 (6x12) células policristalinas
Potencia máxima	545 Wp
Máximo voltaje de sistema	1500 Vcc
Corriente de cortocircuito	13.92 A

Módulos fotovoltaicos	
Tensión en circuito abierto	49.65 V
Tensión en punto Pmax	41.8 V
Corriente en punto Pmax	13.04 A

II.2.2.1.2 Sistema de seguimiento

El sistema de seguimiento estará compuesto por una serie de equipos que permiten capturar de mejor forma la radiación solar, incrementando así la producción de energía de los módulos fotovoltaicos. El Proyecto contará con aproximadamente 1,093 seguidores y el seguimiento será controlado por un motor capaz de mover el eje que permite girar cada seguidor.

II.2.2.1.3 Inversores Solares

Los inversores son equipos diseñados para transformar la energía producida por el panel fotovoltaico desde corriente continua a corriente alterna para conducirla hacia los transformadores. Cada inversor cuenta con un banco de condensadores que corrige el factor de potencia mediante un sistema de monitoreo a distancia, lo que permite analizar las diferentes variables desde un controlador único. Los inversores son de tipo y características específicas para un determinado sistema de conexión a red.

Los inversores tendrán un rendimiento mayor al 98%, lo que garantiza la máxima eficiencia de conversión de energía solar fotovoltaica. Esta tecnología de rendimiento optimizado, unida a la resistencia de los componentes y a un sistema de cableado inteligente, proporciona alta durabilidad y fiabilidad en el funcionamiento.

En total se instalarán aproximadamente 242 inversores centrales de 175 kW nominales, agrupados en 35 unidades por cada Centro de Transformación/Reparto (6.125 MVA), junto a transformadores de potencia (en aceite o secos), celdas de media tensión (MT) y contadores.

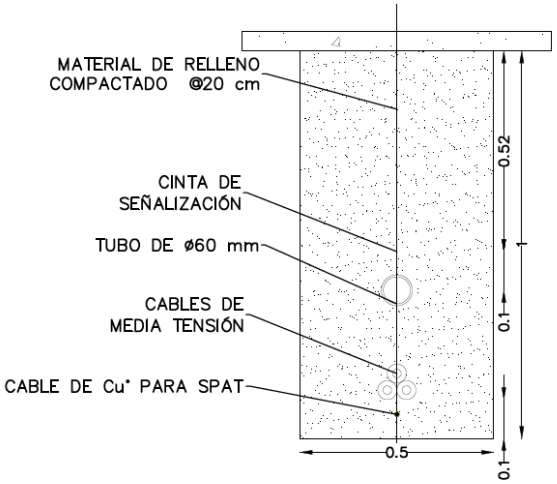
II.2.2.1.4 Centro de Transformación/Reparto

Un Centro de Reparto se define como un centro en el que varias líneas de MT provenientes de los inversores, se derivan en una sola línea equivalente con la misma tensión. Dicho centro contiene los elementos de protección y conmutación de la línea derivada, existiendo transformadores de potencia en su interior. El Proyecto de planta fotovoltaica incluirá aproximadamente 7 centros de reparto para la distribución de los circuitos de media tensión. Los Centros consistirán en una solución monobloque de acero, con suelo técnico, sistema de ventilación, elementos de seguridad, sistema de iluminación e instalación de baja tensión. Cada edificio albergará inversores, cuadros de media tensión y equipos de monitorización; el transformador de potencia será de intemperie instalado junto al centro de reparto sobre una losa de hormigón, al igual que las celdas de media tensión.

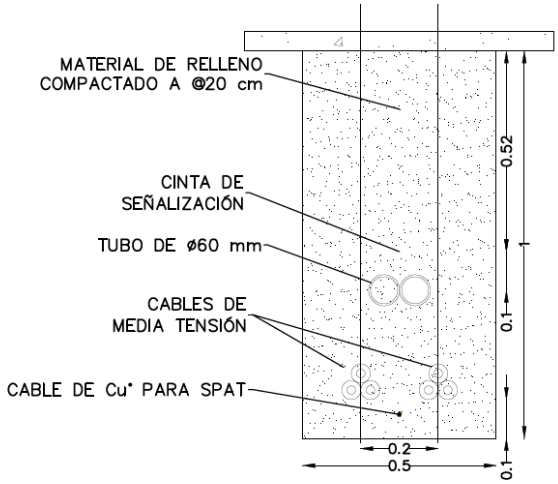
II.2.2.1.5 Sistema de cableado y Zanjas

Los paneles se conectarán entre sí para formar las filas correspondientes para su conexión con el inversor. Cuando los cables no puedan llevarse por la propia estructura, es decir, desde el final de la fila hasta las estaciones de media tensión (inversor y transformador) y luego hasta la subestación del parque solar fotovoltaico, se llevarán a través zanjas de baja tensión. Las zanjas de baja tensión (BT) serán de aproximadamente 0,8 m de profundidad por 0,8 m de ancho. La tensión de los cables será entre 900 a 1500 V.

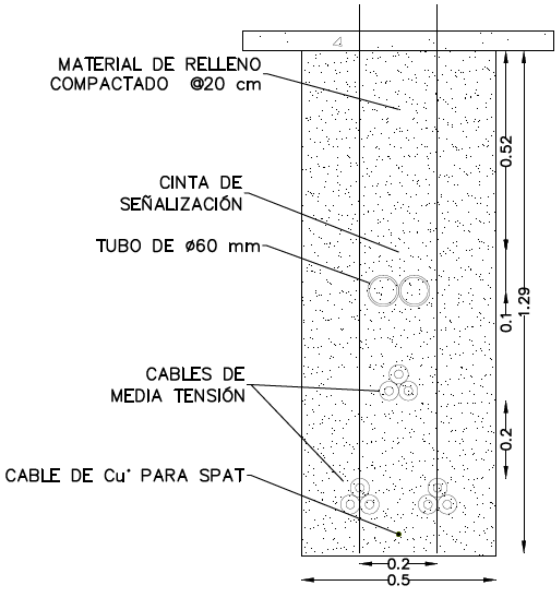
Las zanjas de media tensión (MT) serán de aproximadamente de 1.0 a 1,3 m de profundidad y de 0.5 m a 0.8 m de ancho. La tensión de los cables será de 34,5 kV.



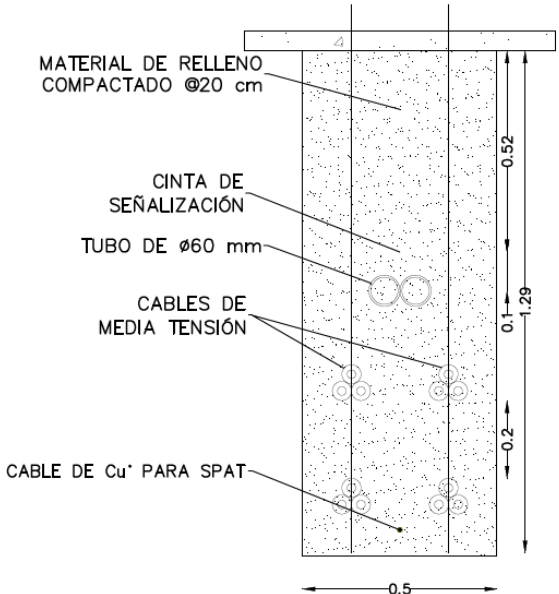
CONFIGURACIÓN EN TREBOL
DIRECTAMENTE ENTERRADOS
1 CIRCIITO



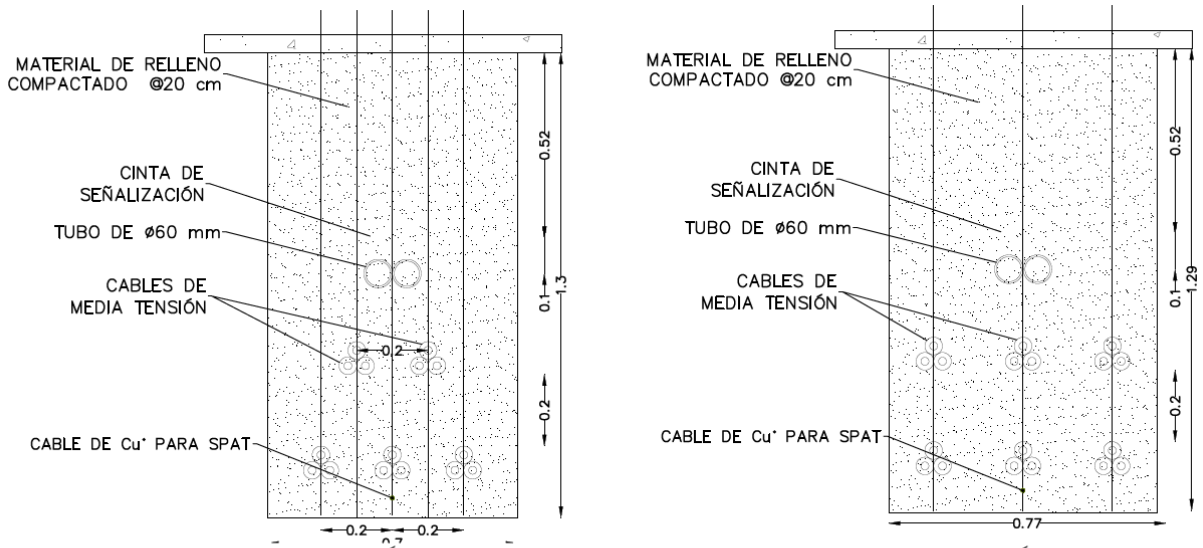
CONFIGURACIÓN EN TREBOL
DIRECTAMENTE ENTERRADOS
2 CIRCIITOS



CONFIGURACIÓN EN TREBOL
DIRECTAMENTE ENTERRADOS
3 CIRCIITOS



CONFIGURACIÓN EN TREBOL
DIRECTAMENTE ENTERRADOS
4 CIRCIITOS



CONFIGURACIÓN EN TREBOL DIRECTAMENTE ENTERRADOS 5 CIRCIITOS

CONFIGURACIÓN EN TREBOL DIRECTAMENTE ENTERRADOS 6 CIRCIITOS

Las dimensiones de las zanjas, en todos los casos, serán suficientes para albergar el número máximo de conductores previstos.

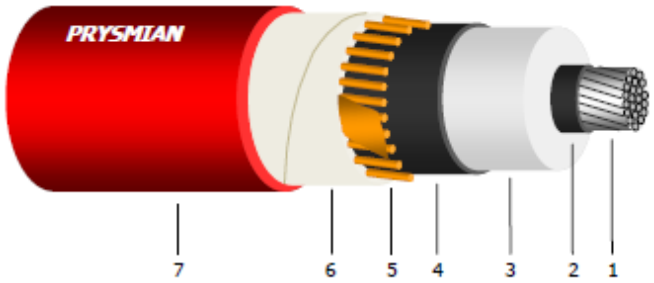
El área de intervención para realizar las zanjas será de aproximadamente dos metros y medio cada lado del eje de las zanjas.

El tipo de cable contemplado para el sistema de cableado de media tensión (MT) será el siguiente, sin embargo, la marca y especificaciones finales del cable podrán surgir algún cambio al momento de la realización de la ingeniería a detalle del proyecto.

Prysmian Group

RHZ1-OL 6/10 kV - 12/20 kV - 18/30kV
1x_/16 AL-VOLTALENE bk

PF 400-01



CONSTRUCCIÓN DEL CABLE / CABLE CONSTRUCTION

1. **Conductor:** cuerda de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2 según IEC 60228.
1. ***Conductor:*** *compacted stranded aluminum class 2 according to IEC 60228.*

2. **Semiconductora interna**: capa extrudida de mezcla semiconductora.
2. ***Conductor screen:*** *extruded semiconducting compound layer.*

3. **Aislamiento**: polietileno reticulado, XLPE.
3. ***Insulation:*** *crosslinked polyethylene, XLPE.*

4. **Semiconductora externa**: capa extrudida de mezcla semiconductora separable en frío.
4. ***Insulation screen:*** *extruded semiconducting compound easy stripping layer.*

5. **Pantalla metálica**: alambre de cobre en hélice con cinta equipotencial de cobre. Sección nominal = 16 mm^2
5. ***Metallic screen:*** *copper wires helically applied with equalizing copper tape. Nominal section = 16 mm^2*

6. **Obturación longitudinal al agua:** cinta hinchante.
6. ***Longitudinal waterblocking:*** *swellable tape.*

7. **Cubierta externa:** polietileno ST_7. Color rojo.
7. ***Outer sheath:*** *polyethylene ST_7. Red colour.*

Inscripción a tinta: PRYSMIAN VOLTALENE RHZ1-OL [U_0/U] kV 1x[sección] AL + H16 [año] [lote] [metraje correlativo]
Inkjet marking: *PRYSMIAN VOLTALENE RHZ1-OL [U_0/U] kV 1x[section]AL + H16 [batch] [meter marking]*

II.2.2.1.6 Subestación Elevadora

El parque fotovoltaico contará con una subestación transformadora 34.5/115 kV, habilitada con un transformador de potencia de potencia de 40 MVA (Por definir). La subestación se construirá en el sector oeste del parque fotovoltaico y a la misma llegarán los circuitos de 34,5 kV que recogen la energía generada en las distintas zonas de la Planta Fotovoltaica.

Se presentan las características generales de la configuración de la subestación, debido a que actualmente el Proyecto está en el desarrollo de ingeniería detallada y en proceso de estudios de interconexión.

La configuración de la subestación será de barra simple con barra de transferencia y posee las siguientes características:

a) Sistema de 115 kV

Estará compuesto por:

- Dos bahías para la interconexión de circuito de 115 kV.
- Una bahía de transformación 115 kV y un transformador de potencia.
- Paño de barra de transferencia.

Los elementos mencionados serán instalados a la intemperie; el montaje de todos los elementos y equipos se realizará sobre estructuras metálicas de dimensiones adecuadas.

b) Sistema de 34,5 kV

Estará compuesto por:

- Celdas de protección de línea por disyuntor y medida de tensión en barras.
- Celdas para acoplamiento de barras.
- Celdas de protección de circuitos colectores a 34,5 kV por disyuntor.
- Celdas de protección de transformador de servicios auxiliares por rupto-fusible.

Un sistema de control de la subestación para la recogida de datos y envío de órdenes, señales y alarmas a distancia, que se instalará en el edificio de control de la subestación. Red de tierras y elementos de seguridad.

En la subestación se construirá también un edificio que dispondrá de una sala independiente para las celdas de 34,5 kV, otra para mando, medida, protecciones, control y comunicaciones

y otra sala para el sistema de 115 kV. El edificio se completará con las dependencias adicionales como sala de control, sala de baterías, sala de grupo electrógeno, sala de informática, sala de telecomunicaciones, vestidores, aseos y despachos de explotación.

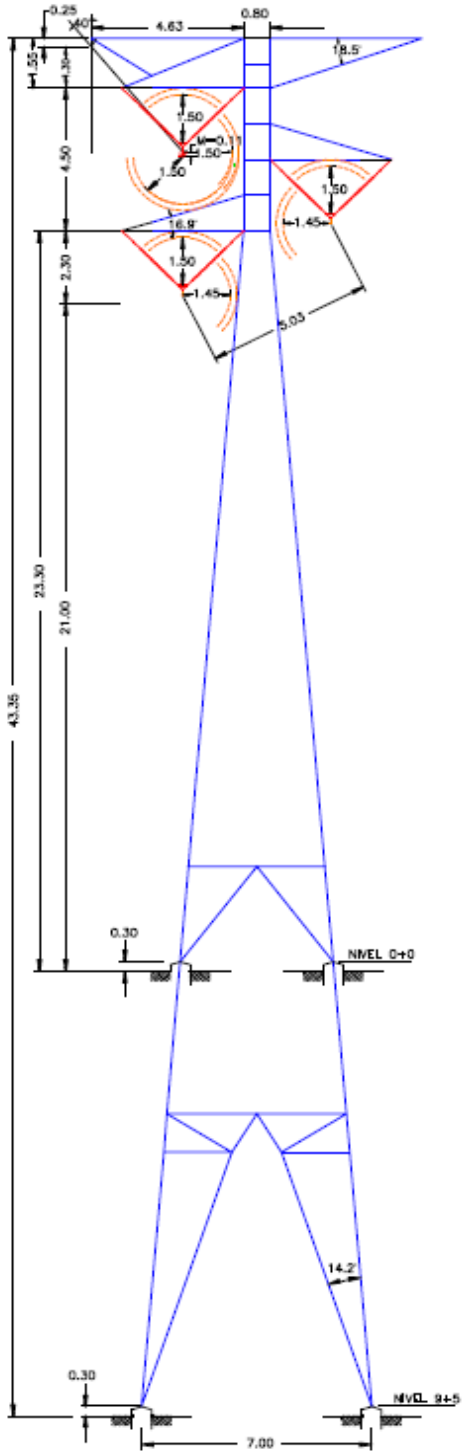
II.2.2.1.7 Subestación de Maniobras

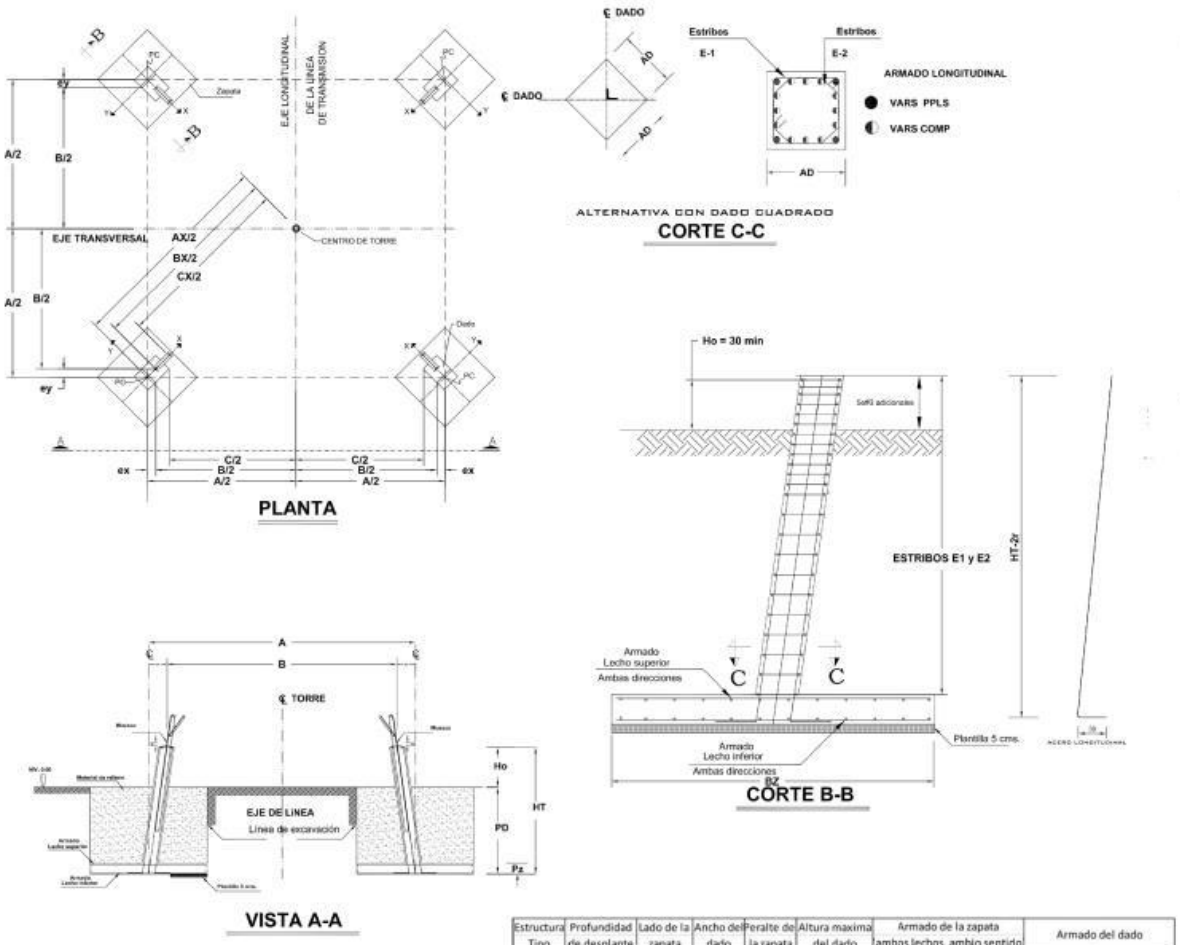
La Subestación Eléctrica (SE) de Maniobras en 115 kV será con arreglo de doble interruptor con:

- Línea de transmisión 115 kV de longitud menor a 0.5 km o menos, para conexión de Subestación Elevadora y Subestación de Maniobras.
- Entronque en 115 kV con la L.T. TEKAX II-KAMBUL de 115 kV.
- 4 bahías, 2 para el entronque, una para la línea de interconexión de SE Elevadora, y una más de amarre de barras.

II.2.2.1.8 Línea de Conexión entre Subestación Eléctrica elevadora y Subestación de Maniobras

El Proyecto considera la construcción de una línea de conexión de 115 kV y se iniciará en el marco de línea de la subestación eléctrica elevadora del Proyecto y finalizará en el marco de línea de la subestación eléctrica de maniobras de 115 kV, esta línea de conexión tendrá una longitud de 582 metros. La línea de conexión contará con aproximadamente 7 torres tipo E71A11 las cuales cumplirán con la normativa correspondiente de CFE.


0.25
4.63
0.80
18.5
1.55
1.30
4.50
1.50
0.11
1.50
1.50
1.50
16.9
1.50
1.45
2.30
1.45
5.03
23.30
21.00
43.35
0.30
NIVEL 0+0
14.2
0.30
NIVEL 9+5
7.00



Estructura Tipo	Profundidad de desplante (m)	Lado de la zapata (m)	Ancho del dado (m)	Peralte de la zapata (m)	Altura maxima del dado (m)	Armado de la zapata ambos lechos, ambio sentido		Armado del dado	
						superior	Inferior	Longitudinal	Transversal
2222	PD	BZ	AD	PZ	3.55	Vars#6@19	Vars#6@19	24#8	2E#4@15
	4.00	5.00	0.90	0.75					

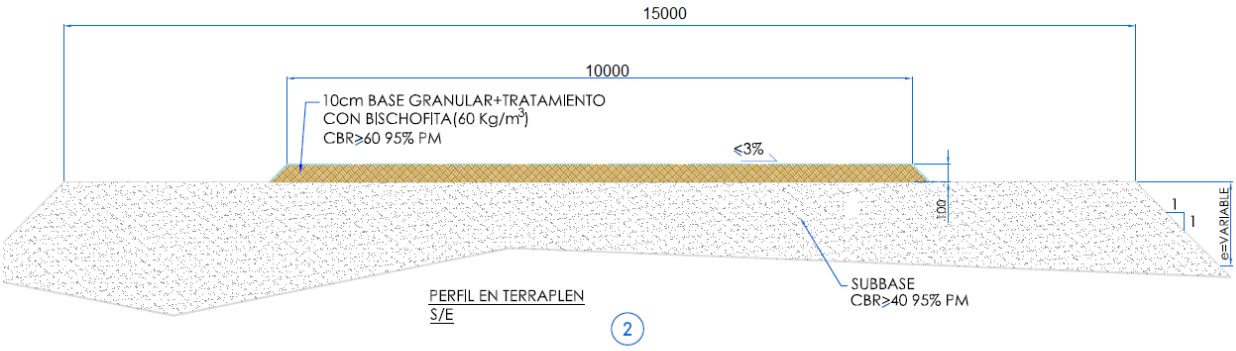
II.2.2.1.9 Caminos del Proyecto

Al interior del parque se habilitarán caminos internos, con la finalidad de facilitar el acceso a los módulos fotovoltaicos.

Todo el parque contará con un cierre perimetral tipo malla que tendrá una altura máxima de 2.5 metros.

Las obras viales relacionadas con el Proyecto presentan diferentes tipologías a partir de las funciones y características asignadas a cada una de ellas. Se identifican los siguientes tipos:

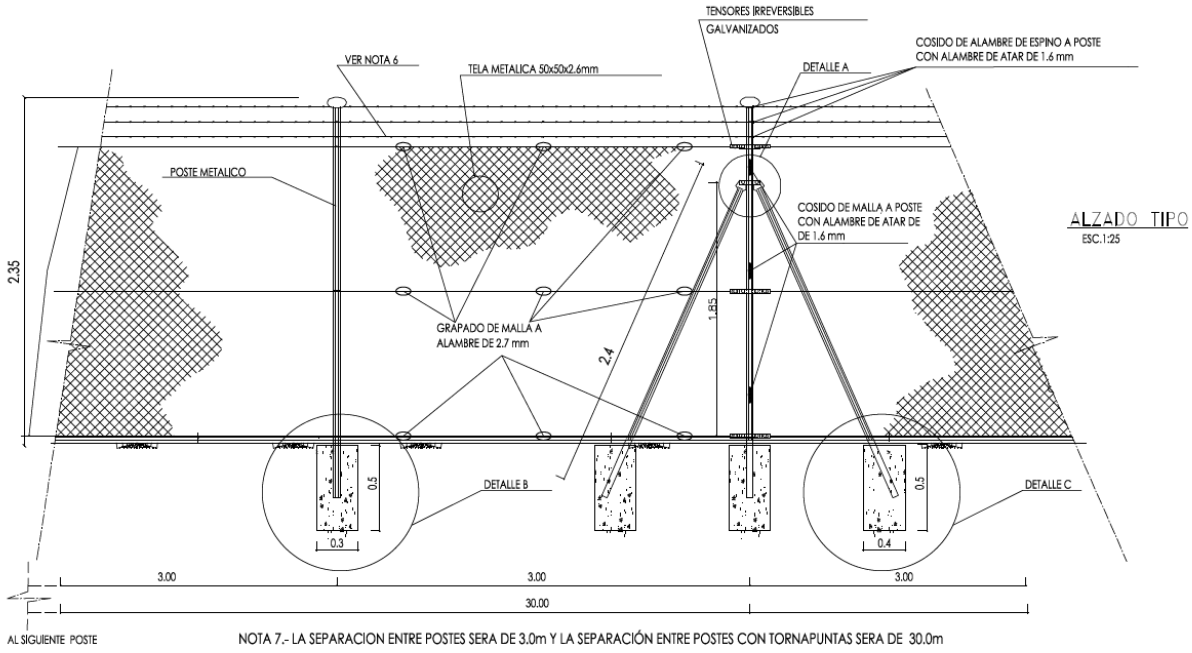
- Caminos de acceso: 10 m de ancho, Longitud total de 835.9 m.
- Caminos Internos: 10 m de ancho, Longitud total de 4.48 km.



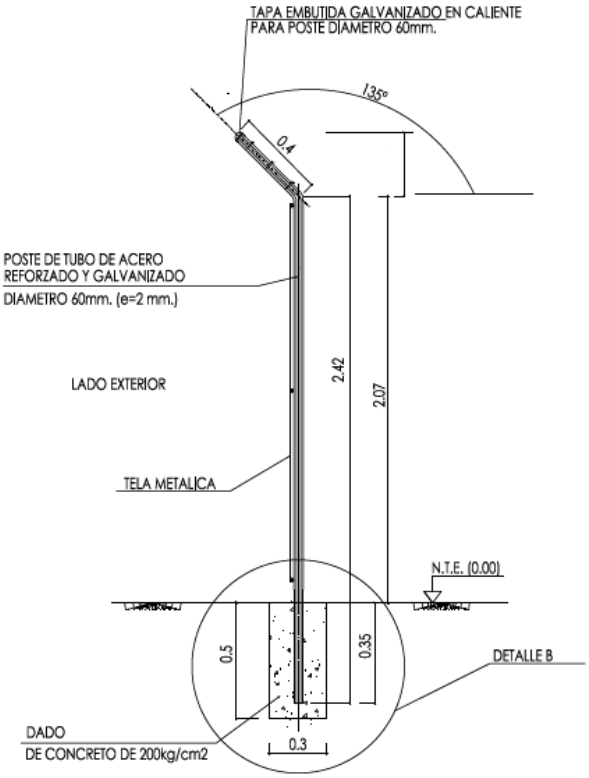
Los caminos de acceso e internos serán de uso exclusivo de personal del proyecto, por lo que no se permitirá acceso a personal ajeno al Proyecto.

II.2.2.1.10 Cierre Perimetral

El Proyecto y las instalaciones perimetrales de apoyo se asegurarán mediante una cerca perimetral de seguridad de malla metálica. En la entrada habrá un portón para controlar el acceso, también y solo durante la fase de construcción, habrá otros puntos de entrada al terreno en ciertas ubicaciones a lo largo del camino perimetral, a fin de permitir el acceso del personal de mantenimiento y seguridad a todas las áreas del sitio del proyecto.
La cerca perimetral se construirá con malla metálica, con pilares de hormigón o acero. Esta valla perimetral tendrá una altura de no más de 2.5 m.



NOTA 7.- LA SEPARACION ENTRE POSTES SERA DE 3.0m Y LA SEPARACIÓN ENTRE POSTES CON TORNAPUNTAS SERA DE 30.0m



PERFIL TIPO PARA TALUD
ESC.1:25

En aquellos sectores donde estarán las dependencias del proyecto, al cerco en su parte inferior se le podría colocar una malla con trama más fina.

El largo total del vallado perimetral será de 7.53 km.

II.2.2.1.11 Sistemas de Comunicación y Control (CCTV)

El sistema de seguridad y vigilancia en el parque fotovoltaico estará compuesto por:

Cámaras de seguridad con visión nocturna cubriendo el parque y sus accesos; Sistemas de alarma; Sistema de grabación y almacenamiento; Barreras de infrarrojos; Cierre perimetral; Sistema de respaldo con transmisión GSM para enviar alarmas en caso de fallo del sistema; y Sistema de respaldo eléctrico para alimentar el sistema de seguridad en caso de caída de la red eléctrica.

II.2.2.1.12 Estaciones de Control

En el Proyecto se instalarán estaciones de control que permitan detectar la condición en la que se encuentra la planta fotovoltaica, registrando el comportamiento de variables tales como: Irradiancia en el plano horizontal (2 medidas por estación); Irradiancia en el plano de los módulos fotovoltaicos (siguiendo el movimiento de los seguidores, 2 medidas por estación); Albedo; Presión atmosférica; Humedad relativa; Velocidad y dirección del viento; Nivel e intensidad de precipitaciones; Temperatura ambiental; y Temperatura de los módulos fotovoltaicos. La ubicación de estas estaciones de control será al interior de la planta fotovoltaica y estarán integradas en el sistema de monitorización.

II.2.2.1.13 Sistemas de iluminación

Se instalará un sistema de alumbrado de patio para iluminar las instalaciones del proyecto, tanto para efectos de operación como de mantenimiento. Además, se incluirá el alumbrado de las casetas de control y la sala de servicios generales de la subestación.

II.2.2.1.14 Sistema de drenaje

Se construirá una red de drenajes a fin de evitar inundaciones en caso de lluvias o deterioro de las infraestructuras que son alcance del Proyecto.
La nueva red de drenaje estará compuesta por un sistema de cunetas en tierra, para la protección de los caminos interiores de la planta.

El sistema de drenaje consiste en varias cunetas no revestidas dispuestas a lo largo de los caminos internos, las cuales recogen el agua y lo descargan en varios puntos evitando la inundación de la planta y la sobrecarga en las cunetas.

II.2.2.2 Obras temporales

II.2.2.2.1 Instalación de faenas (Campamento y Almacén)

Para la adecuada construcción del Proyecto, se habilitará una instalación de Almacén para maquinaria y equipos; así mismo, instalación de faenas de carácter temporal, la cual comprende área de oficinas temporales, baños y duchas temporales, así como zonas de descanso y aparcamiento. Estas instalaciones se ubicarán al oeste de la planta solar y permanecerán habilitadas durante todo el periodo de construcción del Parque, estimado en 24 meses.

II.2.3 Inversión requerida para el desarrollo del proyecto

La construcción de un Parque Fotovoltaico requiere de una inversión inicial, que es necesaria para realizar los estudios de prefactibilidad, factibilidad y la construcción. Es importante destacar que un porcentaje importante del total de la inversión es por concepto de equipos y paneles solares, otro agregado importante son las obras civiles, terreno, estudios y compensaciones ambientales, planes y programas, así como el costo de la conexión al sistema eléctrico, entre otros.

En suma, se estima que la inversión requerida para el emplazamiento y operación del proyecto Energías Renovables Kiin es de USD $35,000,000.00 más los impuestos agregados.

II.2.4 Programa de trabajo

El programa de trabajo para el desarrollo del proyecto Energías Renovables Kiin, ha sido diseñado mediante la delimitación de etapas de proyecto de acuerdo con el conjunto de actividades a desarrollar dentro de cada una, las etapas consideradas se definen como Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono del sitio.

En este sentido, el Programa de trabajo que a continuación se presenta se divide por etapas, actividades generales y específicas, así mismo, se define en meses la ejecución de las actividades, cabe mencionar que el cronograma que se presenta se comenzará a ejecutar una vez que se hayan obtenido todas las autorizaciones necesarias para el desarrollo de los trabajos.

En lo que respecta a los plazos de ejecución de las etapas, se considera un total de 24 meses para las etapas de preparación del sitio y construcción y de 30 años para la etapa de operación y mantenimiento (vida útil del proyecto), así mismo, dentro del plan de trabajo se menciona la etapa de abandono del sitio de manera enunciativa ya que se prevé que con el mantenimiento adecuado de los equipos e instalaciones, la vida útil del proyecto pueda ampliarse previa autorización.

Tabla II-8 Plan de trabajo para el desarrollo del proyecto Energías Renovables Kiin.

Etapa	Actividades		Meses																							Años					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	del año 1 al 29					30
Preparación del sitio	Tramitación de permisos y autorizaciones		X																												
	Campamento provisional			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
	Desmonte			X	X	X	X	X																							
	Despalme			X	X	X	X	X																							
Construcción	SET y LAT	Obra Civil SET y LAT							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
		Montaje electromecánico SET y LAT													X	X	X	X	X												
		Commissioning SET y LAT															X	X	X												
		Energización SET y LAT																		X											

Etapa	Actividades		Meses																						Años					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	del año 1 al 29					30
	Trazo y nivelación de brechas de	Movimiento de tierras y caminos					X	X	X	X	X																				
		Vallado						X	X	X	X																				
		Cimentaciones CTS								X	X	X																			
	Montaje Mecánico Planta Fotovoltaica	Hincado										X	X	X	X																
		Instalación de estructura de tracker											X	X	X	X	X														
		Montaje de módulos													X	X	X	X													
	Montaje Eléctrico Planta Fotovoltaica	Zanjas															X	X	X	X	X	X									
		Tendido de cable																			X	X	X								
		Conexión de cableado y módulos																				X	X	X							
		Instalación de centros																						X	X						

Etapa	Actividades		Meses																						Años					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	del año 1 al 29					30
		de transformación																														
	Commissioning y Pruebas	Pruebas en frío mecánicas																							X	X						
		Pruebas en frío eléctricas																							X	X						
		Pruebas en tensión																							X	X						
		Pruebas de Rendimiento Internas																								X						
Operación y mantenimiento	Generación de energía eléctrica																										X	X	X	X	X	
	Transporte y evacuación de energía																										X	X	X	X	X	
	Mantenimiento de paneles y equipos																										X	X	X	X	X	
	Mantenimiento de caminos																										X	X	X	X	X	
	Limpieza de terreno																										X	X	X	X	X	

Etapa	Actividades	Meses																							Años					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	del año 1 al 29					30
Abandono de sitio	Desmantelamiento de módulos																														X
	Desmantelamiento de cableado subterráneo																														X
	Desmantelamiento de edificios y subestación																														X

II.2.5 Representación geográfica regional

El Proyecto Energías Renovables Kiin, se localiza en el Estado de Yucatán, el cual se ubica en el Sureste de la República Mexicana, en la parte norte de la Península de Yucatán. Limita al norte y oeste por el golfo de México, al sureste por el estado de Quintana Roo, y al suroeste por el estado de Campeche. La mayor parte de su territorio es una planicie, constituido en su mayoría por roca caliza. Su extensión territorial es de 39,524 km^2. Lo integran 106 municipios[1]. a ubicación geográfica de la península de Yucatán, al sur del Trópico de Cáncer, y su escasa altitud, determinan el clima del estado.

De acuerdo con lo mencionado por la Enciclopedia de los municipios y demarcaciones Territoriales de México, el estado de Yucatán tiene una extensión de 43,379 kilómetros cuadrados que equivale al 2.21 por ciento del total del territorio de la nación.
Presenta una orografía donde el suelo es llano con ligeros desprendimientos montañosos llamados sierra alta y sierra baja; la constitución del terreno de toda la península es del tipo calcáreo y pedregoso. Su hidrografía se conforma por manantiales subterráneos cuyas aguas se supone desembocan en los mares. Se les llama cenotes o grutas, y algunos son de admirable belleza.
Las costas de Yucatán están bañadas únicamente por las aguas del Golfo de México, son playas muy bajas constituidas por bancos de arena, submarinos o visibles, que dificultan la navegación notablemente.
El litoral del estado comienza a desarrollarse desde el estero de Celestún que se encuentra al oeste, junto a los límites con el estado de Campeche; termina en el extremo oriente en la medianía de una entrada de mar conocida con el nombre de Río Lagartos justo en los límites con él estado de Quintana Roo. La extensión del litoral es de 378 kilómetros aproximadamente, que representa un 3.80 por ciento del total de litorales de la República Mexicana.

[1] https://www.yucatan.gob.mx/estado/

En cuanto a sus recursos naturales se tiene que en el Estado de Yucatán la flora está formada por vegetación decidua tropical y selva espinosa, localmente considerada como selva baja y correspondiente o asociada con suelos muy someros y pedregosos. En cuanto a la fauna as especies más comunes de animales que habitan en el estado son mamíferos: conejo, venado, tuza, zarigueya, zorrillo; reptiles: variedad de iguanas y serpientes; aves: flamingos, golondrinas, palomas, tzutzuy, etc.

II.2.6 Representación geográfica local

En específico el proyecto Energías Renovables Kiin, se ubica en el municipio de Tekax, el cual según la Enciclopedia de los Municipios y las Demarcaciones Territoriales de México[2] se localiza en la región sur del estado. Está situado entre los paralelos 19º 32' y 20º 19'de latitud norte y los meridianos 89º 09' y 89º 39' de longitud oeste; posee una altura de 37 metros sobre el nivel del mar. El municipio de Tekax ocupa una superficie de 2,769.87 Km^2. Limita al norte con Teabo, al sur con el estado de Campeche y Quintana Roo, al este con Tzucacab-Tixmeuac y al oeste con Akil-Oxkutzcab.

El municipio de Tekax tiene una orografía que se caracteriza por ser plana, clasificada con llanura de barrera, con piso rocoso o cementado, alta y escarpada. En el territorio municipal no existen corrientes superficiales de Agua. Sin embargo, en el subsuelo se forman depósitos comúnmente conocidos como Cenotes. En algunos casos los techos de estos se desploman y forman las Aguadas.

En cuanto al clima, en el municipio de Tekax se presenta un clima Cálido sub-húmedo, con lluvias en verano. Tiene una temperatura media anual es de 25.7ºC. y una precipitación pluvial media de 75.4 milímetros, Los vientos dominantes provienen en dirección noroeste.

La flora del municipio se caracteriza por ser selva alta perenifolia con agricultura nómada; algunas especies comunes son: amapola, alché, bohom, caoba y cedro. Las especies de fauna

[2] http://www.snim.rami.gob.mx/enciclopedia_v2/PruebaPropuesta.php?id=2410&tipo=m&e=31&m=79

que se registran dentro del municipio son conejo, mapache, venado, armadillo, iguanas, lagartijas, boas, chachalaca, chel, tzutzuy, por mencionar algunas.

II.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO

II.3.1 Preparación del sitio

Previo a las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto (desmonte y despalme) se llevarán a cabo las siguientes actividades:

a) Rescate de flora

Antes de dar inicio a las actividades de desmonte y despalme del área del proyecto, se llevará a cabo un recorrido con la finalidad de seleccionar los individuos susceptibles de rescate (independientemente de su inclusión o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010) en el interior del polígono previsto para el cambio de uso de suelo, para que dichos individuos rescatados sean posteriormente llevados a sitios que, por sus características, permitan su reubicación y que los ejemplares puedan continuar con su desarrollo natural. De esta manera, los ejemplares serán inventariados y los sitios de trasplante serán georreferenciados para posterior seguimiento de la actividad.

b) Rescate de fauna

Previo a la remoción de la vegetación, se realizará un recorrido por las áreas a desmontar generando ruido para ahuyentar y/o en su caso rescatar y reubicar aquellas especies de fauna que se encuentran presentes en las áreas sujetas a afectación, independientemente de su inclusión o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010, realizando dichas acciones de manera manual con el apoyo de personal técnico capacitado en la materia. Adicionalmente, estará prohibido colectar, cazar, trampear, azuzar o dañar las especies de fauna silvestre que sean observadas en el interior del predio durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

c) Desmonte

Es la remoción de la vegetación existente en las áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, con objeto de eliminar material vegetal, impedir daños a las obras y mejorar la visibilidad y podría o no ser complementado con el trasplante de especies vegetales comprende:

- Tala, consiste en cortar los árboles y arbustos.
- Roza, que consiste en quitar la maleza, hierba, zacate o residuos de las siembras.
- Desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.
- Limpia y disposición final, consiste en retirar el producto del desmonte al banco de desperdicio que indique el proyecto.

La remoción de vegetación existente se realizará por medios mecánicos y comprenderá la totalidad de la superficie destinada al proyecto.

d) Despalme

El despalme requerido para la instalación del proyecto será realizado por el contratista que llevara a cabo la obra civil y será vigilado para evitar afectaciones mayores en superficies no definidas dentro de los polígonos y trazos topográficos, a fin de prevenir y controlar los daños que limiten o impidan la recuperación de estas áreas al concluir las actividades.
Una vez removida la vegetación presente en el predio, de ser necesario se llevará a cabo la remoción de la capa superficial del suelo (despalme o nivelación). En este proceso también se removerán los tocones de los arbustos grandes para darle una adecuada nivelación al suelo esta actividad será realizada por el contratista que llevará a cabo la obra civil.

II.3.2 Construcción

Las acciones asociadas a esta fase se clasifican en actividades relacionadas con la construcción del Parque Fotovoltaico, subestación eléctrica elevadora, subestación eléctrica de maniobras y de la línea de transmisión/entronque de 115 kV del proyecto, siendo ordenadas en orden secuencial:

II.3.2.1 Contratación de mano de obra para la construcción del Proyecto

Para la construcción del Proyecto requerirá una cantidad variable de mano de obra a lo largo de los 24 meses de duración. La ejecución de los trabajos de construcción será subcontratada a empresas especializadas en cada una de las obras del Proyecto, las que deberán contar con profesionales y técnicos de distintos grados de especialización y calificación con experiencia en proyectos similares. Para el resto del personal, se privilegiará contratar mano de obra local. El contratista a cargo de la construcción del Proyecto deberá dar fiel cumplimiento, sin excepciones, a las leyes, decretos y normas laborales, de salud, seguridad y medio ambiente vigentes al momento de ejecutar las obras. Se contempla una generación de 200 nuevos empleos directos.

II.3.2.2 Habilitación camino de acceso

Al área del Proyecto se accederá desde un camino rural que entronca con la Carretera 184 Muna – Felipe Carrillo Puerto, ingresando al proyecto por la parte este y oeste. Tanto este como el acceso y los caminos internos contarán con una mejora de suelo en rangos de 5 a 10 metros de ancho. Para la habilitación de los caminos se realizará una mejora de la superficie. Cabe mencionar que para la habilitación de accesos y caminos se pedirán todas las autorizaciones correspondientes.

II.3.2.3 Habilitación de instalación de faenas

En una primera fase se preparará la superficie mediante nivelación de los terrenos correspondiente a la instalación de faenas.

Para la adecuada coordinación y ejecución de las obras y actividades en la fase de construcción, se habilitará dentro de la instalación de faenas, una zona especializada para las dependencias de oficinas, salas de reunión y Almacén, la que estará constituida por instalaciones modulares (desarmables, transportables y fáciles de montar). En estas instalaciones se centralizarán las actividades generales de control de Proyecto, administración, planificación, gestión de recursos materiales y humanos. También se habilitará un comedor para alimentación del personal.

Para la instalación de faenas se ha considerado utilizar principalmente contenedores especialmente adecuados para habilitar las dependencias que se requieran.

II.3.2.4 Hincado de estructuras y montaje de los paneles fotovoltaicos

La estructura seleccionada es un seguidor horizontal con seguimiento a un eje modelo NexTracker o similar. 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 peso de la estructura y de los módulos, combinada con otros factores, como la carga debida al viento. Estos factores serán obtenidos del estudio geotécnico a realizar previo al dimensionado final de los perfiles y la profundidad. Dependiendo del tipo de terreno se realizarán micropilotes o hincado de las estructuras.

A modo de referencia se indica que la profundidad normal es de 1.5 metros.



Una vez instaladas las estructuras de soporte se procederá al montaje de los paneles fotovoltaicos mediante una grúa o manualmente. A la vez que se van montando los paneles se va procediendo a la conexión de los mismos entre ellos.

II.3.2.5 Instalación del sistema de cableado

En una primera fase se realizarán actividades de excavación y de relleno de zanjas, incluyendo su preparación y nivelación. Estas actividades se realizarán mediante una retroexcavadora y un camión para transporte del material excavado y/o de relleno.

En la zanja se eliminan los materiales sueltos o flojos y se rellenan huecos y grietas. Se quitan las rocas sueltas o disgregadas y todo material que se haya desprendido de los taludes. Una vez instalado el sistema de cableado se rellena y compacta la zanja.

II.3.2.6 Construcción de subestación eléctrica

Los centros de transformación, vale decir; la subestación (sala de celdas, sala de control y zona de transformador); consistirán en instalaciones tipo contendor o edificios prefabricados que se instalarán sobre bases de hormigón previamente habilitadas.
La construcción de la subestación comprende la habilitación de una sala de control y la habilitación de la subestación con sus paños eléctricos.

II.3.2.7 Excavaciones de las cimentaciones

Las excavaciones se realizarán por procedimientos mecánicos o manuales, y tendrán que ajustarse a las dimensiones indicadas en los planos generados en la ingeniería de detalle de la Subestación.
El material de escarpe será retirado y dispuesto en lugares de acopio autorizados que se definirán durante la ejecución de las actividades de construcción, considerando la cercanía con el área de trabajo.

II.3.2.8 Hormigonado

El hormigón de las fundaciones será provisto por camiones mezcladores de empresas de la zona que prestan este servicio, o en su defecto se considera la preparación de hormigón en terreno.

II.3.2.9 Rellenos y compactación

Los materiales que se utilicen para ejecución de los rellenos provendrán de las mismas excavaciones, en la medida que esto sea posible. Los materiales deberán ser homogéneos, estar exentos de materia orgánica, raíces, escombros o de cualquier elemento extraño al suelo natural.

II.3.2.10 Montaje de las estructuras y equipos de la Subestación

Una vez concluida la plataforma, fundaciones y malla puesta a tierra de la subestación, se procederá al montaje de las estructuras, equipos y a la ejecución de otras obras civiles menores, tales como, canalizaciones u otras.

Además, se procederá al alambrado, conexionado y pruebas, incluyendo tanto equipos eléctricos, como los equipos de control, protección, supervisión, medida, telecomunicaciones y servicios auxiliares dispuestos en el patio y sala de control.

II.3.2.11 Construcción de subestación eléctrica de maniobras y línea de conexión de 115 kV

Las fundaciones serán construidas de acuerdo con especificaciones técnicas generales para este tipo de obras; serán de hormigón y permitirán fijar al suelo las estructuras que soportan los conductores de la línea, manteniendo su estabilidad. En los casos que no es posible emplear fundaciones de hormigón, como es el caso de la roca firme, se emplearán fundaciones especiales, acorde al tipo de suelo en el cual se fundará. El montaje de las estructuras se realizará con apoyo de grúas, maquinaria y herramientas menores.

II.3.2.12 Excavaciones de las fundaciones

Las excavaciones se realizarán por procedimientos mecánicos o manuales, dependiendo de la posibilidad de acceso, con o sin agotamiento, y tendrán que ajustarse a las dimensiones indicadas en los planos generados en la ingeniería de detalle para la línea de interconexión y transmisión.

El hormigón de las fundaciones será provisto por camiones mezcladores, provenientes de plantas de producción de hormigón cercanas, con la capacidad de producción necesaria para cubrir las necesidades de la construcción de la línea de transmisión, o en su defecto, se considera la preparación de hormigón en terreno

II.3.2.13 Rellenos y compactación

Los materiales que se utilicen para ejecución de los rellenos serán de las mismas excavaciones, en la medida que esto sea posible o bien, serán adquiridos a proveedores autorizados. Los materiales deberán ser homogéneos, estar exentos de materia orgánica, raíces, escombros o de cualquier elemento extraño al suelo natural.

II.3.3 Operación y Mantenimiento

II.3.3.1 Pruebas y Puesta en Marcha

Luego de efectuadas las pruebas se iniciará el procedimiento de puesta en servicio del sistema eléctrico instalado. Ésta será comunicada oportunamente al Órgano competente, según lo establecido en la normativa sectorial respectiva.

II.3.3.2 Funcionamiento de la planta solar

La fase de operación consiste en la generación de energía eléctrica a partir de cada módulo fotovoltaico. Este proceso será monitoreado mediante personal calificado desde la subestación, de tal manera de supervisar el correcto funcionamiento de todo el proceso.
El elemento básico de una central fotovoltaica es el conjunto de células fotovoltaicas, que captan la energía solar, transformándola en corriente eléctrica continua mediante el efecto fotoeléctrico. Están integradas, en los paneles fotovoltaicos. Lógicamente, la producción de electricidad de dichas células depende de las condiciones meteorológicas existentes en cada

momento, fundamentalmente de la irradiación. Dichas condiciones son medidas y analizadas con la ayuda de una torre meteorológica.

Como la energía eléctrica que circula por la red de transporte lo hace en forma de corriente alterna, la corriente continua generada en los paneles solares debe ser transformada a corriente alterna. Es conducida, entonces, primeramente, a un armario de corriente continua, para ser convertida en corriente alterna por medio de un inversor y ser finalmente transportada a un armario de corriente alterna.

Posteriormente, la energía eléctrica producida pasa por un centro de transformación donde se adapta a las condiciones de tensión de las líneas de transporte.

El funcionamiento de todos los equipos de la central se supervisa desde la sala de control, en la que se recibe información de los distintos sistemas de la instalación: torre meteorológica, inversor, armarios de corriente continua y alterna, centro de transformación, etc.

II.3.3.3 Funcionamiento de la línea de conexión y subestaciones

La línea de conexión y subestaciones son la infraestructura eléctrica que se encarga de transportar la energía generada en la planta fotovoltaica hasta la red eléctrica nacional donde se inyecta en el sistema.

El correcto funcionamiento de la línea y subestación dependerá únicamente de su buena construcción y de tener un mantenimiento adecuado. No tiene un funcionamiento propiamente dicho pues es solo un medio de transporte (mediante conductores de acero) de la energía.

II.3.3.4 Operación y supervisión de equipos

Durante los años de garantía de la planta, por parte del constructor principal, será el propio constructor quien asuma dicho contrato de mantenimiento. De esta forma se evita la problemática de, en caso de tener alguna incidencia, discutir la responsabilidad de las

incidencias entre el garante de la planta o el mantenedor, pues las dos figuras son la misma empresa.

Una vez terminado el periodo de garantía del constructor, el contrato de mantenimiento se podrá renovar o se podrá sacar a licitación para la contratación de una nueva empresa de operación y mantenimiento.

La operación y mantenimiento de la planta comenzará una vez realizada la puesta en servicio de la misma. Si bien, en ciertas instalaciones que lo requieran se podrá realizar un mantenimiento preventivo antes de realizar la operación de la plata y antes del propio funcionamiento de dichas instalaciones.

La Operación y Mantenimiento de la planta serán gestionada por la propiedad de la planta, con un equipo técnico gestor que realizará el seguimiento de los trabajos y supervisará la planificación del mantenimiento, así como la propia operación. Este equipo técnico gestionará a la empresa especialista contratada para realizar los trabajos en campo.

II.3.3.5 Supervisión de contratistas para actividades de mantenimiento

Se acordará y aprobará previamente con la empresa contratista de la Operación y Mantenimiento un Plan de Operaciones.

Este Plan permite desarrollar paso a paso una actividad programada en forma metódica y sistemática, en un lugar, fecha, y hora conocida. A continuación, se enumeran algunos puntos que el Plan de Operaciones no podrá omitir:

- Determinación del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento, esto incluye, el tipo, especialidad, y cantidad de personal.
- Determinación del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.
- Fijar fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo.
- Fijar el tiempo previsto en que la planta fotovoltaica va a dejar de producir, lo que incluye la hora en que comienzan las acciones de mantenimiento, y la hora en que deben de finalizar.

- Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento, para lo cual debe haber un sustento previo que implique la importancia y las consideraciones tomadas en cuenta para escoger dichos equipos.
- Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento de partes y equipos.
- Stock de equipos y repuestos con que cuenta el almacén, en el caso de que sea necesario reemplazar piezas viejas por nuevas.
- Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.
- Planos, diagramas, información técnica de equipos.
- Plan de seguridad frente a imprevistos.

Luego de desarrollado el mantenimiento se debe llevar a cabo la preparación de un Informe de lo actuado, el cual entre otros puntos debe incluir:

- Los equipos que han sido objeto de mantenimiento.
- El resultado de la evaluación de dichos equipos.
- Tiempo real que duró la labor.
- Personal que estuvo a cargo.
- Inventario de piezas y repuestos utilizados.
- Condiciones en que responde el equipo (reparado) luego del mantenimiento.
- Conclusiones.

II.3.3.6 Labores de mantenimiento

II.3.3.6.1 Mantenimiento Correctivo

Este mantenimiento también es denominado «mantenimiento reactivo», tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para tomar medidas de corrección de errores.

II.3.3.6.2 Mantenimiento Preventivo

Este mantenimiento también es denominado «mantenimiento planificado», tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos.

II.3.3.6.3 Mantenimiento Predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la planta fotovoltaica, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes de los equipos.

Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado.

II.3.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El objetivo de las operaciones que se deben realizar para el desmantelamiento de la planta solar fotovoltaica una vez que la misma haya concluido su vida útil, será la restauración del terreno a las condiciones anteriores a la construcción del parque, minimizando así la afección al medio.

Zonas afectadas

Las actuaciones para la restauración del emplazamiento donde se sitúa la planta tienen como objetivo final recuperar el valor ecológico de la zona afectada, así como la restitución de las condiciones ambientales previas a las fases de obras, de explotación y de abandono.

De esta forma, conociendo cuáles son las acciones que se van a ejecutar en el proyecto y que producen impacto, se llegan a conocer cuáles son las zonas afectadas por la implantación y explotación del proyecto, y que han de ser objeto de restauración.

Una vez concluida la explotación de la planta fotovoltaica para proceder a la revegetación y que, de este modo, se consiga una situación al final del proyecto lo más parecida a la situación pre-operacional, se seguirán una serie de trabajos de desmantelamiento y restauración que se indican a continuación.

Desmontajes

Las actuaciones para realizar para el desmontaje de los elementos de la planta solar se consideran las siguientes actividades:

- ✓ Retirada de los paneles: En primer lugar, se realiza la desconexión de los paneles. Posteriormente, y sin otro medio que el manual, se desmontan los paneles y se cargan a un camión para su transporte final a un gestor autorizado para su correcto tratamiento y reciclado.
- ✓ Desmontaje de la estructura soporte: Se desmonta la estructura metálica donde estaban sujetos los módulos y posteriormente se apilan para por último ser cargados a un camión para su transporte definitivo a un gestor final autorizado.
- ✓ Desmontaje de centro de transformación: Se procederá a la desconexión, desmontaje y retirada de los centros de transformación con los elementos que lo contienen. Cada uno de los elementos de este se debe transportar a los adecuados gestores finales para su tratamiento y reutilización.

- ✓ Retirada de las cimentaciones: Una vez libre de sus diferentes elementos, se procederá al desmantelamiento de las cimentaciones. Se usará una excavadora y se cargarán camiones que transportarán el hormigón hasta una planta de tratamiento.
  Finalmente, los huecos resultantes de la retirada de las cimentaciones serán rellenados por tierra vegetal.

Todo el desmontaje de los componentes se hará mediante operarios, la carga de las piezas a camiones mediante grúa y el transporte de las piezas hasta establecimiento de destino mediante camiones.

Restauración

Una vez finalizada la explotación de la planta solar, y habiendo realizado el desmontaje de los componentes de la planta, tendrá lugar la restauración de la explanación donde se ubica la planta. Las operaciones por realizar son las siguientes:

- Descompactación del terreno
- Despedregado.
- Escarificación superficial.

Cabe mencionar que una vez que se defina la ejecución de esta etapa se pondrá a consideración de la autoridad un Programa de desmantelamiento y abandono del sitio, donde se describirán las acciones a realizar para el desmantelamiento y el manejo de los residuos provenientes de dicho procedimiento, así como las acciones puntuales para la restauración del terreno, teniendo en cuenta que se ejecutarán las mejores prácticas disponibles al momento de realizar las acciones previstas.

II.4 RESIDUOS

Se identificaron los residuos que se generarán en cada una de las etapas del Proyecto, describiendo el manejo integral de estos, de acuerdo con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, así como en las Normas correspondientes.

El manejo integral está compuesto por todas las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, coprocesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

II.4.1 Preparación del sitio y construcción

Durante estas etapas del proyecto se prevé la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP), los cuales tendrán un manejo y disposición de acuerdo con la legislación municipal, estatal y federal aplicable en materia de generación y disposición de residuos.

De manera general, como parte del proyecto, se considera la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos, en el cual se describirán las directrices que el Promovente, las empresas contratistas y el personal que labore en el proyecto deberán seguir para tener un manejo correcto de los residuos generados durante las distintas actividades del proyecto.

a) Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Estos residuos están compuestos por los residuos generados en la casa habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que

provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías públicas y lugares públicos, siempre que no sean considerados por la Ley como residuos de otra índole (LGPGIR, Art. 5, Frac. XXXIII):

- Residuos orgánicos
- Residuos inorgánicos

La cantidad de residuos generados será variable durante el desarrollo del Proyecto ya que dependerá del personal presente en el mismo.

Para el manejo de residuos sólidos urbanos se instalarán contenedores metálicos o de plástico con tapa, diferenciados en color verde con rotulo "residuos orgánicos" y en color gris con rotulo "residuos inorgánicos". Estos contenedores estarán dispuestos en cada frente de trabajo conforme el avance de obra. Se habilitará un área para el acopio de residuos hasta su recolección. Los residuos serán dispuestos en el relleno sanitario más cercano, a través de un prestador de servicios autorizado, quien realizará recolecciones periódicas en el sitio.
Los residuos orgánicos generados del desmonte serán triturados para el mejoramiento de áreas, de no ser posible el aprovechamiento de este residuo en el predio del Proyecto, se optará por buscar otras áreas en caso de ser necesario.

b) Residuos de Manejo Especial (RME)

En este apartado se encuentran todos aquellos residuos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligroso o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos (LGPGIR, Art. 5, Frac. XXX);

- De construcción
- Tecnológicos
- De demolición

- Otros

Este tipo de residuos serán generados, aunque en mínima cantidad, durante la parte constructiva del proyecto, como son residuos de concreto, residuos de metal y residuos de madera. Estos residuos serán separados, identificados y acopiados en un área adecuada. Se tratará de buscar la valorización de este tipo de residuos para su aprovechamiento en otras actividades productivas.

c) Residuos peligrosos (RP)

Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en La Ley.
En caso de generarse residuos peligrosos, principalmente por derrames accidentales de combustibles, durante la preparación del sitio y construcción, se habilitará un almacén temporal de residuos peligrosos que tendrá las características básicas requeridas en el Artículo 82 del Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
Estos residuos serán dispuestos a través de un prestador de servicio autorizado por la SEMARNAT y la SCT.

Además, se deberá obtener el registro como Generador de Residuos Peligrosos en la categoría correspondiente.

d) Emisiones a la Atmosfera y Ruido

Dentro de las emisiones a la atmosfera que se pueden generar, están aquellas emitidas por la maquinaria y vehículos utilizados para la preparación del sitio y construcción, como retroexcavadoras, camiones transportistas de materiales, entre otros. Estos gases están

compuestos generalmente por Dióxido de azufre (SO2), Óxidos de Nitrógeno, Hidrocarburos (HC) y Monóxido de Carbono (CO).
Para controlar la contaminación por gases de combustión y ruido se utilizará maquinaría que cumpla con los tiempos de afinación y mantenimiento como se establece en la normatividad.

e) Aguas residuales

Las aguas residuales son de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas (LAN, Art. 3, Frac. VI).
Derivado del uso de los sanitarios portátiles se generarán aguas residuales, estas serán recolectadas por el prestador de servicio de sanitarios, quien contará con las autorizaciones de manejo y descarga correspondientes.

II.4.2 Operación y Mantenimiento

a. Residuos Sólidos Urbanos

En esta etapa la generación de residuos sólidos urbanos será mínima ya que la cantidad de personas presentes será baja. Aun así, se construirá un pequeño acopio para estos residuos. Se solicitará que un prestador de servicios autorizado realice las recolecciones periódicas y haga la disposición final.

b. Residuos peligrosos

Durante esta etapa, la generación de este tipo de residuos será menor en comparación con las dos primeras y estará asociada a los mantenimientos programados y de emergencia de algunos equipos que conforman el parque fotovoltaico.

Para la recolección y manejo de estos residuos se establecerá un almacén temporal con la finalidad de contar con un espacio apropiado para su resguardo hasta que pueda ser dispuesto de manera segura por un agente autorizado para dicha actividad.

c. Emisiones a la Atmosfera y Ruido

En la etapa de operación sólo se requerirán vehículos (fuentes móviles) para transporte de personal para el mantenimiento. No se prevén fuentes de generación de ruido.

d. Aguas residuales

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas (LAN, Art. 3, Frac. VI).

Durante la etapa de operación se considera solamente las descargas sanitarias que serán recolectadas en tanque colector para ser recolectadas por un prestador de servicio autorizado.

II.4.3 Manejo y disposición

Residuos sólidos urbanos (RSU)

Para el manejo de residuos sólidos urbanos durante la etapa de preparación del sitio y construcción se colocarán contenedores específicos para la separación de residuos orgánicos e inorgánicos. Dentro del área del proyecto se colocará un centro de acopio temporal para el almacenamiento de los residuos. Dicho depósito, deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos. Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los residuos sólidos, que su destino final sea en centros que cuente con las autorizaciones necesarias y solo se contratarán transportistas o prestadores de servicios debidamente acreditados y autorizados.

Durante la etapa de operación, se colocarán contenedores específicos para la separación de residuos orgánicos e inorgánicos.

Residuos peligrosos (RP)

Para el manejo de residuos peligrosos, en la etapa de preparación del sitio y construcción, se colocarán contenedores con calcomanías para identificar los residuos peligrosos, posteriormente serán llevados a un almacén temporal de residuos peligrosos, donde serán almacenados por no más de seis meses. Posteriormente serán gestionados por una compañía certificada y autorizada por SEMARNAT para darle disposición final a los residuos.

Para el manejo integral de los residuos (peligrosos y no peligrosos) se tienen presentes las disposiciones aplicables establecidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y Normas Oficiales Mexicanas, emitidas en la materia.

Residuos de manejo especial (RME)

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se dispondrá de contenedores temporal para residuos de construcción valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra, etc.), se deberá señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado. Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche. Los contadores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio. Se realizará la contratación de la gestión de los Residuos de manejo especial y su destino final será en centros con las autorizaciones necesarias, por lo que solo se contratarán transportistas o prestadores de servicios debidamente acreditados y autorizados. Toda la gestión tanto documental como operativa de los residuos que se hallen en una obra se regirá conforme a la legislación de aplicación.

Almacén temporal de residuos peligrosos

El periodo de tiempo transcurrido entre la generación del residuo, hasta su entrega a un gestor autorizado, se considera como almacenamiento temporal. Según la legislación no

puede superar los seis meses, aunque existen excepciones en las que la Administración (la consejería del gobierno autónomo correspondiente con competencias en medio ambiente) puede alargarlo hasta un año. Un caso habitual es aquéllos que se generan en muy pequeña cantidad. El productor puede solicitar a la Administración la ampliación del almacenamiento temporal.

El almacenamiento temporal se debe hacer de tal forma que, no den lugar a situaciones de riesgo, tanto para las personas, como para el medio ambiente. A continuación, se expone un resumen de las condiciones a cumplir:

- ✓ Las zonas de almacenamiento deberán asegurar las siguientes condiciones: correcta ventilación, estar alejadas de fuentes generadoras de calor o circuitos eléctricos, estar convenientemente identificadas e impermeabilizadas.
- ✓ Los envases usados, y sus cierres, estarán diseñados de forma que se evite cualquier pérdida de contenido, y construidos con materiales no susceptibles de ser atacados por el contenido. Serán sólidos y resistentes para responder con seguridad a las manipulaciones necesarias y se mantendrán en buenas condiciones, sin defectos estructurales y sin fugas aparentes. En el caso de residuos líquidos, no podrán usarse envases que carezcan de tapón o tapa, o el cierre esté en mal estado.
- ✓ Es aconsejable que para los residuos líquidos las bocas de los contenedores no tengan un diámetro grande, para evitar en caso de caída, que el contenido del recipiente se vierta de inmediato. Además, deben estar dentro de elementos de retención para posibles derrames accidentales.
- ✓ Los residuos que puedan contaminar el suelo no deberán almacenarse directamente sobre él, sino que habrá que situarlos dentro de un elemento de protección.
- ✓ El envasado y almacenamiento de los residuos tóxicos y peligrosos se hará de forma que se evite generación de calor, explosiones, igniciones, formación de sustancias tóxicas o cualquier efecto que aumente su peligrosidad o dificulte su gestión.
- ✓ Los recipientes o envases que contengan residuos tóxicos o peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble.

Emisiones a la Atmosfera y Ruido

Para controlar la contaminación por gases de combustión y ruido se utilizará maquinaría que cumpla con los tiempos de afinación y mantenimiento como se establece en la normatividad. Se solicitará a los contratistas responsables de la maquinaria el cumplimiento del programa de mantenimiento de cada una de estas.

A continuación, se muestra la estimación aproximada de residuos generados en las diferentes etapas del proyecto.

Tabla II-9 Estimación de residuos en las distintas etapas del proyecto Energías Renovables Kiin.

Nombre del Residuo	Tipo de Residuo	Características CRETIB	Cantidad Total	Cantidad Anual	Unidad	Disposición Temporal	Disposición Final
Etapa de preparación del sitio y construcción							
Basura tipo doméstica	No peligroso	Ninguna	40		Kg	Contenedores de 200 l. ubicados en el campamento provisional	Recolección Municipal - relleno sanitario
Restos de acero de refuerzo, alambrón y alambre recocido	No peligroso	Ninguna	458		kg	Almacén en campamento provisional	Recolección Municipal - reciclaje
Madera para cimbra	No peligroso	Ninguna	458		Hojas	Almacén en campamento provisional	Recolección Municipal - relleno sanitario
Empaques de Cartón	No peligroso	Ninguna	550		kg	Almacén en campamento provisional	Recolección Municipal - reciclaje
Empaques de madera	No peligroso	Ninguna	3435		kg	Almacén en campamento provisional	Recolección Municipal - reciclaje
Envases varios	No peligroso	Ninguna	1145		kg	Almacén en campamento provisional	Recolección Municipal - reciclaje

Nombre del Residuo	Tipo de Residuo	Características CRETIB	Cantidad Total	Cantidad Anual	Unidad	Disposición Temporal	Disposición Final
Restos de cable eléctrico	No peligroso	Ninguna	458		kg	Almacén en campamento provisional	Recolección Municipal - reciclaje
Agua residual de baños portátiles	No peligroso	Ninguna	916		m^3	Sanitarios portátiles dentro del predio del proyecto	Empresa autorizada para la recolección, manejo y disposición final
Aceites lubricantes	peligroso	I, T	206		litros	Almacén de residuos peligrosos en campamento provisional	Empresa autorizada para la recolección, manejo y disposición final
Material impregnado con grasas y aceites	peligroso	I, T	344		kg	Almacén de residuos peligrosos en campamento provisional	Empresa autorizada para la recolección, manejo y disposición final
Recipientes impregnados de pintura	peligroso	I, T	252		kg	Almacén de residuos peligrosos en campamento provisional	Empresa autorizada para la recolección, manejo y disposición final
Colillas de soldadura	peligroso	R, T	92		kg	Almacén de residuos peligrosos en campamento provisional	Empresa autorizada para la recolección, manejo y disposición final
Etapa de operación y mantenimiento							
Aceites lubricantes	peligroso	I, T		115	litros	Almacén de residuos peligrosos en Subestación	Empresa autorizada para la recolección, manejo y disposición final
Material impregnado con grasas y aceites	peligroso	I, T		57	kg	Almacén de residuos peligrosos en Subestación	Empresa autorizada para la recolección,

Nombre del Residuo	Tipo de Residuo	Características CRETIB	Cantidad Total	Cantidad Anual	Unidad	Disposición Temporal	Disposición Final
							manejo y disposición final
Material impregnado con grasas y aceites	peligroso	I, T		57	kg	Almacén de residuos peligrosos en Subestación	Empresa autorizada para la recolección, manejo y disposición final
Solventes usados	peligroso	E, I, T		0.1	kg	Almacén de residuos peligrosos en Subestación	Empresa autorizada para la recolección, manejo y disposición final
Baterías	peligroso	C, T		0.1	m^3	Almacén de residuos peligrosos en Subestación	Empresa autorizada para la recolección, manejo y disposición final
Características CRETIB: C=Corrosivo; R= Reactivo; E=Explosivo; T= Tóxico; I= Inflamable; B= Biológico Infeccioso							

II.5 Generación de gases efecto invernadero

La naturaleza del Proyecto es la generación de energía eléctrica a partir de una fuente natural renovable como la energía del Sol, por lo que en su etapa de operación no generará emisión de gases de efecto invernadero.

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

Contenido

CONTENIDO III-1
III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES III-1

III.1 PLANES Y PROGRAMAS FEDERALES III-2

III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND) III-2
III.1.2 Estrategia Nacional de Energía (ENE) 2014-2028 ..... III-4
III.1.3 Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40 ..... III-8
III.1.4 Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2014-2018 ..... III-9
III.1.5 Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 (PECC) III-13
III.1.6 Programa Sectorial de Energía 2020-2024 ..... III-15
III.1.7 Programas Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2020-2024 ..... III-20

III.2 Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial III-22

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) III-23
III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY) III-31

III.3 Planes y Programas Estatales de Yucatán III-39

III.3.1 Plan Estatal de Desarrollo 2018-2024 (PED) III-39
III.3.2 Programa Sectorial Yucatán Verde y Sustentable, mediano plazo, 2018-2024 ..... III-41
III.3.3 Programa Especial de Acción por el Clima III-44
III.3.4 Programa Regional (VII Regiones) III-46

III.4 Marco Federal, Leyes y Reglamentos III-47

III.4.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos III-47
III.4.2 Ley Orgánica de la Administración Pública Federal III-49
III.4.3 Ley de Planeación III-52
III.4.4 Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente III-54
III.4.5 Ley de Aguas Nacionales III-66
III.4.6 Ley General de Vida Silvestre (LGVS) III-68
III.4.7 Ley General de Cambio Climático III-72
III.4.8 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental III-77
III.4.9 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) III-80
III.4.10 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos III-86
III.4.11 Ley de la Industria Eléctrica III-99
III.4.12 Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética III-107
III.4.13 Ley de Transición Energética III-108

III.5 Marco Estatal, Leyes y Reglamentos III-112

III.5.1 Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán III-112
III.5.2 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Estado de Yucatán. III-117
III.5.3 Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán III-121
III.5.4 Ley de Planificación del Estado de Yucatán III-124

III.5.5 Ley Estatal de Planeación III-125

III.6 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS III-127

III.6.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) III-127
III.6.2 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) III-128
III.6.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) y Sitios Ramsar III-129
III.6.4 Áreas Naturales Protegidas Decretadas (ANP) III-132
III.6.5 Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) III-133
III.6.6 Monumentos y Sitios Arqueológicos, Artísticos e Históricos III-137

III.7 NORMAS OFICIALES MEXICANAS III-137
III.8 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES III-140

III.8.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático III-140
III.8.2 Protocolo de Kioto de la Convención del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático .. III-142

III.9 CONCLUSIONES GENERALES III-143

III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES

El presente capitulo se elaboró con fundamento en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; artículos 11 y 13, fracción III de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. De igual forma, su desarrollo se hizo con apoyo de la "Guía para Elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental", expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

El análisis de vinculación con el proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables KIIN", se realizó conforme a los diferentes planes y programas, de desarrollo urbano, ordenamiento ecológico y territorial, programas sectoriales, estrategias, tratados internacionales, etc. Además, el marco normativo considerado en el análisis es: leyes de orden federal, estatal y municipal, sus reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

A continuación, se identifican y analizan los diferentes instrumentos y ordenamientos jurídicos en materia de planeación, desarrollo, política ambiental y energética, principalmente, en sus diferentes niveles de gobierno y que además inciden en el área del proyecto, así como, en las diversas actividades presentes en las fases de construcción, operación y desmantelamiento.
El propósito es alinearse, ser congruente y dar cumplimiento a las políticas, criterios ecológicos y estrategias de desarrollo que se establecen en ellos. La finalidad es garantizar la viabilidad jurídica en términos ambientales y de desarrollo del Sector Energético (Subsector Eléctrico) para la construcción del "Parque Fotovoltaico Energías Renovables KIIN".

Por consiguiente, el objetivo principal es puntualizar el grado de correspondencia del proyecto de energía fotovoltaica con respecto a las políticas regionales de desarrollo ecológico, social y económico, empleando como base los diversos planes y programas. Y como sustento se analizarán los instrumentos de coordinación multisectorial y gubernamentales que promueven

y regulan las estrategias del desarrollo regional. Con esto se caracteriza el grado de concordancia que refleja la adaptabilidad y exactitud de correspondencia con los distintos instrumentos de planeación.

III.1 PLANES Y PROGRAMAS FEDERALES

III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND)

El Plan Nacional de Desarrollo, es el principal instrumento jurídico de Planeación en materia de desarrollo nacional, económico y sustentable (Proyecto de Nación), funciona como eje articulador de las políticas públicas gubernamentales a partir del planteamiento de objetivos, metas, estrategias y líneas de acción; de corto, mediano y largo plazo, es el único documento oficial con la categoría de "Plan", al respecto, La Ley de planeación, en el Capítulo cuarto, artículo 21, menciona que:

> El Plan Nacional de Desarrollo precisará los objetivos nacionales, estrategia y prioridades del desarrollo integral y sustentable del país, contendrá previsiones sobre los recursos que serán asignados a tales fines; determinará los instrumentos y responsables de su ejecución, establecerá los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional; sus previsiones se referirán al conjunto de la actividad económica, social y cultural, tomando siempre en cuenta las variables ambientales que se relacionen a éstas y regirá el contenido de los programas que se generen en el sistema nacional de planeación democrática… La categoría de Plan queda reservada al Plan Nacional de Desarrollo.

Asimismo, en el artículo 26 de la Constitución se establece que el Estado organizará un Sistema de Planeación Democrática del Desarrollo Nacional y prevé que habrá un plan nacional de desarrollo, al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal, por lo cual, por su importancia se considera el principal instrumento del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

El PND se estructura con base en una serie de principios rectores que son:

- Honradez y honestidad
- No al gobierno rico con pueblo pobre
- Al margen de la ley, nada; por encima de la ley, nadie
- Economía para el bienestar
- El mercado no sustituye al Estado
- Por el bien de todos, primero los pobres
- No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera
- No puede haber paz sin justicia
- El respeto al derecho ajeno es la paz
- No más migración por hambre o por violencia
- Democracia significa el poder del pueblo
- Ética, libertad, confianza

Así mismo, se conforma por tres principales políticas, que son; 1 Política y Gobierno, 2 Política Social y 3 Economía, de las cuales, derivan los distintos planes y programas, así como, estrategias y líneas de acción.

Enseguida se muestra la tabla con la vinculación del proyecto y el PND.

Tabla III-1 Vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

Numeral	Descripción	Vinculación con el proyecto
3. Economía	La nueva política energética del Estado mexicano impulsará el desarrollo sostenible mediante la incorporación de poblaciones y comunidades a la producción de energía con fuentes renovables,	En correspondencia con este Numeral del PND, el proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", se suma como parte de la infraestructura fundamental para

Numeral	Descripción	Vinculación con el proyecto
	mismas que serán fundamentales para dotar de electricidad a las pequeñas comunidades aisladas que aún carecen de ella y que suman unos dos millones de habitantes. La transición energética dará pie para impulsar el surgimiento de un sector social en ese ramo, así como para alentar la reindustrialización del país	dotar de electricidad a las comunidades.
3. Economía	"Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo"	El proyecto se suma a esta tarea creando empleos dignos, tanto permanentes como temporales y fortalecer la economía local. Además de apegarse a las modalidades de comercio justo y economía social y solidaria.

III.1.2 Estrategia Nacional de Energía (ENE) 2014-2028

En el Sector Energético, "el principal instrumento de planeación de largo plazo es la Estrategia Nacional de Energía" [1], a través de la ENE, se brinda claridad sobre el funcionamiento y rumbo del modelo del sector resultante de la Reforma. La ENE representa la oportunidad de lograr los consensos necesarios entre los distintos sectores y actores –social, académico, industrial,

[1] Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables, Publicado en el Diario Oficial de la Federación, 28 de abril del 2014

de investigación y los tres niveles de gobierno-, para determinar los objetivos como país en materia energética y las políticas que será necesario llevar a cabo para alcanzarlos.

La Estrategia Nacional de Energía 2014-2028 (ENE), brinda claridad sobre el funcionamiento y rumbo del nuevo modelo del sector, resultante de la Reforma Constitucional en Materia Energética. De acuerdo con la estrategia, dicha reforma permitirá traer, adaptar y aprovechar las tecnologías y conocimientos más avanzados de la industria, así como reducir progresivamente la emisión de contaminantes a la atmósfera y hacer frente al cambio climático, disminuyendo los riesgos ambientales, en beneficio de los trabajadores, las empresas y las familias mexicanas.

La ENE se estructura a partir del planteamiento de: Objetivos Estratégicos, Elementos de Integración y Medidas de Política como se muestra en la siguiente figura:

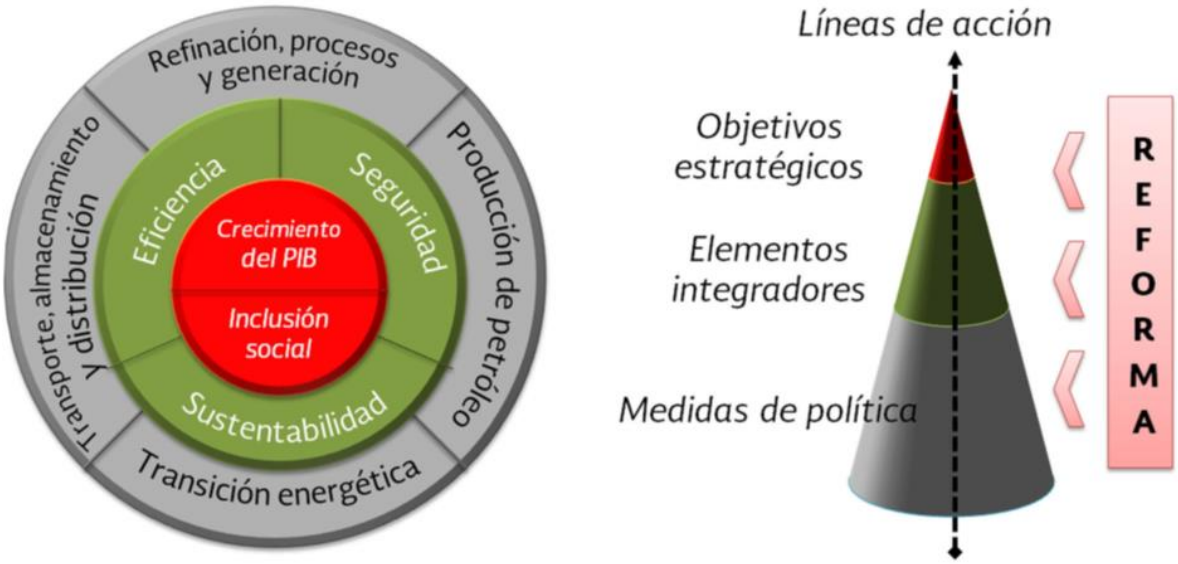


Figura III-1. Objetivos estratégicos

A continuación, se destacan los temas estratégicos y líneas de acción de la ENE vinculadas al proyecto, de acuerdo a la ENE 2013-2027, documento último emitido por la SENER.

Tabla III-2 Vinculación del proyecto con la Estrategia Nacional de Energía 2013 – 2027.

Tema Estratégico	Estrategias y Líneas de Acción	Vinculación con el Proyecto
Tema estratégico 1. Satisfacer el abastecimiento de energía conforme a las expectativas de crecimiento Económico -Oferta de energía suficiente	Estrategias Mantener una producción de energía primaria tal que el país mantenga su condición superavitaria.	El proyecto tiene el objetivo de contribuir a la demanda energética del país, y aportar para el crecimiento económico del país.
Tema estratégico 2 Promover el uso eficiente de la energía en todos los sectores -Tecnología Eficiente -Industria eficiente	Estrategias Continuar con la normalización en eficiencia energética para mejorar la eficiencia de los equipos y sistemas que entran al mercado. **Apoyo al desarrollo de empresas intermediarias para el desarrollo de proyectos de ahorro de energía y de aprovechamiento de energías renovables.**	En el entorno de la generación de energía eléctrica renovable, la construcción de la planta contribuye a promover el uso eficiente de energía, en el sector de las energías renovables.
Tema estratégico 8 Dotar de flexibilidad a las redes de transmisión y distribución III. Interconexión de energías renovables	**Facilitar la interconexión de centrales de generación eléctrica para autoabastecimiento, producción independiente y pequeña producción con energías renovables en las regiones del país con mayor potencial y viabilidad económica.** Definir los criterios y hacer públicos los puntos de interconexión para	La ubicación de la planta fotovoltaica es estratégica, en donde se construirá se cuenta con las condiciones generales de infraestructura, necesarias para la interconexión. Así mismo, debido a la cercanía con ciudades importantes como Mérida y Campeche, se puede contar con los insumos requeridos.

Tema Estratégico	Estrategias y Líneas de Acción	Vinculación con el Proyecto
IV. Interconexión de energías renovables	que los participantes privados puedan llevar a cabo sus inversiones. Implementar mecanismos de coordinación entre desarrolladores privados y CFE, que permitan construir líneas de transmisión para generación renovable en regiones prometedoras, en función de solicitudes, estudios y compromisos en firme.	
Tema estratégico 10. Diversificar y optimizar el parque de generación -Planeación orientada a la diversificación	**Promover la diversificación en el parque de generación dentro de la planeación para incrementar la seguridad energética considerando tecnologías de generación limpia como energías renovables** y nucleares.	Por la naturaleza del proyecto, se promueve la diversificación en la generación de energía limpia, en este caso fotovoltaica.
Tema estratégico 15 Identificar y aprovechar el potencial de energías renovables en nuestro país Sustentabilidad y aprovechamiento de recursos energéticos. Desarrollo de investigación	Promover la vinculación efectiva de los sectores; académico nacional, centros de investigación e industriales para el desarrollo óptimo de las energías renovables. Fomentar el desarrollo de recursos humanos especializados para la innovación tecnológica y aprovechamiento de las energías renovables, tanto en aplicaciones eléctricas como térmicas.	La Región del Sureste mexicano presenta altos niveles de radiación solar que se puede aprovechar mediante la implementación de proyectos como el Parque Fotovoltaico. El aprovechamiento de este recurso (energía del sol) permite que se evite la generación de gases contaminantes, en comparación con otras formas de generación de energía eléctrica.

III.1.3 Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40

La ENCC fue publicada en DOF el 03 de junio del 2013. Es el instrumento de planeación que define la visión a largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Para alcanzar esta visión define los pilares de la política nacional de cambio climático que sustentan los ejes estratégicos. A su vez, describe los ejes estratégicos y las líneas de acción a seguir para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno.

Una de las estrategias planteadas es "M1 Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia", para lograrla se establecen entre otras acciones las siguientes

Tabla III-3 Vinculación con la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

Tema Estratégico	Estrategias y Líneas de Acción	Vinculación con el Proyecto
Desarrollo bajo en emisiones / mitigación "M1 Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia", para lograrla se establecen entre otras acciones las siguientes	-M1.2 **Fomentar la generación de energía mediante el uso de fuentes limpias** y tecnologías más eficientes en sustitución de combustibles fósiles, minimizando su impacto ambiental y social. -M1.5 **Fomentar la participación del sector privado y paraestatal en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables** de energía y la cogeneración eficiente. -M1.8 Promover la inversión en sistemas fotovoltaicos en zonas del país con alto potencial. -M1.9 Fomentar la generación distribuida mediante el uso de	El Proyecto fortalece las líneas de acción citadas, ya que, por sus características de ser un Parque Fotovoltaico, contribuye a materializar la transición energética hacia fuentes de energía limpia.

Tema Estratégico	Estrategias y Líneas de Acción	Vinculación con el Proyecto
	sistemas fotovoltaicos en el sector industrial, residencial y de servicios.	

III.1.4 Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2014-2018

En el 2013, la Secretaría Nacional de Energía (SENER) desarrollo el Inventario Nacional de Energías Renovables (INERE), el cual, a través de un sistema de información geográfica, proporciona información sobre el inventario de generación de electricidad para el abasto público y de otros particulares, así como el atlas de los recursos renovables que pueden ser utilizados para estos propósitos, con una descripción de recursos probados, probables y posibles. En éste podemos observar que actualmente la mayor generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables de energía se obtiene gracias a las distintas hidroeléctricas distribuidas a lo largo del país, seguido por la energía geotérmica, eólica, por biomasa y por último la solar.

Este programa deriva de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento a la Transición Energética, en su artículo 6º, Fracción I, establece que corresponde a la Secretaría de Energía elaborar y coordinar el Programa, cabe mencionar que dicha ley fue abrogada el 24 de diciembre del 2015 y remplazada por la Ley de Transición Energética, no obstante, el presente programa está vigente y en materia de energías limpias el proyecto se vincula con este instrumento.

Uno de los objetivos del Programa es aumentar la capacidad instalada y la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía, con ello se pretende incrementar la matriz energética y su diversificación y la descarbonización del sector eléctrico, esta integración debe de ser óptima económicamente, socialmente y ambientalmente, incrementar la inversión pública y privada en la generación, así como en la construcción y ampliación de

la infraestructura para su interconexión, así se aumentará la capacidad en la red de transmisión y transformación del SEN para la incorporación de energías renovables.

El Proyecto "Parque Fotovoltaico Energía Renovables Kiin" contribuirá con la diversificación y expansión de la matriz de producción de energía eléctrica a partir de energías renovables, así como la expansión de la infraestructura de trasmisión de esta. En la tabla, a continuación, se destaca el contenido más relevante que se vincula con el proyecto.

Tabla III-4 Vinculación del proyecto con el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables.

Objetivo	Estrategias y Líneas de Acción	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 1. Aumentar la capacidad instalada y la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía. Beneficios: - Diversificación de la matriz energética. - Descarbonización del sector eléctrico. - Atender la demanda de energía eléctrica nacional con costos competitivos y respeto al medio ambiente	Estrategias Estrategia 1.2. Desarrollar políticas públicas e instrumentos regulatorios que faciliten la incorporación de proyectos de energía renovable para la generación de electricidad. Línea de acción 1.2.3 **Incentivar la integración de proyectos de generación de energía eléctrica renovable** a redes eléctricas inteligentes bajo esquemas de regulación y reglas de mercado. Línea de acción 1.2.4 **Implementar procesos competitivos que promuevan la generación de electricidad a partir de energías renovables.** Línea de acción 1.3.3	El proyecto formara parte del desarrollo de las energías renovables, que coincide con la estrategia de incentivar este tipo de energía. Además se favorece la diversificación energética, atendiendo la demanda de energía al Sureste del país, y las posibles industrias y uso doméstico al que pudiera ser destinada la energía generada. Los equipos considerados en el proyecto son los de mayor eficiencia, permitiendo hacer una explotación máxima del recurso y un buen aprovechamiento de la superficie. La implementación del proyecto evitara la generación de emisiones de carbón, por generación de energía eléctrica.

Objetivo	Estrategias y Líneas de Acción	Vinculación con el Proyecto
	Desarrollar un programa de redes eléctricas inteligentes que contribuya al manejo de la variabilidad de las energías renovables.	
Objetivo 2. Incrementar la inversión pública y privada en la generación, así como en la construcción y ampliación de la infraestructura para su interconexión. Beneficios: • Aumentar la capacidad en la red de transmisión y transformación del Sistema Eléctrico Nacional para la incorporación de energías renovables. • Incremento en la inversión para el futuro desarrollo de proyectos de generación. • Adecuada valoración del capital natural y los impactos económicos y sociales.	Estrategia 2.1. **Adecuar la planeación para acelerar la inversión en proyectos competitivos de energía renovable en la generación de electricidad.** Línea de acción 2.1.1 Optimizar la planeación y evaluación de proyectos con fuentes renovables en las Empresas Productivas del Estado.	Con la construcción y operación del Parque Fotovoltaico, se estima un incremento en la inversión de proyectos competitivos de energías renovables, como lo es la energía fotovoltaica, para así, optimizar la generación de energía a través de fuentes renovables.

Objetivo	Estrategias y Líneas de Acción	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 5. Democratizar el acceso a las energías renovables mediante la electrificación rural, el aprovechamiento térmico y la participación social. Beneficios: • Disminución del grado de marginación de la población rural. • Disminución de consumo y dependencia de combustibles fósiles con tecnologías tradicionales. • Impulso al acceso de tecnologías técnicas para incrementar la productividad de las empresas. • Protección de los derechos de participación y consulta de la población en general e indígenas en especial.	Estrategia 5.3 Impulsar el desarrollo de proyectos sociales y de participación que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de las localidades. Línea de acción 5.3.4 Desarrollar mecanismos con participación social y privada para el cumplimiento de las disposiciones legales sobre consulta, inclusión social y responsabilidad corporativa. Línea de acción 5.3.5 Facilitar el conocimiento de mejores prácticas entre los actores públicos locales, privados y sociales sobre participación ciudadana y comunitaria entorno Línea de acción 5.3.9 Fomentar el acompañamiento de organizaciones y asociaciones para comunidades. Línea de acción 5.3.10 Instrumentar mecanismos de coinversión con actores públicos, sociales y privados.	El desarrollo del proyecto del "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", contempla en sus etapas la aplicación de acciones sociales que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de las localidades, como son el acceso al trabajo, la igualdad de género, acceso servicios de salud, etc. La consideración de la participación y consulta de la población en general o en su caso de comunidades indígenas, serán presentadas en la evaluación de impacto social que se presentará ante la SENER.

III.1.5 Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 (PECC)

El Programa Especial de Cambio Climático, publicado en el DOF el 8 de noviembre de 2021[2], es un instrumento fundamental para la política climática del país derivado de la Ley General de Cambio Climático, la cual, señala que en él se establecerán los objetivos, estrategias, acciones y metas para enfrentar el cambio climático mediante la definición de prioridades en materia de adaptación, mitigación e investigación, así como la asignación de responsabilidades, tiempos de ejecución, coordinación de acciones y México forma Parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático desde marzo 1994 y de su Protocolo de Kioto desde febrero de 2005. En junio de 2012 promulgó la Ley General de Cambio Climático (LGCC) que entró en vigor en octubre de ese mismo año, es decir, México está buscando dar cumplimiento a los compromisos adquiridos con la comunidad internacional en la disminución de la emisión de los gases de efecto invernadero para enfrentar al cambio climático.

Tabla III-5 Vinculación del proyecto con Programa Especial de Cambio Climático.

Objetivo	Estrategias y Líneas de Acción	Vinculación con el Proyecto
Estrategia prioritaria 4.2.- Impulsar y orientar el presupuesto y el financiamiento hacia el logro de los objetivos y metas nacionales para la mitigación y adaptación al cambio climático.	4.2.5 **Impulsar el financiamiento a empresas con proyectos sostenibles sobre energía renovable,** edificación, vivienda, transporte, sectores agropecuario, forestal y pesquero, así como proyectos de infraestructura a fin de generar beneficios al medio ambiente.	Con la construcción del Parque Fotovoltaico se garantizan los beneficios al medio ambiente en la generación de energía eléctrica renovables.

[2] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/685848/SEMARNAT_081121_EV.PDF

Objetivo	Estrategias y Líneas de Acción	Vinculación con el Proyecto
6.2.- Relevancia del Objetivo prioritario 2: Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero a fin de generar un desarrollo con bienestar social, bajo en carbono y que proteja la capa de ozono, basado en el mejor conocimiento científico disponible.	Otra área importante para la generación de sinergias radica en los esfuerzos emprendidos en materia de ciudades sostenibles. En este ámbito existen diversas medidas que conllevan beneficios tanto en términos de resiliencia al cambio climático, como de mitigación de GEI, entre los que se encuentran: infraestructura verde, **electricidad de fuentes renovables**, transporte público sostenible, ahorro y eficiencia en el consumo de agua y electricidad, monitoreo y gestión de la calidad del aire.	El proyecto al tratarse de una central fotovoltaica cuyo objetivo es la generación de energía eléctrica a partir de una fuente renovable como la radiación solar, ayudará a mitigar la emisión de GEI en la generación eléctrica, contribuyendo a mejorar la calidad del aire en este rubro.
9.- Epílogo: Visión hacia el futuro	… en la visión hacia el año 2030, México será líder en políticas innovadoras de la transición ecológica para enfrentar la crisis climática planetaria, con la implementación de estrategias territoriales del manejo sostenible, ordenado, y equitativo de sus ecosistemas, así como **del uso de energías limpias y renovables que le permitan una transición energética baja en emisiones**	El proyecto se suma a enfrentar la crisis climática, desde la implementación de tecnologías para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, con lo cual, se fortalece la transición energética contribuyendo a la no generación de gases de efecto invernadero GEI.

Objetivo	Estrategias y Líneas de Acción	Vinculación con el Proyecto
	México garantizará el acceso a una energía asequible, segura, y sostenible para todos. **Las emisiones contaminantes de la industria eléctrica se encontrarán disminuyendo progresivamente y aumentará la generación de energías con fuentes renovables,** creando empleos verdes en los sectores vulnerables. Se alcanzará una generación de energía limpia de 35% en el año 2024.	

III.1.6 Programa Sectorial de Energía 2020-2024

Este programa Sectorial deriva del PND y constituye el instrumento de planeación, rector para orientar los diferentes programas institucionales en materia energética.

Cabe resaltar, del apartado "5.-Analisis del Estado Actual, Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las energías en el territorio nacional", que:

> Durante los últimos años se hicieron esfuerzos para incorporar al sector privado en el impulso a las energías renovables. Sin embargo, se necesita una participación importante de las EPE en la transición energética, para garantizar el acceso universal a las energías. Asimismo, se requiere impulsar la ciencia, tecnología e ingeniería para la reindustrialización del país, mediante el desarrollo de cadenas productivas de insumos para la fabricación de equipos críticos para la generación de energía mediante el aprovechamiento de los recursos renovables disponibles. Esto contribuirá a la creación de nuevos empleos y tecnologías nacionales, además de propiciar la formación de especialistas, técnicos e investigadores en

el área de energías renovables (Secretaría de Gobernación, 2020; Secretaría de Gobernación, 2020).

Al respecto, el proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" trabajará de la mano con la EPE para fortalecer el sector. Con su construcción, además de aprovechar los recursos renovables disponibles, impulsa la ciencia, tecnología e ingenierías para la reindustrialización del país... contribuye a la creación de nuevos empleos y tecnologías nacionales. Así mismo, con base en su experiencia propicia la formación de especialistas, técnicos e investigadores en el área de energías renovables.

Este programa, precisa seis Objetivos prioritarios con sus Estrategias prioritarias y Acciones puntuales cada uno, de las cuales, destacan aquellas que se vinculan con el proyecto y que se presentan en la siguiente tabla.

El PND en el numeral III. Economía, plantea como un propósito prioritario el "Rescate del sector energético", para promover políticas que impulsen el desarrollo de las EPE. En cuanto a energías renovables es necesario llevar a cabo acciones de modernización de todas aquellas instalaciones generadoras de electricidad, propiedad del Estado, que se encuentran trabajando con equipos obsoletos, particularmente las hidroeléctricas. Asimismo, las energías renovables son fundamentales para dotar electricidad a las pequeñas comunidades aisladas que aún carecen de ella y que suman alrededor de dos millones de habitantes..."[3]

Tabla III-6 Vinculación del proyecto con el Programa Sectorial de Energía.

Estrategia Prioritaria	Acciones puntuales	Vinculación
6.3.- Relevancia del Objetivo prioritario 3: Organizar las	La seguridad y soberanía energética de México requiere	La infraestructura y métodos constructivos que se emplearan

[3] https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596374&fecha=08/07/2020#gsc.tab=0

Estrategia Prioritaria	Acciones puntuales	Vinculación
capacidades científicas, tecnológicas e industriales que sean necesarias para la transición energética de México a lo largo del siglo XXI	establecer como condición necesaria en el plazo inmediato y con perspectiva hacia el siglo XXI, integrar, organizar y fortalecer la capacidad de investigación científica, desarrollo tecnológico y de la ingeniería y de las industrias de bienes de capital y otras productoras de bienes y servicios, que permitan elevar la productividad y eficiencia del actual sistema energético basado en hidrocarburos, así como construir de manera soberana el nuevo sistema energético que deberá **incorporar de manera significativa y ordenada a energías limpias y renovables en el balance energético nacional.**	en la construcción del Parque Fotovoltaico, disponen de tecnología innovadora, así como de experiencia en la producción de energía renovable, lo cual, se aprovechará y dispondrá para fortalecer el Sector de manera conjunta, entre sector público y privado, sin trascender la seguridad y soberanía energética.
6.4.- Relevancia del Objetivo prioritario 4: Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las energías en el territorio nacional	Este objetivo prioritario está alineado al principio rector "Economía para el bienestar" del PND, ya que busca **impulsar la eficiencia y sustentabilidad en las actividades del sector energético para lograr una transición hacia fuentes con participación significativa de**	Con la construcción del Parque Fotovoltaico, además de promover el aprovechamiento óptimo de los recursos renovables, se impulsa y fortalecen los logros hacia la transición energética. Así mismo, la incorporación del proyecto al Sistema Eléctrico

Estrategia Prioritaria	Acciones puntuales	Vinculación
	energías renovables que beneficie a la población. **La política del sector fomenta la eficiencia energética y el uso racional de la energía, así como una disminución en el índice de carbono en la generación de energía, además de incentivar la transición energética hacia las energías renovables.** Para lograr la transición energética, se promueve la generación de energía renovable aislada o interconectada. La incorporación de las energías renovables en la matriz energética nacional se realiza de manera ordenada, promoviendo el aprovechamiento óptimo de los recursos renovables disponibles según las características de cada región del país, asegurando así que se cumplan los criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del sistema	Nacional, se hará de manera ordenada atendiendo todas las directrices establecidas por la SENER y demás dependencias incidentes. La finalidad es garantizar la seguridad y soberanía nacional en beneficio de la población.

Estrategia Prioritaria	Acciones puntuales	Vinculación
	eléctrico y mejoramiento del balance de la matriz energética**.**	
6.6.- Relevancia del Objetivo prioritario 6: Fortalecer al sector energético nacional para que constituya la base que impulse el desarrollo del país como potencia capaz de satisfacer sus necesidades básicas con sus recursos, a través de las empresas productivas del Estado, las sociales y privadas	Principios **1. Rescatar e impulsar al sector energético con el apoyo del Pueblo de México**, impulsar la producción nacional de energía y generar alternativas de energías renovables, en un paradigma soberano, equilibrado y sostenible que garantice la autosuficiencia energética, y convierta al sector energético en palanca de desarrollo y rescate del país. **15. Construir la transición energética de manera soberana y acelerada, mediante una política integral de Estado para la utilización de las energías renovables**, sustentada en la evolución productiva y tecnológica de las EPE y en un aumento ordenado de la generación renovable conectada y no conectada a la red eléctrica.	Con la construcción del Parque Fotovoltaico se garantiza la transición energética de manera soberana y acelerada, mediate la política integral de Estado para la utilización de energías renovables.

III.1.7 Programas Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2020-2024

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMARNAT) contribuirá a los objetivos establecidos por el nuevo gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) como parte del Segundo Eje de Política Social. Sus Objetivos prioritarios, Estrategias prioritarias y Acciones puntuales están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación y recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país. El actuar del Programa se inspira y tiene como base el principio de impulso al desarrollo sostenible establecido en el PND, considerado como uno de los factores más importantes para lograr el bienestar de la población[4].

Tabla III-7 Vinculación con el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024.

ESTRATEGÍA	Acciones puntuales	Vinculación
Estrategia prioritaria 2.2. Diseñar, establecer y coordinar políticas e instrumentos para reducir emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como promover y conservar sumideros de carbono, en concordancia con los compromisos nacionales e internacionales.	2.2.1.- Concertar acciones en el sector y con otras dependencias que promuevan **la transición energética con fuentes limpias, preferentemente renovables,** garantizando la protección ambiental y procurando el bienestar de la población, particularmente de las comunidades más vulnerables, con enfoque de inclusión y movilidad social y económica.	Parte del bienestar de la población se refleja en un ambiente sano y acceso a los servicios básicos, como lo es la energía eléctrica. En este sentido el Parque Fotovoltaico ayuda a satisfacer la demanda del recurso garantizando un ambiente sano en la producción eléctrica.

[4] https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596232&fecha=07/07/2020#gsc.tab=0

ESTRATEGÍA	Acciones puntuales	Vinculación
EPÍLOGO: VISIÓN HACIA EL FUTURO	El sector ambiental en México se ha comprometido desde el arranque del nuevo gobierno en una estrategia articulada para contribuir a la mitigación y adaptación del cambio climático. En 2024 se comprende ampliamente que es una lucha por la supervivencia del ser humano como especie. Uno de sus más caros objetivos será trabajar intensamente en promover con otros sectores competentes, **el desacoplamiento de su dependencia por los combustibles fósiles, estimulando una economía y modos de vida de bajas emisiones** de gases y compuestos de efecto invernadero y contaminantes climáticos de vida corta y **el impulso a una transición energética en la que se anime la utilización de biocombustibles, energía solar…**	El proyecto contrarresta la dependencia por los combustibles fósiles, para transitar a una economía baja en emisiones y con su emplazamiento se impulsa la utilización de energía solar.

III.2 Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) el Ordenamiento Ecológico es un Instrumento de la política ambiental que se concibe como un proceso de planeación cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región. En su formulación se generan, instrumentan, evalúan y, en su caso, modifican las políticas ambientales con las que se busca alcanzar un mejor balance entre las actividades productivas y la protección de los recursos naturales a través de la vinculación entre los tres órdenes de gobierno, la participación de la sociedad y la transparencia en la gestión ambiental.

En concreto, la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) define al Ordenamiento Ecológico como "el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos."

La LGEEPA define cuatro modalidades de ordenamiento ecológico, considerando la competencia de los tres órdenes de gobierno, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación: General, Marino, Regional y Local.

En este contexto, en el área del proyecto convergen tres ordenamientos ecológicos:

- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY)

A continuación, se describe cada instrumento y el grado de incidencia del proyecto.

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

La formulación, expedición y ejecución del POEGT es de competencia del Gobierno Federal y tiene como objetivo vincular las acciones y programas de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, cuyas actividades inciden en el patrón de ocupación del territorio nacional. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional. La propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con base en este principio se obtuvieron como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB´s). Específicamente, el polígono del proyecto se sitúa dentro de dos UAB´s: en la UAB 62 "Karst de Yucatán y Quintana Roo" y UAB 63 "Karst y Lomeríos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán", como se ilustra a continuación.

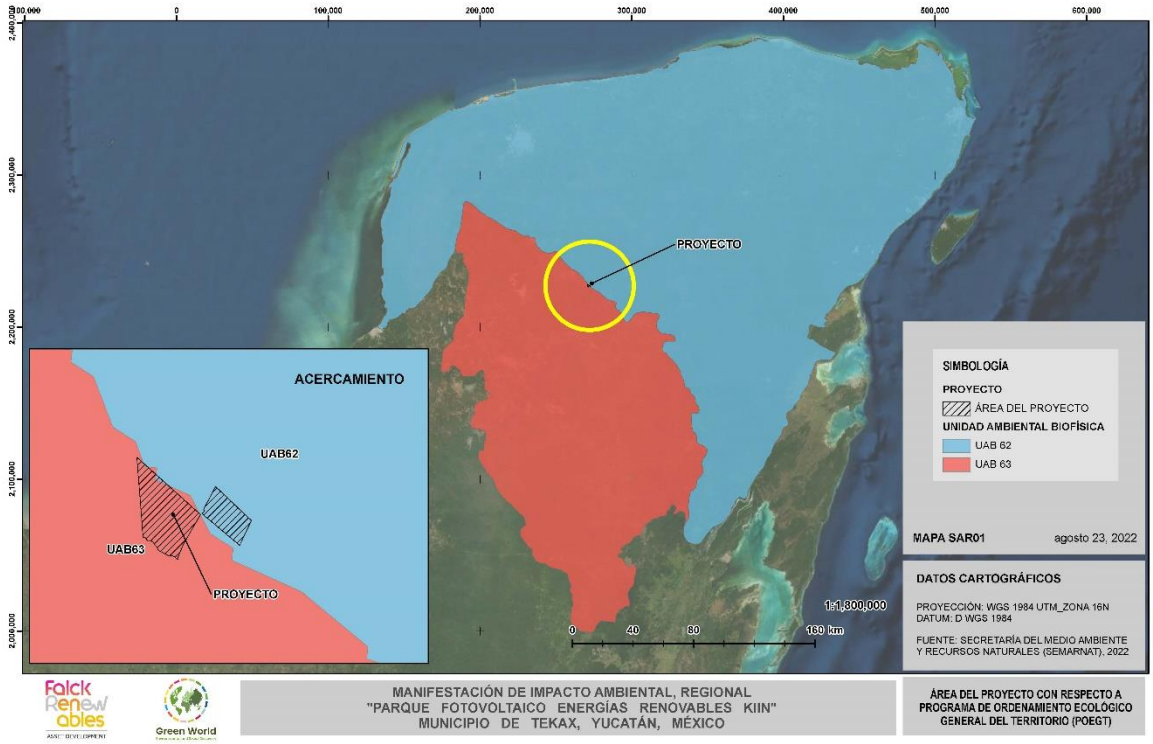


Figura III-2. Ubicación con respecto a UAB62 y UAB 63.

La siguiente tabla expone las características de las UAB´s, posteriormente serán analizadas sus respectivas estrategias sectoriales y examinarán sus grados de incidencia en el proyecto. En la siguiente tabla se muestra la ficha técnica de la UAB 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo.

Tabla III-8 Ficha Técnica de la Región 17.33, UAB 62 Karts de Yucatán y Quintana Roo.

Región Ecológica 17.33	
UAB 62 Karts de Yucatán y Quintana Roo	
Localización	Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo.
Superficie en km^2	59,542.35 Km^2
Población Total:	2,982,494 habitantes
Población Indígena:	Maya

Región Ecológica 17.33	
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033:	Inestable a Crítico
Política Ambiental:	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable
Prioridad de atención	Alta
Estrategias aplicables	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

En la siguiente tabla se presenta la ficha técnica de la UAB 63 "Karst y Lomeríos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán".

Tabla III-9 Ficha Técnica de la Región 17.32, UAB 63 Karst y Lomeríos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

Región Ecológica 17.32	
UAB 63 Karst y Lomeríos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán	
Localización	Sur de Yucatán. Este y noreste de Campeche. Este y sureste de Quintana Roo.

Región Ecológica 17.32	
Superficie en km^2	26,350.64 Km^2
Población Total:	48,747 habitantes
Población Indígena:	Maya
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Muy baja. El uso de suelo es Forestal. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 33.6. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033:	Inestable a Crítico
Política Ambiental:	Restauración y Aprovechamiento Sustentable
Prioridad de atención	Alta
Estrategias aplicables	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 36, 37, 38, 42, 43, 44

Las Estrategias que se vinculan con el proyecto se presentan en la Tabla siguiente:

Tabla III-10 Vinculación con las Estrategias aplicables a la UAB62 y UAB 63.

Grupo	Estrategias	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad	**A) Preservación** 1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad 2. Recuperación de especies en riesgo	En particular, el proyecto y las actividades que intervienen en las diferentes fases se relacionan más estrechamente con las siguientes

Grupo	Estrategias	Vinculación
ambiental del territorio	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad **B) Aprovechamiento sustentable** 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales 8. Valoración de los servicios ambientales **C) Protección de los recursos naturales** 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA 12. Protección de los ecosistemas 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes **D) Restauración** 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. **E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y**	estrategias: 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11 y 14 y 22. Lo anterior debido a que el proyecto se caracteriza por el aprovechamiento de la energía solar para convertirla en electricidad, sin emitir GEI a la atmosfera, no obstante, su emplazamiento será extensivo, lo cual, implica desmonte y acomodo de tierras. Por lo tanto, previo a las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto, se han realizado muestreos en campo de la flora y fauna presentes en el lugar, con el propósito de conocer, identificar y analizar el hábitat, determinar su vulnerabilidad y tomar las medidas preventivas necesarias, así como salvaguardar su integridad. Así pues, con base en los resultados del análisis de campo, se diseñará e implementará un **Programa de rescate y reubicación de flora y fauna.**

Grupo	Estrategias	Vinculación
	actividades económicas de producción y servicios 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	De igual forma, para prevenir y evitar la erosión, se elaborará un **Programa de conservación de suelos.** En cuanto a la política turística, el proyecto se vuelve una condición general para el desarrollo regional con lo que se crean las condiciones optimas para el desarrollo de este sector Cabe destacar que el resto de las estrategias no afectan ni se contraponen con la construcción del proyecto, ya que en el área del proyecto no hay cuerpos de agua, tampoco se usarán agroquímicos, ni se realizarán actividades agrícolas.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	**D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional** 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza	De este grupo destaca la Estrategia 33 y 32, ya que, el "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" es una condición general para el Desarrollo de la Región y sus centros de población. Con la construcción del proyecto y su operación, se garantizará la producción y disponibilidad energética (como recurso

Grupo	Estrategias	Vinculación
	de las mismas para impulsar el desarrollo regional. **E) Desarrollo social** 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	estratégico), para su posterior abastecimiento y cobertura en la región, a un menor costo en el mediano plazo y con un bajo impacto al medio ambiente. Asimismo, permite aumentar la competitividad de la región e impulsar el desarrollo urbano y regional, consolidando los centros de población urbanos y rurales existentes. En cuanto a las estrategias de desarrollo social, con el proyecto se promueve la diversificación de las actividades, se integra a la población en general al sector económico productivo, ya que, se crearán diversas fuentes de empleo, tanto temporales como permanentes, así como, se requerirá y formará mano de obra especializada sin distinción social, dando prioridad a los grupos poblacionales entorno al área del proyecto. Cabe destacar, que se tiene contemplado realizar un Plan de Gestión Social, con el cual, se

Grupo	Estrategias	Vinculación
		atenderán ciertas necesidades básicas de la población más vulnerable con el fin de garantizar el bienestar social
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	**A) Marco jurídico** 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El proyecto se llevará a cabo dentro de terrenos de propiedad privada, con el consentimiento pleno de los propietarios y en estricto apego al marco jurídico aplicable, para garantizar los derechos de la propiedad. Así mismo, la formulación y desarrollo del proyecto se realizará en coordinación con las dependencias de gobierno de los tres niveles de gobierno a cargo del sector, así como con el consenso de la sociedad civil.

Una vez analizadas las políticas ambientales, así como las estrategias aplicables que regulan el desarrollo de actividades dentro de la UAB 62 y UAB 63 resulta que no existen incompatibilidades que limiten la implementación del proyecto, ya que el principal objetivo de este es generar energía eléctrica a partir de la radiación solar, lo que implica el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales disponibles en el sitio.

Con ello se impulsará el abastecimiento de energía eléctrica y el crecimiento de zonas urbanas y rurales con un costo económico-ambiental más bajo en comparación con los métodos

comunes de producción de energía eléctrica. En términos de impacto ambiental, será necesario establecer estrategias que garanticen la protección a la flora y la fauna silvestre que se distribuye de manera natural en el sitio, considerando el estado actual de estos recursos, con ello se logrará alinear el proyecto con las políticas ambientales de ambas UAB sobre las que incide el área del proyecto.

Finalmente, es relevante señalar que de acuerdo con este instrumento de planeación el proyecto no contraviene las políticas ambientales ni los lineamientos aplicables, por lo que su desarrollo es compatible con el POEGT.

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY)

El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY) fue publicado en el Diario Oficial del Estado el 26 de julio de 2007, y se define como el instrumento de planeación jurídica, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial maximizando el consenso entre los actores sociales y minimizando el conflicto sobre el uso de suelo.

El objetivo del POETY es regular los usos de suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas y el desarrollo urbano, con el fin de hacer compatible la conservación de la biodiversidad, la protección al ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales con el desarrollo urbano y rural del Estado de Yucatán. En el caso del POETY, las UGA´s delimitadas se consideran como la unidad mínima territorial en la que se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales de política territorial, aunados con esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos del manejo de estos recursos orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad.

En el siguiente mapa se muestra la ubicación del área del proyecto respecto a la regionalización incluida en el POETY.

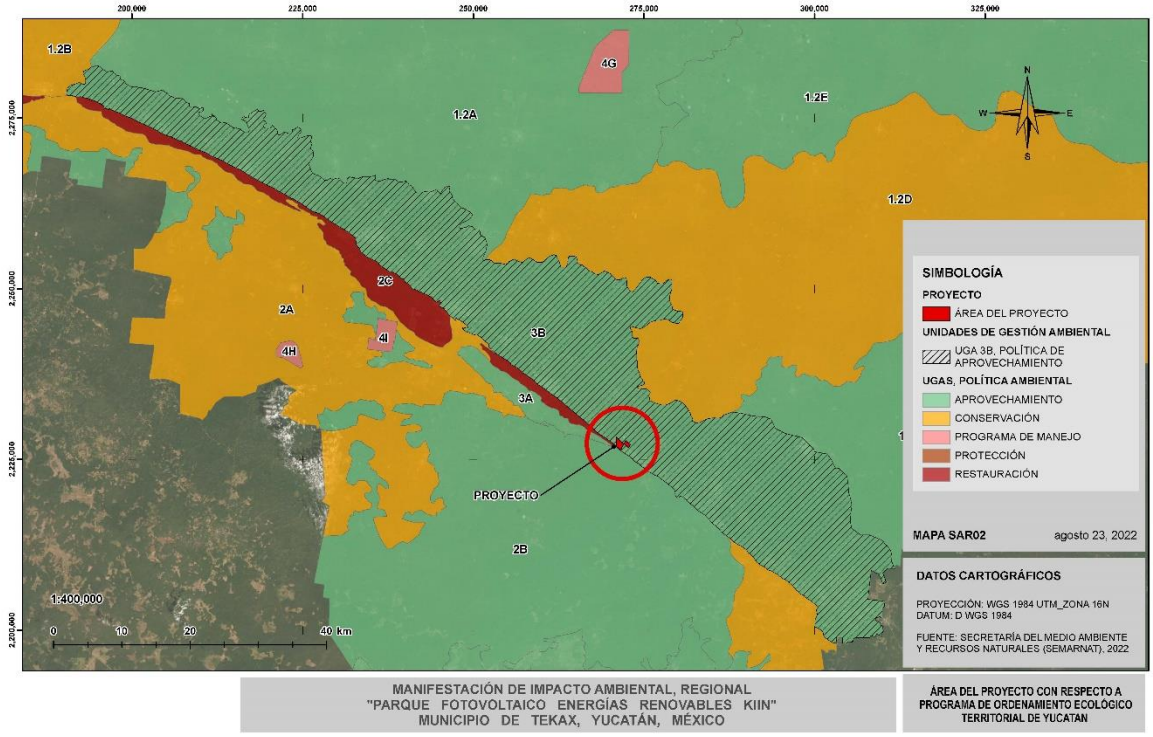


Figura III.3. Ubicación con respecto a UGA 3B

Tomando en cuenta la delimitación del POETY, se tiene que el proyecto se ubica dentro de la UGA 3B Valle Ticul, la cual tiene la siguiente descripción:

Tabla III-11 Características UGA 3B.

UGA	Nombre	Descripción	Uso principal	Política
3B	Valle Ticul	UGA 3B Valle Ticul. Valle tectónico-acumulativo (10-50 m altitud) y de control estructural, con ligera inclinación (0-0.5 grados) con suelos profundos en superficies planas tipo luvisol, cambisol y	Agricultura tecnificada	Aprovechamiento

UGA	Nombre	Descripción	Uso principal	Política
		rendzina en las colinas, con plantaciones de cítricos, pastos, cultivos y selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria. Superficie de 1,657.39 km^2.		

Dentro del POETY se incluye también un Modelo de ocupación territorial para el estado de Yucatán donde se proponen los usos principales, las políticas, criterios y recomendaciones ecológicas para cada una de las UGA´s delimitadas. En la siguiente tabla se señala el Modelo de ocupación territorial propuesto para la UGA 3B.

Tabla III-12 Modelo de ocupación territorial de la UGA 3B Valle Ticul.

Usos	Políticas	Criterios y recomendaciones de manejo
Predominante: Agroforestería Compatible: Agricultura tradicional, apicultura, ecoturismo y actividades cinegéticas. Condicionado: Agricultura tecnificada. Incompatible: Ganadería, extracción de materiales pétreos e industria.	Protección Conservación Restauración Aprovechamiento	P – 1, 2, 3, 5, 9. 12, 13, 14, 16. C – 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 13. R – 1, 6, 8, 11, 16. A – 1, 2, 3, 4, 5, 7, 12, 13, 14.

Tomando como referencia lo anterior, se destacan los criterios y recomendaciones de manejo para la UGA 3B Valle Ticul que se asocian con las actividades del proyecto, se exponen en la tabla a continuación:

Tabla III-13 Modelo de ocupación territorial de la UGA 3B Valle Ticul.

Política	Criterios y recomendaciones de manejo	Vinculación
Protección:	1. Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de protección del territorio 2. Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección. 3. Evitar el cambio de uso de suelo en las depresiones y montículos kársticos al igual que las pendientes que presentan en general un estado alto de conservación. 5. No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológicoinfecciosos. 9. No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes. 12. Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.	De esta política destacan los criterios 2, 12, 13 y 14. Debido a que el proyecto no degradará la vegetación, por el contrario, implementará medias de compensación y mitigación. Así mismo, el proyecto garantizará la conectividad de la vegetación entre los predios colindante, a través del Programa de Reforestación. Además de que como parte de las medidas de mitigación se conservará el Hubche´ que en algunas áreas del proyecto sirve como barrera limitante entre predios y funciona como un reservorio de semillas y como refugio para algunas especies de fauna. Con la operación del Parque se crean las condiciones generales para un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales compatible

Política	Criterios y recomendaciones de manejo	Vinculación
	13. No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos. 14. Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos. 16. No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.	con la protección, ya que no se afectarán las áreas protegidas. El cambio de uso del suelo se realizará sobre un terreno perturbado por la actividad agrícola y pecuaria, por lo que se evitará el cambio de uso de suelo en las depresiones y montículos kársticos al igual que las pendientes que presentan en general un estado alto de conservación. Cabe destacar que el resto de las estrategias no afectan ni se contraponen con la construcción del proyecto, ya que en el área del proyecto no se realizará confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológicoinfecciosos. Tampoco se hará quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes. .
Conservación	**1. Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la**	De igual forma, para prevenir la erosión, elaborará un "Programa

Política	Criterios y recomendaciones de manejo	Vinculación
	pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad. 2. **Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas**. 3. Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas. **4. En el desarrollo de proyectos, se debe proteger los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.** 5. No se permite la instalación de bancos de préstamo de material en unidades localizadas en ANP's, cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras. 8. No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas. **9. Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.** **10. El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a**	de Manejo y Conservación de Suelos" en el que se propondrán medidas como la revegetación debajo de los paneles. En cuanto a los flujos, de acuerdo con CONAGUA, en el área del proyecto no se identificaron corrientes de agua, no obstante, a partir de un estudio Hidrológico, se determinaran las obras necesarias para el manejo de escorrentías. Cabe resaltar que el proyecto no pretende la realización de ninguna actividad en los límites del Área Natural Protegida colindante, antes bien como parte de las pláticas de concientización y el Programa de Educación Ambiental se resaltará la importancia de la preservación de este espacio como reservorio de biodiversidad. Tampoco se dispondrá de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal

Política	Criterios y recomendaciones de manejo	Vinculación
	mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento. **13. Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.**	marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas.
Restauración	1. Recuperar las tierras no productivas y degradadas. 6. Promover la recuperación de poblaciones silvestres. 8. Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico. 11. Restaurar superficies dañadas con especies nativas. 16. Establecer programas de monitoreo ambiental.	La reubicación de la Flora y reforestación se hará en zonas dañadas que se ubiquen entorno al área del proyecto, con la finalidad de recuperar tierras degradadas, así como las poblaciones silvestres. El área del proyecto no está sujeta a aprovechamiento turístico, por tanto, este rubro no se contrapone al desarrollo del proyecto, por el contrario, crea las condiciones de infraestructura para impulsarlo.
Aprovechamiento	1. Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas. 2. Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios. 3. Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción,	De esta Política sobresalen los criterios 1, 2 y 5 que se asocian al desarrollo del proyecto y medidas de compensación, mitigación y compensación, las cuales, se verán reflejadas en los

Política	Criterios y recomendaciones de manejo	Vinculación
	favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico. 4. Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades. 5. Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial. 7. Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo. 12. Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas. 13. En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos. 14. En áreas productivas para la agricultura deben de integrarse los sistemas agroforestales y/o agrosilvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.	Programas ambientales, por ejemplo: El Programa de Protección Civil, que permita proceder adecuadamente ante cualquier eventualidad, como incendios. El Programa de Reforestación en conjunto con la reubicación de flora dará prioridad a especies nativas importantes para la regeneración y conservación del ecosistema. El resto de las estrategias no se contraponen ni se verán vulneradas con la construcción del proyecto, ya que no se trata de un proyecto agrícola ni turístico, aunque, si crea las condiciones necesarias de electricidad para el desarrollo de los diferentes sectores.

Una vez analizados los criterios ecológicos aplicables al proyecto, es posible señalar que no existen limitaciones en materia de planeación territorial estatal para el desarrollo del proyecto, sin embargo, se considerará la importancia de los recursos naturales en el sitio y con ello las mejores estrategias para su conservación y protección, a fin de apegarse a lo descrito dentro del POETY.

En conclusión

De manera general el POEGT y el POETY no son limitativos para la implementación del proyecto en el sitio pretendido, sin embargo, dentro de sus políticas, lineamientos y criterios aplicables es posible notar la importancia que tiene la conservación y protección de los recursos naturales y los servicios ambientales que estos provén.

Es por ello que, si bien el desarrollo de las actividades asociadas a la implementación del proyecto no se encuentra limitadas, si deberá garantizarse la adecuada ejecución de las mismas, tratando de reducir al mínimo los impactos ambientales que puedan producirse, de tal modo que se procure en todo momento alinearse con los Ordenamientos Ecológicos aplicables y con ello dar cumplimiento a dichos instrumentos.

III.3 Planes y Programas Estatales de Yucatán

III.3.1 Plan Estatal de Desarrollo 2018-2024 (PED)

Este programa, es el eje rector del desarrollo del estado de Yucatán y se fundamenta a partir de la apropiación de la Agenda 2030 y "…su aporte de carácter universal para promover la prosperidad y crear estrategias para erradicar la pobreza, luchar contra la desigualdad, la injusticia y hacer frente al cambio climático. La inclusión de la Agenda 2030 tiene como objetivo alinear integralmente las políticas públicas del PED a las 169 metas de los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible."

Así pues, destaca el "Eje Rector Yucatán Verde y Sustentable", que tiene como propósito, entre otros, **regular el aprovechamiento de los recursos naturales** para garantizar el goce colectivo. De dicho eje sobresale lo relativo a cambio climático e impulso de proyectos de energía renovable, como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla III-14 Vinculación con el Plan Estatal de Desarrollo 2018 – 2024.

Contenido del Programa Temas Estratégicos	Línea de Acción	Vinculación con el proyecto
4.5 Energía asequible y no contaminante **Objetivo 4.5.1. Incrementar la generación de energía no contaminante en Yucatán** **Estrategia 4.5.1.1. Impulsar el desarrollo tecnológico de energías limpias.**	Líneas de Acción 4.5.1.1.1. Promover proyectos en el sector empresarial que contribuyan al desarrollo tecnológico de energías limpias. 4.5.1.1.2. Vincular los diferentes sectores para la implementación conjunta de proyectos de eficiencia energética y energías limpias. 4.5.1.1.3. Promover la investigación y capacitación en torno a las energías renovables.	Con la Construcción del proyecto se promueve el desarrollo tecnológico entorno a la energía fotovoltaica, como fuente renovable y se consolida la transición energética.
Estrategia 4.5.1.2. Impulsar la generación de energía de fuentes renovables y la eficiencia energética compatible con el entorno social y ambiental.	Líneas de acción 4.5.1.2.1. Promover proyectos de energías renovables en los ámbitos industrial y residencial. 4.5.1.2.3. Favorecer la implementación de energías limpias en el gobierno estatal. 4.5.1.2.4. Promover la generación y gestión de energía distribuida y autónoma a través de fuentes renovables.4.5.1.2.5. Promover con las autoridades competentes, la inclusión en la evaluación y autorización de proyectos de generación de energías renovables.	Con el emplazamiento del "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" se impulsa el desarrollo de proyectos de generación de energías renovables.

Contenido del Programa Temas Estratégicos	Línea de Acción	Vinculación con el proyecto
Objetivo 4.5.2. Mejorar el acceso a energías limpias en el estado. **Estrategia 4.5.2.1. Fomentar la generación de energías limpias**	4.5.2.1.2. **Promover la operación de proyectos de inversión privada de energías no contaminantes**. 4.5.2.1.3. Establecer incentivos para que los sectores social y privado hagan uso de energías limpias.	Se promueve la participación privada en la inversión de proyectos de energías no contaminantes, incentivando el uso y aprovechamiento del recurso.
Estrategia 10.1.4. Promover buenas prácticas de sustentabilidad que garanticen la reducción de los impactos en el medio ambiente.	10.1.4.5. Potencializar las aptitudes geográficas del estado para el desarrollo de energías renovables.	Yucatán tiene una ubicación estratégica para el desarrollo de proyectos de fuentes renovables de energía, por ello, el Parque Fotovoltaico se pretende construir en la entidad.

III.3.2 Programa Sectorial Yucatán Verde y Sustentable, mediano plazo, 2018-2024

Este programa tiene como base "…los ejes y objetivos específicos de la Agenda 2030; así como también los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales (DESCA). Su alcance se determinará con la relación entre los Objetivos, Estrategias y Líneas de Acción (OELAs) generados y los contenidos establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2018-2024"[5].

[5]https://www.yucatan.gob.mx/docs/transparencia/ped/PMP/2018-2024/4._PMP_Yucatan_verde_y_sustentable.pdf#page=42&zoom=100,0,114

Este programa se compone de 8 temas estratégicos 11 objetivos, 21 estrategias y 87 líneas de acción, para su atención en el mediano plazo. De los cuales, destacan para el presente proyecto aquellos enfocados al tema de "Energía Renovable", mismos que se exponen a continuación.

Tabla III-15 Vinculación con el Programa Sectorial Yucatán Verde y Sustentable.

Contenido del Programa Temas Estratégicos	Argumento y/o línea de acción	Vinculación con el proyecto
Principales Hallazgos **Apartado de Energía Sustentable**	Yucatán como parte del sistema eléctrico peninsular, presenta una **proyección de incremento del 3.8% anual** en la demanda máxima de energía, información presentada por la Secretaría de Energía en el programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2019-2033. Actualmente el estado tiene una demanda máxima de 900MW, la cual no logra cubrir. **El estado no genera la energía suficiente demandada por los diversos sectores;** residencial, comercial, industrial, agrícola y servicios. **Para poder cubrir estas necesidades se requiere intercambio de energía con otras zonas del país, elevando las tarifas de energía,** que se deriva en un escenario de inestabilidad energética que propicia dificultades en el desarrollo y	En concordancia con esta cita, el proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", contribuirá con el Sistema eléctrico Peninsular a disminuir la demanda de Energía Eléctrica, la cual se generará a partir de fuentes renovables. En consecuencia, evitará el intercambio con otras zonas del país y esto se reflejará en un equilibrio justo en las tarifas, de menor costo. Así pues, fortalece uno de los ejes fundamentales para disminuir los GEI, que es: **1. Generar la mayor cantidad de energía con fuentes limpias.**

Contenido del Programa Temas Estratégicos	Argumento y/o línea de acción	Vinculación con el proyecto
	competitividad del estado y los consumidores. **Yucatán genera el 86.4% de su energía proveniente de fuentes fósiles,** por lo cual, genera emisiones de gases de efecto invernadero. El estado requiere trabajar en dos ejes fundamentales: **1. Generar la mayor cantidad de energía con fuentes limpias.** 2. Disminuir su consumo de energía.	
Objetivo 5.1: Incrementar el uso y eficiencia de energía sustentable en el estado **Estrategia 5.1.1: Promover el uso de energías renovables a partir de eólica, solar y de biomasa para combatir el cambio climático.**	Líneas de Acción: 5.1.1.1. **Apoyar la transición al uso de energía renovable** 5.1.1.2. Reforzar la formación de capital humano para la investigación e implementación en el uso de energías renovables. 5.1.1.3. **Coordinar la implementación de proyectos de generación y uso de energía renovable de acuerdo a las condiciones sociales y ambientales del estado.** 5.1.1.4. Gestionar la regulación de la generación de energía distribuida, enfocada en zonas rurales marginadas	El proyecto se formuló con la finalidad de fomentar la transición energética, de fuentes fósiles a fuentes renovables. De igual forma, se ha planificado en estricto apego a los lineamientos jurídicos y normativos aplicables al Sector Energético y Ambiental, principalmente. Para su optimo emplazamiento se ha coordinado con las diferentes dependencias de gobierno con la finalidad de obtener los permisos

Contenido del Programa Temas Estratégicos	Argumento y/o línea de acción	Vinculación con el proyecto
	5.1.1.5. **Vincular el sector académico de investigación de energía limpia con el sector empresarial y de gobierno.**	necesarios para su construcción y operación. A partir de la experiencia se promoverá el intercambio académico para el desarrollo de energías limpias.

III.3.3 Programa Especial de Acción por el Clima

Este programa "…se basa en la revisión y análisis de diversas fuentes de información generadas por instancias competentes en la materia a nivel federal tales como el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), investigaciones locales en materia de mitigación y adaptación; instrumentos de política climática estatal -*Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático de Yucatán*-; e insumos generados a través de consultorías con organizaciones de la sociedad civil y centros investigación mediante procesos de retroalimentación participativa con diversos actores clave a nivel sectorial, gubernamental y social"[6].

Una de las Oportunidades que destacan en este programa y que se vinculan con las características del Parque Fotovoltaico es la del "Alto potencial de energía renovable en Yucatán, en particular para generar energía eólica, solar y biomasa".

[6] https://www.yucatan.gob.mx/docs/transparencia/ped/PMP/2018-2024/Pmp_Clima.pdf

A continuación, se expone el "Tema Estratégico 1" referente a la reducción de gases de efecto invernadero y su vinculación con el proyecto.

Tabla III-16 Programa Especial de Acción por el Clima.

Contenido del Programa Temas Estratégicos	Línea de Acción	Vinculación con el proyecto
Tema Estratégico 1. Reducción de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) **OBJETIVO 1. 1 mejorar las acciones y políticas públicas que permitan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el Estado de Yucatán.** **Estrategia 1.1.1 Promover la generación de energías renovables y la eficiencia energética para reducir emisiones de gases de efecto invernadero.**	**Líneas de Acción:** 1.1.1.1 **Reforzar la producción de la energía solar fotovoltaica** como medio de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. 1.1.1.6 Consolidar la vinculación efectiva de los sectores; académico, centros de investigación e industriales para el desarrollo óptimo de las energías renovables.	En concordancia con este programa, la construcción del Parque Fotovoltaico promueve y refuerza la producción de energía solar fotovoltaica y la eficiencia energética, así mismo, se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. Y como se mencionó, a partir de la experiencia se promoverá el intercambio académico para el desarrollo de energías renovables.

III.3.4 Programa Regional (VII Regiones)

"Los programas regionales son programas de mediano plazo (PMP) que derivan del Plan Estatal de Desarrollo (PED), de acuerdo con el art.29, 30, 33 y 34 de la ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Yucatán en el que se describen los objetivos y elementos que deberán contener".[7]

El proyecto se ubica al Este del municipio de Tekax, este municipio pertenece a la Región VII, por lo tanto, se analizan las estrategias y líneas de acción incidentes en esta Región y que aplican al proyecto, mismas que se desglosan en la siguiente tabla.

Tabla III-17 Programa Regional, Región VII.

Contenido del Programa Temas Estratégicos	Líneas de Acción	Vinculación con el proyecto
Política Pública 7.4.5 Energía asequible y no contaminante **Objetivo Regional 7.4.5.1 Incrementar la generación de energía no contaminante en la región** **Estrategia Regional 7.4.5.1.1 Impulsar el desarrollo**	**Líneas de acción** 7.4.5.1.1.1 Promover proyectos en el sector empresarial que contribuyan al desarrollo tecnológico de energías limpias 7.4.5.1.1.2 Fomentar la vinculación entre los diferentes sectores para la implementación conjunta de proyectos de eficiencia energética y energías limpias 7.4.5.1.1.3 Promover la investigación y capacitación en torno a las energías renovables	Con la Construcción del proyecto se promueve el desarrollo tecnológico entorno a la energía fotovoltaica, como fuente renovable y se consolida la transición energética.

[7] https://www.yucatan.gob.mx/docs/transparencia/ped/PMP/2018-2024/11._PMP_Regional.pdf

Contenido del Programa Temas Estratégicos	Líneas de Acción	Vinculación con el proyecto
tecnológico de energías limpias		
Estrategia Regional 7.4.5.1.2 Impulsar la generación de energía de fuentes renovables y la eficiencia energética compatible con el entorno social y ambiental	**Línea de acción** 7.4.5.1.2.1 Promover proyectos de energías renovables en los ámbitos industrial y residencial 7.4.5.1.2.2 Impulsar la implementación de energías limpias en los gobiernos municipales de la región 7.4.5.1.2.3 Promover la generación y gestión de energía distribuida y autónoma a través de fuentes renovables	Con el emplazamiento del "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" se impulsa el desarrollo de proyectos de generación de energías renovables.

III.4 Marco Federal, Leyes y Reglamentos

III.4.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

De acuerdo con las disposiciones que contempla la Constitución[8] en relación con los objetivos del "Proyecto Energías Renovables Kiin", se establece la siguiente vinculación.

[8] http://www.sct.gob.mx/JURE/doc/cpeum.pdf

Tabla III-18 Constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 4	Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley. Conforme al sustento al impulso y creación de planes y programas de desarrollo, se establecen los lineamientos que lo sustentan con el siguiente artículo:	El proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", se alinea con la normatividad aplicable en los diferentes niveles de gobierno, por lo tanto, se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, con el objeto de que la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) determine las disposiciones a seguir para su emplazamiento, planteando las medidas de mitigación necesarias que contrarresten los posibles impactos adversos causados al ambiente. La finalidad es garantizar un ambiente sano durante la construcción operación y desmantelamiento del proyecto.
Articulo 73 **Fracción XXIX-G**	Corresponde al Gobierno Federal, de los Gobiernos de los estados y de los municipios, expedir las leyes que establezcan sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico	

III.4.2 Ley Orgánica de la Administración Pública Federal

Esta Ley[9][10] "establece las bases de organización de la Administración Pública Federal, centralizada y paraestatal"[11]. Conforme a este marco de referencia, el promovente reconoce las atribuciones y facultades que tiene la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), para evaluar los proyectos y dar las autorizaciones respectivas en términos ambientales, de acuerdo con lo que establece el artículo 32 Bis, Fracciones III y XI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, de igual forma reconoce a la Secretaria de Energía como el órgano federal facultado para conducir la Política Energética y a la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano como conductora de la Planeación y el Ordenamiento Territorial. En la tabla siguiente se muestra la vinculación del proyecto con este ordenamiento en lo que se refiere a corresponsabilidad jurídica en materia de política ambiental, política energética y regulación del suelo.

Tabla III-19 Vinculación del proyecto con la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 32 Bis Fracciones I, II, III y XI	A la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, corresponde el despacho de los siguientes asuntos: I. Fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su	El Promovente reconoce las facultades conferidas a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales como la institución encargada de conducir la política ambiental en materia de recursos naturales, por lo tanto, se apega a las disposiciones, normas

[9] Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de diciembre de 1976, Texto vigente, última reforma publicada DOF 20/11/2021.

[10] https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwjJ1b-J-uvOAhUBT2MKHanLAu4QFggpMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.ordenjuridico.gob.mx%2FDocumentos%2FFederal%2Fwo13235.doc&usg=AFQjCNGfeXSP-cqg_vpoaOT9Y79_NGkD_w&sig2=bdQ0kL6Ow-JO1A0VtC0-CQ

[11] Artículo 1º, Ley Orgánica de la Administración Pública Federal

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	aprovechamiento y desarrollo sustentable. II. Formular y conducir la política nacional en materia de recursos naturales, siempre que no estén encomendados expresamente a otra dependencia; así como en materia de ecología, saneamiento ambiental, agua, regulación ambiental del desarrollo urbano y de la actividad pesquera, con la participación que corresponda a otras dependencias y entidades. III. Administrar y regular el uso y promover el **aprovechamiento sustentable de los recursos naturales** que correspondan a la Federación, con excepción de los hidrocarburos y los minerales radioactivos. IV Establecer, con la participación que corresponda a otras dependencias y a las autoridades estatales y municipales, normas oficiales mexicanas sobre la preservación y restauración de la calidad del medio ambiente; sobre los ecosistemas naturales; sobre el **aprovechamiento sustentable de los recursos naturales**... XI. Evaluar y dictaminar las manifestaciones de impacto ambiental	oficiales y requerimientos necesarios para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la evaluación del impacto ambiental, con el objeto de llevar a cabo la construcción y operación del "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin."

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	de proyectos de desarrollo que le presenten los sectores público, social y privado; resolver sobre los estudios de riesgo ambiental, así como sobre los programas para la prevención de accidentes con incidencia ecológica.	
Artículo 33 Fracción I y XXIX	A la **Secretaría de Energía,** corresponde el despacho de los siguientes asuntos: I. Establecer, conducir y coordinar la política energética del país, así como **supervisar su cumplimiento con prioridad en la seguridad y diversificación energéticas, el ahorro de energía y la protección del medio ambiente,** para lo cual podrá, entre otras acciones y en términos de las disposiciones aplicables, coordinar, realizar y promover programas, proyectos, estudios e investigaciones sobre las materias de su competencia. XXIX Fijar la política de eficiencia energética de la industria eléctrica y la política para establecer nuevas centrales eléctricas tendientes a satisfacer las necesidades del país y a dicha política de eficiencia energética de la industria eléctrica, así como establecer los requerimientos obligatorios en materia de energías limpias para la generación eléctrica;	En materia de política energética el promovente ha realizado actividades coordinadas con la Secretaría de Energía para la proyección del Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin, apegándose a disposiciones aplicables en el ámbito de diversificación de energías, aprovechamiento de energías limpias, transición energética y protección del medio ambiente. Así mismo, se apega a las disposiciones establecidas en la política de eficiencia energética para establecer nuevas centrales eléctricas tendientes a satisfacer las necesidades del país.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 41 **Fracciones I y XX**	A la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano corresponde el despacho de los siguientes asuntos: I. Impulsar, en coordinación con las autoridades estatales y municipales, la planeación y el ordenamiento del territorio nacional para su máximo aprovechamiento [...]. XX. Promover la construcción de obras de infraestructura y equipamiento para el desarrollo regional y urbano, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales y con la participación de los sectores social y privado.	El promovente reconoce las facultades conferidas a la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano como entidad responsable del impulso, coordinación y promoción de la planeación y el ordenamiento territorial del país, por lo que, se apega a la normatividad aplicable en la materia. Así mismo, con la Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin, se contribuye con la construcción de la infraestructura necesaria para el desarrollo regional y urbano con la participación del sector privado.

III.4.3 Ley de Planeación

Esta Ley[12] tiene por objetivo establecer las bases de integración y funcionamiento del Sistema Nacional de Planeación Democrática; las bases para que las acciones de los particulares contribuyan a alcanzar los objetivos y prioridades del plan y los programas[13], así mismo, establecer las normas de organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

[12] http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/59_060515.pdf

[13] Artículo 1º, Ley de Planeación.

Tabla III-20 Vinculación del proyecto con la Ley de Planeación.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 3	Se entiende por planeación nacional de desarrollo como la ordenación racional y sistemática de acciones que en base al ejercicio de las atribuciones del Ejecutivo Federal en materia de en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales, tiene como propósito la transformación de la realidad del país, de conformidad con las normas, principios y objetivos que la propia Constitución y la ley establecen. Mediante la planeación se fijarán objetivos, metas, estrategias y prioridades, así como criterios basados en estudios de factibilidad cultural; se asignarán recursos, responsabilidades y tiempos de ejecución, se coordinarán acciones y se evaluarán resultados.	En el ámbito del Sistema Nacional de Planeación Democrática, la proyección del Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin, adoptó como marco de referencia y guía lo que deriva del Plan Nacional de Desarrollo (Proyecto de Nación) en lo relativo a Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo, Transición Energética y Energías Limpias.
Articulo 21	El Plan Nacional de Desarrollo precisará los objetivos nacionales, estrategia y prioridades del desarrollo integral y sustentable del país, contendrá previsiones sobre los recursos que serán asignados a tales fines; determinará los instrumentos y responsables de su ejecución,	

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	establecerá los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional; sus previsiones se referirán al conjunto de la actividad económica, social y cultural, tomando siempre en cuenta las variables ambientales que se relacionen a éstas y regirá el contenido de los programas que se generen en el sistema nacional de planeación democrática. La categoría de Plan queda reservada al Plan Nacional de Desarrollo.	

III.4.4 Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), es el instrumento jurídico competente en asuntos relativos a la "preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como de la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable"

En relación con el proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", es preciso señalar que esta Ley establece condiciones y requisitos que el proyecto debe cumplir en sus diferentes etapas.

En la tabla siguiente se presenta el contenido de aquellos artículos que de algún modo se vinculan con las obras y actividades del proyecto.

Tabla III-21 Vinculación con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Artículo	Contenido	Vinculación con el proyecto
Artículo 3 Fracciones XX y XXI	Para los efectos de esta Ley se entiende por: **XX.- Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza; **XXI.- Manifestación del impacto ambiental:** El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo;	El presente documento se integró con base en las definiciones plasmadas en este precepto, en su modalidad **Regional**, a partir de lo cual, se determinan las condiciones jurídicas y normativas relativas al aprovechamiento y preservación de los recursos naturales para el proyecto.
Artículo 4	...La distribución de competencias en materia de regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de los recursos forestales y el suelo, estará determinada por la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**	Debido a que una fracción del proyecto se emplazará sobre terrenos forestales, es necesario que la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales autorice el "cambio de uso del suelo por excepción", para lo cual, la Promovente estará llevando a cabo el trámite respectivo, en congruencia con lo dispuesto en el Capítulo I, Titulo Quinto, de la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**
Artículo 5 Fracción X	Son facultades de la Federación: X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su	La Federación a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), evaluaran el proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" en materia de Impacto

Artículo	Contenido	Vinculación con el proyecto
	caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes	Ambiental, por tratarse de una obra referida en el artículo 28, fracción II y VII de esta ley, con la finalidad de determinar su viabilidad ambiental y autorización correspondiente.
Artículo 28 Fracciones II y VII	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;** VII.- **Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;**	El proyecto se encuentra dentro de los supuestos del Artículo 28, Fracción II y VII de esta ley, pertenece al subsector de la **Industria Eléctrica** y requiere **cambio de uso del suelo en terrenos forestales**, motivo que lo condiciona a cumplir con el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental para ser autorizado por la Secretaría

Artículo	Contenido	Vinculación con el proyecto
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… Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría…	La promovente presentará ante la SEMARNAT la presente **Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional**, relativa al proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", solicitando su evaluación y autorización en la materia. Así mismo, el contenido y características del documento se han integrado en concordancia con lo establecido en el Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. En caso de haber modificaciones al proyecto, la promovente le notificará oportunamente a la SEMARNAT los cambios.
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	La solicitud de evaluación de impacto ambiental se ajustará a las formalidades previstas en esta Ley, el reglamento y normas oficiales mexicanas aplicables. Asimismo, se han considerado como marco de referencia en materia de política ambiental y ordenamiento territorial los Programas de desarrollo

Artículo	Contenido	Vinculación con el proyecto
	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.**	urbano (Estatal, Municipales y Parciales), Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial, Programas Sectoriales, Áreas Protegidas decretadas, Normas oficiales y demás ordenamientos que al respecto aplican al proyecto.
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 NOMs expedidas por la Secretaría".	Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción, se prevé la generación de polvos de bajo impacto, producto de las excavaciones y acarreos, los cuales no rebasarán los límites máximos permitidos, según las Normas Oficiales Mexicanas que para el efecto apliquen, ya que se tomarán las medidas preventivas necesarias para evitar su propagación, como el **riego constante en las áreas de maniobra.**
Artículo 134 Fracción II	Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. **Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;**	Al respecto de este Artículo, durante el desarrollo del proyecto **se implementarán acciones preventivas y de control para el manejo adecuado de los residuos generados en sus diferentes etapas**, como la instalación de contenedores, filtros y delimitación de áreas concretas para dicho fin; en la

Artículo	Contenido	Vinculación con el proyecto
		etapa de limpieza, se hará la remoción del suelo en los sitios de obras provisionales.
Artículo 136	Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar: I. La contaminación del suelo; II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos; III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y IV. Riesgos y problemas de salud.	Como medida preventiva para evitar cualquier tipo de contaminación, afectaciones al suelo y alteraciones nocivas en su proceso biológico; se emplearán tareas para el manejo de los residuos, como la **implementación de un sistema de recolecta interno con un almacén temporal de residuos sobre piso impermeable de concreto**.
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…. El Reglamento y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que identifiquen y clasifiquen los materiales y residuos peligrosos por su grado de peligrosidad, considerando sus características y volúmenes; además, habrán de diferenciar aquellos de alta y baja peligrosidad. Corresponde a la Secretaría la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos.	Los residuos generados en las distintas etapas del proyecto, se dispondrán en sitios autorizados y se les dará un manejo adecuado, desde la generación hasta su disposición final en concordancia con el Reglamento y las normas oficiales competentes.

Artículo	Contenido	Vinculación con el proyecto
Artículo 151	**La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera.** En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.	Durante las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, los residuos generados se identificarán, clasificarán y manejarán conforme a los lineamientos establecidos en la NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás legislación aplicable. En caso de existir algún residuo peligroso, se separará para evitar que se mezcle con otros residuos. Asimismo, en caso de una contingencia por posible contaminación del suelo se atenderá conforme a las disposiciones aplicables en las leyes y normas de esta materia. Por ejemplo: En la etapa de limpieza del sitio se ha considerado como medida de rehabilitación, descompactar el suelo de los sitios de obras provisionales, así como remover las áreas donde llegase a ocurrir algún derrame de combustibles y/o aceites, para entregarse a una empresa especializada y autorizada en su manejo
Artículo 152 Bis	Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones de este, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.	
Artículo 155	**Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos**	En correspondencia con este Artículo, durante el desarrollo del proyecto se cuidará de no rebasar los límites máximos permisibles de emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y

Artículo	Contenido	Vinculación con el proyecto
	establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones; así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio y el ambiente.	lumínica, así como la generación de contaminación visual. La maquinaria pesada y vehículos contarán con dispositivos de mitigación de ruido, adicionalmente se realizarán monitoreos periódicos de ruido, con el objeto de no incrementar de forma significativa los decibeles. Procurando la integridad del personal que labore en el desarrollo del proyecto, se usará el equipo de seguridad que se menciona en la **Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008**.

III.4.4.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de evaluación del impacto ambiental.

En su Artículo primero se estipula que este Reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Al respecto, se señalan los artículos correlativos que resultaron aplicables del análisis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de impacto ambiental.

Tabla III-22 Vinculación con El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental (RLGEEPAEIA).

Artículo	Contenido	Vinculación con el proyecto
Artículo 4 Fracción I	Compete a la Secretaría: **I.** Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento	En cumplimiento con este precepto, la promovente presentará ante la SEMARNAT la presente **Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional**, relativa al proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", solicitando su evaluación y resolución respectiva. Así mismo, el proyecto requiere autorización para el **Cambio de Uso del Suelo** debido a que una fracción se encuentra dentro de "Suelo Forestal", lo cual, implica remoción parcial de vegetación en esas áreas. Por lo tanto, la promovente está en el proceso de elaboración del **Estudio Técnico Justificativo (ETJ)**, con el fin de obtener por parte de la SEMARNAT la autorización para el **Cambio de Uso del Suelo por Excepción**, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 93 de la Ley y en la **Sección VI**, artículos 140 y 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal, así como lo establecido en la Ley General de
Artículo 5 Incisos K y O	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 turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales; II. Construcción de estaciones o **subestaciones eléctricas de potencia o distribución**; III. **Obras de transmisión y sub-transmisión eléctrica** Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas".	

Artículo	Contenido	Vinculación con el proyecto
	O) CAMBIOS DE USO DE SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS; "I. **Cambio de uso del suelo** para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, **industriales o de servicios en predios con vegetación forestal**, …"	equilibro Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento
Artículo 9	**Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda**, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto	En congruencia con este lineamiento, el presente estudio se someterá a la Evaluación de Impacto Ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la modalidad regional, el cual está integrado por ocho capítulos señalados en los términos de referencia (guía) propuestos por la autoridad ambiental.
Artículo 11	**Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:** I.- Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; III.- Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y IV.- Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que	De acuerdo con este precepto, el presente documento se desarrolla en la "modalidad regional", debido a que el proyecto será un "Parque de generación de energía eléctrica con energía renovable y conlleva un conjunto de obras y actividades. Así mismo por su interacción con los diferentes componentes ambientales, se prevén impactos acumulativos.

Artículo	Contenido	Vinculación con el proyecto
	pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.	
Artículo 13	La **manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional**, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, en los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; IV. Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del SAR; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del SAR VII. Pronósticos ambientales regionales, y en su caso, evaluación de alternativas; VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental	La presente "Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad regional" se estructura y desarrolla conforme a los ocho capítulos enlistados en este precepto, Así mismo, la promovente ingresará la solicitud anexando los documentos requeridos, incluyendo constancia del pago de derechos.
Artículo 17	El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.	

III.4.4.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

El artículo primero de este ordenamiento[14] señala que "El presente Reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera".

Tabla III-23 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 13	Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	En concordancia con este artículo, el proyecto está alejado de los centros de población, existen 6 localidades rurales dispersas entorno a los 1,500m del proyecto y el principal centro de población es Ticum ubicado a 3km. Dichos asentamientos serán atendidos por un Plan de Gestión Social y se valorará su afectación por la posible dispersión de emisiones, garantizando una calidad del aire satisfactoria.

[14] Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de noviembre de 1988, Última reforma publicada DOF 31 de octubre de 2014.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Falta Artículo 28	Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.	En las distintas fases del proyecto, se supervisará el parque vehicular y toda aquella fuente fija y móvil involucrada, para garantizar que se encuentren siempre por debajo de los limites permisibles de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

III.4.5 Ley de Aguas Nacionales

Esta Ley[15] es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

[15] Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992, Texto vigente, Última reforma publicada DOF 24-03-2016.

Tabla III-24 Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 113	La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión": III. Los cauces de las corrientes de aguas nacionales; IV. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley;	De acuerdo con la cartografía de la Red Hidrográfica, escala 1.50,000, divulgada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, dentro del área del proyecto no hay cuerpos de agua, ni escurrimientos permanentes o perennes, no obstante, se realizarán los estudios hidrológicos necesarios para garantizar la no afectación en materia hidrológica.

III.4.5.1 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

De acuerdo con el artículo 1º del este reglamento[16] "El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales", por lo que establece los lineamientos que debe cumplir el "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" en sus diversas etapas de desarrollo y operación.

Tabla III-25 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
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	En correspondencia con este artículo, se prevé que el agua empleada en las diferentes actividades de construcción sea tratada y el abastecimiento

[16] http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/5783/1/reglamento_de_la_ley_de_aguas_nacionales.pdf

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	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.	provenga principalmente de pipas. Así mismo, para evitar la contaminación del agua subterránea, se instalará un almacén temporal de residuos cuyo firme sea de concreto para evitar la infiltración de algún liquido contaminante.

III.4.6 Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS)[17][18] "*es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción".*

En el Artículo 4 precisa que: *Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación,*

[17] Ley General de Vida Silvestre, publicada en el D.O.F., el 3 de julio de 2000, Texto vigente, Última reforma publicada en el D.O.F. el 19 de diciembre del 2016.

[18] http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/5779/1/ley_general_de_vida_silvestre.pdf

en perjuicio de los intereses de la Nación. La siguiente tabla muestra la vinculación de la construcción del Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin con esta Ley.

Tabla III-26 Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

Articulo	Contenido	Vinculación con el proyecto
Artículo 4	Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación. Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.	Con base en los muestreos de campo, se identificarán las especies presentes en área del proyecto y su entorno inmediato, la finalidad es planificar su rescate y reubicación de la manera más optima y salvaguardar la vida silvestre. Cabe resaltar que el área del proyecto es un terreno perturbado por la actividad agrícola, por lo que la presencia de vida silvestre es menor, no obstante, es probable que funcione como corredor de las áreas naturales circundantes.
Artículo 5	El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.	El promovente reconoce el objetivo de ésta Ley, por lo que para el desarrollo del proyecto se actuara de manera acorde a la política de conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable.
Artículo 15	La Secretaría promoverá la participación de todas las personas y sectores involucrados en la formulación	Durante el desarrollo del proyecto, el promovente participara de manera activa en la formulación y aplicación

Articulo	Contenido	Vinculación con el proyecto
	y aplicación de las medidas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre que estén dentro del ámbito de su competencia.	de las medidas para la conservación de la vida silvestre que este dentro de ámbito de su competencia.
Artículo 76	. La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats, el muestreo y seguimiento de sus poblaciones, así como el fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional; de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de las que de ellas se deriven, sin perjuicio de lo establecido en los tratados y otros acuerdos internacionales en los que México sea Parte Contratante.	A partir de los muestreos de campo se determinará la presencia de aves migratorias, así como de todas aquellas especies que estén en una categoría de Riesgo, con la finalidad de proponer las medidas necesarias.

III.4.6.1 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Este ordenamiento[19] reglamenta la Ley General de Vida Silvestre y en relación con el proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" se expone la siguiente tabla:

[19] http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf

Tabla III-27 Vinculación con el reglamento de la ley general de vida silvestre.

Articulo	Contenido	Vinculación con el proyecto
Artículo 132	La **Secretaría** determinará los eventos biológicos, los hábitat y poblaciones de vida silvestre en donde deberán ser reguladas las actividades que pudieran causar impactos significativos sobre estos sitios, a través de los planes de manejo para el aprovechamiento no extractivo de cada una de las actividades de que se trate, los cuales serán publicados en el Diario Oficial de la Federación y se encontrarán a disposición de los particulares a través de los medios con los que cuente la Secretaría. En tanto no sean publicados los planes de manejo correspondientes, los particulares podrán proponer el plan correspondiente para la actividad de que se trate. Para los efectos del presente artículo se entenderá que la actividad es de impacto significativo de acuerdo con los siguientes criterios: I. La relevancia del evento biológico, considerada como el momento del periodo de vida de un ejemplar en el que realiza actividades tendientes a su sobrevivencia o reproducción, que pueden verse afectadas si se alteran las condiciones del entorno en el que tienen lugar; II. El tamaño de la población; III. La frecuencia, considerada ésta como el número de ejemplares por unidad de tiempo o por unidad de área, y IV. Los posibles efectos sobre el ciclo biológico de los ejemplares objeto del aprovechamiento no extractivo.	De acuerdo con lo señalado en el presente artículo, se tiene que dentro del área del proyecto no se cuenta con planes de manejo vigentes que regulen el uso del territorio, sin embargo, como parte de las medidas de mitigación, se reducirá el impacto que el proyecto genere sobre la fauna presente en el sitio. Los resultados del avance de las medidas ejecutadas se verán reflejados en los informes anuales de cumplimiento.

III.4.7 Ley General de Cambio Climático

La presente Ley obedece a la Política Nacional del Cambio Climático[20], y *establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico*[21].

En el Artículo 2, menciona que tiene por objeto:

> "…garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; además, regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenos peligrosas en el sistema climático considerando en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma, entre otros".

De igual forma en el Artículo 3º, se precisa que para efectos de esta Ley se entenderá por *Cambio Climático a la variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables*.

A continuación, se destacan los artículos asociados al proyecto en términos de la "Política Nacional de Cambio Climático".

[20] http://www.inecc.gob.mx/descargas/2012_lgcc.pdf

[21] Artículo 1, Ley General de Cambio Climático.

Tabla III-28 Vinculación del proyecto con la Ley General del Cambio Climático.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 26 **Fracción I** **Fracción IV** **Facción V** **Fracción VI**	En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran; IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático V. Adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono; VI. Integralidad y transversalidad, adoptando un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores sociales y privados para asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático.	En atención a los principios descritos en este artículo, es importante destacar que la planta en su proceso de generación de energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos, favorece la política de transición del país hacia una economía de bajas emisiones de carbono. Así mismo, durante las diferentes etapas del proyecto, se ejecutarán diversas medidas preventivas que contrarresten los impactos adversos que pudieran presentarse. La finalidad es evitar daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico. En cumplimiento con la fracción VI, el presente documento se alinea con los criterios estipulados en los diversos instrumentos jurídicos de orden Federal Estatal, Municipal y Sectorial que son imputables al proyecto, con el objeto de fomentar la política nacional de cambio climático.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 29 **Fracción XVIII** **Fracción IV**	Se considerarán acciones de adaptación: XVIII. La infraestructura estratégica en materia de abasto de agua, servicios de salud y producción y abasto de energéticos. IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable…	En concordancia con las fracciones citadas, el proyecto se asocia con la infraestructura estratégica en materia de abasto de energéticos del subsector eléctrico, adoptando tecnologías limpias en su proceso de generación de energía eléctrica.
Artículo 33 **Fracción I** **Fracción IV** **Fracción V**	Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son: I. Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y/a transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono […]. V. Promover de manera prioritaria, tecnologías de mitigación cuyas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero sean bajas en carbono durante todo su ciclo de vida;	El proyecto promueve el uso de tecnologías limpias y eficientes para la generación de energía eléctrica, así como el uso de fuentes renovables, por lo que a su vez fomenta la protección del medio ambiente y el desarrollo sustentable.
Artículo 34 **Fracción I** **Inciso a)** **Inciso b)** **Inciso e)**	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**	**En vinculación con los incisos citados, con la construcción del proyecto se fomentan las prácticas de eficiencia energética y se promueve el uso de energías**

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	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… b) Desarrollar y aplicar incentivos a la inversión tanto pública como privada en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y tecnologías de cogeneración eficiente. Dichos incentivos se incluirán en la Estrategia Nacional, la Estrategia Nacional de Energía, la Prospectiva del Sector Eléctrico y en el Programa Sectorial de Energía. e) Fomentar la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, de conformidad con la legislación aplicable en la materia.	**renovables para la generación de electricidad.** **Así pues, para el desarrollo del proyecto, el promovente se alinea a las estrategias y líneas de acción establecidas en los diferentes programas relativos al Sector Energético de la Industria Eléctrica.**
Artículo 102	En materia de mitigación al cambio climático la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes: III Sustituir de manera gradual el uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía;	En correspondencia con este artículo y por la naturaleza del proyecto, su operación se suma a la sustitución gradual en el uso de combustibles fósiles por fuentes renovables de energía.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Articulo 58 **Fracciones I, II y III**	Son instrumentos de planeación de la política nacional de Cambio Climático los siguientes: I. La Estrategia Nacional; II. El Programa, y III. Los programas de las Entidades Federativas	En congruencia con la "Política Nacional de Cambio Climático", para la presente MIA, se analizó El Plan Nacional de Desarrollo (estrategia nacional) y Programas diversos en materia de planeación e impacto ambiental.

Esta ley aplica en sentido estricto ante el actuar de las autoridades de los distintos órdenes de gobierno. El proyecto no se contrapone con la misma, puesto que la Ley determina las acciones que deberán llevarse a cabo para la elaboración, formulación, coordinación, conducción, actualización e implementación de la política nacional, estatal y municipal en materia de cambio climático.

III.4.7.1 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones

Este ordenamiento[22] es reglamentario del artículo 87 de la Ley General de Cambio Climático, establece los criterios técnicos y administrativos que el proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" debe cumplir en materia de emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, lo cual, se precisa en la siguiente tabla.

[22] http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5365828&fecha=28/10/2014

Tabla III-29 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 3	Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifica como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes: I. Sector Energía: a. Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad	En relación con los artículos citados, el proyecto reportará a la SEMARNAT el registro de emisiones generadas por fuentes fijas y móviles que intervengan en el proyecto, debido a que se encuentra dentro de los supuestos del Articulo 3, Fracciones I y III, incisos a; y Articulo 4, Fracción 1, inciso a, del presente Reglamento. No obstante, es importante destacar que durante la fase operación las emisiones a la atmosfera serán casi nulas, por tratarse de un proyecto fotovoltaico.
Artículo 4	Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: I. Sector Energía: a. Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad: a.1. Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	

III.4.8 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La presente Ley[23] *regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y*

[23] http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/5782/1/ley_federal_de_responsabilidad_ambiental.pdf

aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental[24].

Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4o. Constitucional, por lo que *son de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental.*

Para la formulación y ejecución del proyecto se reconoce la responsabilidad y consecuencias que se asumen en el actuar dolosamente sobre la omisión de algún daño causado al medio ambiente, como se hace referencia en la tabla siguiente:

Tabla III-30 Vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 5	Obra dolosamente quien, conociendo la naturaleza dañosa de su acto u omisión, o previendo como posible un resultado dañoso de su conducta, quiere o acepta realizar dicho acto u omisión.	El promovente y la empresa constructora cuidarán que no se realice ningún acto u omisión de forma dolosa que pueda dañar los ecosistemas o el medio natural. Además, se implementarán medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales para reducir al máximo las afectaciones que puedan originarse con el proyecto.

[24] Artículo 1, Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Articulo 6	No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	Para dar cumplimiento a este precepto el proyecto manifestará por escrito a través de los estudios ambientales necesarios las afectaciones o deterioros ambientales que se pudiesen presentar durante la construcción y operación del proyecto, para lo cual, se elaboraran los programas ambientales que mitiguen o reviertan la afectación. De igual forma el proyecto se desarrollará en estricto apego a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 10	Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.	Se implementarán medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales para reducir al máximo las afectaciones que puedan originarse con el emplazamiento del proyecto, respondiendo de los daños que puedan provocarse al ambiente con motivo de las obras de construcción y mantenimiento.

III.4.9 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 constitucional en términos de los recursos forestales, en su Artículo 1° menciona que:

> "tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G de la Constitución Política

de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable[25]".

Cabe resaltar, que el proyecto se emplazará sobre terrenos perturbados por las actividades agrícolas y pecuarias, no obstante, existen algunas fracciones forestales, por lo que, es preciso solicitar a la SEMARNAT autorización para el Cambio de Uso del Suelo en dichas áreas.
En la Tabla siguiente se expone la vinculación del proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" con los preceptos de este ordenamiento en lo relativo a la regulación y proceso para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Tabla III-31 Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 2	Son objetivos generales de esta Ley: Contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológicos forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos.	En este instrumento, en congruencia con la LGEEPA, se determina que los proyectos contemplados a realizarse en zonas forestales requieren de un Estudio de Impacto Ambiental. La vinculación de este instrumento con el proyecto, se debe a que algunas áreas presentan vegetación forestal de tipo Selva Mediana Subcaducifolia y es en dicho instrumento donde se establece la necesidad de realizar los correspondientes Estudios Técnicos Justificativos (ETJ) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, siendo el motivo del presente

[25] http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259_100516.pdf

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
		estudio cumplir con el requisito exigido en materia, a lo cual el Promovente deberá elaborar el ETJ correspondiente posterior a la presente resolución en materia de impacto ambiental. En este sentido el promovente presentará la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) y el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) del trámite de cambio de uso de suelo forestal para dar cumplimiento a los requisitos establecidos en mencionados instrumentos jurídicos.
Artículo 93	**La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción,** previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales, demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el	En apego a este precepto, la promovente tiene previsto presentar ante la autoridad el Estudio Técnico Justificativo (ETJ). En dicho estudio, se fundamenta técnicamente que no habrá erosión del suelo, que no se compromete la biodiversidad y que no habrá deterioro en la calidad del agua o disminución de su caudal; asimismo, se propondrán los programas de conservación de suelos, rescate y reubicación de flora y fauna.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.	Cabe resaltar, que el predio arrendado para el desarrollo del "Parque Fotovoltaico Energías Kiin", está perturbado en su mayoría por la actividad agrícola y pecuaria, por lo que el cambio de uso del suelo en terrenos forestales será en las fracciones identificadas como tal durante las visitas de campo.
Articulo 97	No se podrá otorgar autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales donde la pérdida de cubierta forestal fue ocasionada por incendio, tala o desmonte sin que hayan pasado 20 años y que se acredite a la Secretaría que la vegetación forestal afectada se ha regenerado, mediante los mecanismos que, para tal efecto, se establezcan en el Reglamento de esta Ley	En este sentido, no se tiene registro de que en los últimos 20 años haya ocurrido un incendio dentro del terreno arrendado para el desarrollo del parque fotovoltaico. Se tiene registro que se ha destinado al pastoreo y cultivo.

III.4.9.1 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Este ordenamiento reglamenta la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y para efectos del proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" establece las especificaciones normativas necesarias para la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales,

en la tabla siguiente se presentan los artículos vinculados al cambio de uso del suelo para el proyecto.

Tabla III-32 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Artículo 139	**Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales**, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente: I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante; II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del	La promovente, mediante el formato expedido por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, solicitará la autorización para el ***Cambio de Uso del Suelo por Excepción***, de conformidad con lo señalado en los artículos 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, anexando el respectivo **Estudio Técnico Justificativo (ETJ)** cuyo contenido se estructurará de acuerdo con lo dispuesto en el **Artículo 141** de este Reglamento, asimismo, anexará todos los requerimientos expuestos en este precepto.

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	predio, así como copia simple para su cotejo; III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo; IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.	
Artículo 143	La Secretaría o, en su caso la ASEA, sin perjuicio de lo previsto en el artículo 140, segundo párrafo, resolverá las solicitudes de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales…	
Artículo 58	Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: I Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción,	En apego a este precepto, el proyecto requiere autorización para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales, por excepción, debido a que parte del trazo se encuentra dentro de "Suelo Forestal", lo cual implica remoción parcial de vegetación en esas áreas. Por lo tanto, la promovente

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
		está en el proceso de elaboración del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), con el fin de obtener la autorización por parte de la SEMARNAT para el Cambio de Uso del Suelo por Excepción, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 117 y 118 de esta Ley, Titulo Cuarto, Capitulo Segundo, artículos 120 y 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal, así como lo establecido en la Ley General de equilibro Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento

III.4.10 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Esta Ley (LGPGIR)[26][27][28], tiene por objeto *garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos*

[26] Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003, TEXTO VIGENTE, Última reforma publicada DOF, 22-05-2015.

[27] http://pnd.gob.mx/

[28] http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_220515.pd

y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.[29]

En su Artículo 5, fracción XXIX, la LGPGIR, define "Residuo" como *material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven. En este sentido, el proyecto generará diversos "Residuos" en sus diferentes etapas, apegándose en lo pertinente a lo que marca esta Ley.*

La vinculación y cumplimiento de las disposiciones aplicables de esta Ley en lo relativo a la generación y manejo integral de residuos durante las diferentes fases del proyecto, se puntualizan en la siguiente tabla.

Tabla III-33 Vinculación del proyecto con La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 2 **Fracción II** **Fracción III** **Fracción VII** **Fracción IX** **Fracción XI**	En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios: II. Sujetar las actividades relacionadas con la generación y manejo integral de los residuos a las modalidades que	El proyecto en sus prácticas adoptará los principios derivados de la política de prevención, valorización y gestión integral de los residuos con la finalidad de contribuir al desarrollo nacional sustentable. En este sentido, durante todas las etapas del proyecto se promoverá la prevención y minimización de la generación de residuos. Así mismo se promoverá capacitación en materia ambiental con la finalidad de generar una

[29] Artículo 1, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	dicte el orden e interés público para el logro del desarrollo nacional sustentable. III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas. VII. El acceso público a la información, la educación ambiental y la capacitación, para lograr la prevención de la generación y el manejo sustentable de los residuos. IX. La selección de sitios para la disposición final de residuos de conformidad con las normas oficiales mexicanas y con los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano. XI. La producción limpia como medio para alcanzar el desarrollo sustentable.	mayor educación ambiental en cuanto al manejo y gestión de residuos.
Articulo 5 **Fracción XXX** **Fracción XXXII**	Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por: XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos	Con base en las definiciones derivadas de este precepto, durante las diferentes etapas del proyecto los residuos generados se clasificarán como: -Residuos de Manejo especial, que corresponden a los generados en la fase de preparación del sitio,

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	por grandes generadores de residuos sólidos urbanos. XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley.	construcción y en el proceso productivo; -Residuos Peligrosos, que corresponde a los aceites empleados en la maquinaria durante la fase operativa de la planta y que por su toxicidad se manejaran de manera particular.
Articulo 31 **Fracción I** **Falta II**	Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente: I. Aceites lubricantes usados.	El desarrollo del proyecto contempla la implementación de un Programa de vigilancia ambiental en donde se consideren la gestión de residuos de cualquier tipo. Como parte de dichas tareas se colocaran en cada frente de trabajo contenedores etiquetados que refieran claramente el tipo de residuo, para depositar ahí los residuos generados, así como contendores especiales para el depósito residuos peligrosos. Además se habilitaran acopios temporales para cada tipo de residuo. La recolección, transporte y disposición se hará a través de prestadores de servicio autorizado.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
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.	Los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto se identificarán, clasificarán y manejarán conforme a los principios establecidos en el Artículo 2° y definiciones mencionadas en el Artículo 5° de la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas vigentes.
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.	Dentro del a adecuado manejo de los residuos peligrosos se consideran una serie de medidas preventivas como la colocación de contenedores adecuados para su almacenamiento; el habilitar un acopio temporal con las características adecuadas y requeridas por la Ley; así como la recolección, traslado y disposición mediante un prestador de servicio autorizado.
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 […]. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos	Para el manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos, se contratará a una empresa especializada y autorizada por la Secretaría para dicha actividad y se le notificará oportunamente a la SEMARNAT.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	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.	La promovente se registrará como microgenerador de acuerdo con el Articulo 44 de esta Ley, asimismo entregará reportes periódicos a la Secretaría, si así lo requiere, en cumplimiento con las disposiciones aplicables de esta Ley
Artículo 43	Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	
Artículo 44	Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores.	Por las características del proyecto, los residuos peligrosos generados serán aceites y materiales impregnados con aceites y combustibles, que de acuerdo con el presente Artículo le corresponde la categoría III. Microgeneradores, debido a que la cantidad de residuos peligrosos a generar será menor o igual a los 400 kilogramos.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 48	Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.	La empresa constructora obtendrá su registro ante la autoridad competente del gobierno federal, estatal como microgenerador de residuos peligrosos.
Artículo 95	La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	Durante las diferentes etapas del proyecto, se dará un manejo adecuado a los residuos generados, según lo planteado en el Programa de Vigilancia Ambiental en el apartado de residuos. El promovente, y en su caso la empresa constructora, se responsabilizarán del manejo, adecuado y oportuno de los residuos que se generen, alineándose en estricto con lo estipulado en la presente Ley.

III.4.10.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Este ordenamiento[30] tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la tabla siguiente se presentan los artículos complementarios a la ley de la industria eléctrica y que aplican al proyecto.

Tabla III-34 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Falta artículo 17	- Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos. La adhesión a un plan de manejo establecido se realizará de acuerdo a los mecanismos previstos en el propio plan de manejo, siempre que los interesados asuman expresamente todas las obligaciones previstas en él.	Para la elaboración del "Plan de Manejo de Residuos…" la promovente tomará como base todas las prescripciones necesarias establecidas en el presente reglamento y demás ordenamientos, según apliquen, para su optima ejecución.
Artículo 40	La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada	Dentro de las medidas consideradas en el manejo de residuos peligrosos,

[30] http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/4140/1/reg_lgpgir.pdf

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.	se encuentran medidas preventivas para evitar el derrame accidental sobre el suelo o fugas. En caso de derrame accidental de materiales o residuos peligrosos, o se mezclen con el suelo se manejará como se establece en este y otros ordenamientos normativos.
Artículo 40 Fracciones I, II y III	Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida; II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta	El promovente se sujetará al procedimiento descrito en este precepto para obtener su número de registro expedido por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, que de acuerdo con el Articulo 44, fracción III del presente reglamento le corresponde la categoría de "Microgenerador", debido a que la cantidad de residuos peligrosos a generar será menor o igual a los 400 kilogramos y corresponde a los aceites empleados en la maquinaria.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.	
Artículo 46	Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán: I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen; II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial; III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;	Dentro de las medidas consideradas para el manejo de residuos y que se incluirán dentro del Plan de Vigilancia Ambiental se incluyen las siguientes: 1. Se identificar y clasificar los residuos peligrosos 2. Se manejarán por separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí 3. Se envasarán los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico y en las condiciones óptimas para su manejo. 4. Se marcarán o etiquetaran los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables. 5. Se almacenar adecuadamente los residuos, conforme a su categoría de

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables; V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley; VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable; VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes; VIII.	generación y conforme lo establece el presente reglamento. 6. Los residuos se transportarán y manejarán conforme a lo que se establece en el presente reglamento.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables. Las condiciones establecidas en las fracciones I a VI rigen también para aquellos generadores de residuos peligrosos que operen bajo el régimen de importación temporal de insumos.	
Artículo 65	Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la Secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente. Cuando se trate del cierre de la instalación, los generadores presentarán el aviso señalado en el párrafo anterior [...]	Se dará cumplimiento a este lineamiento cuando se suspenda la generación de residuos peligrosos o se suspenda la actividad generadora de los residuos. En su caso se notificará cuando se haga el cierre de las instalaciones, dando cabal cumplimiento a las prescripciones derivadas del presente artículo.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 83	El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente: I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios; II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.	Para el manejo adecuado de los residuos peligrosos se instalará un almacén temporal, que contará con las características señaladas en el artículo en mención, sobre todo aquellas consideraciones que eviten la contaminación de componentes del medio ambiente.
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.	No se tiene contemplado el almacenamiento por periodos mayores a 6 meses, sin embargo, en caso de requerirlo, la empresa constructora o el promovente tramitarán la prórroga a que se refiere el artículo 65 del presente ordenamiento, en tiempo y forma.

III.4.11 Ley de la Industria Eléctrica

Esta ley[31] es reglamentaria de los artículos 25, párrafo cuarto; 27 párrafo sexto y 28, párrafo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto *"regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades de la industria eléctrica. Las disposiciones de esta Ley son de interés social y orden público. Esta Ley tiene por finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes."*[32]

El proyecto **Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin**, por su naturaleza, pertenece al Sector Eléctrico e Industria Eléctrica, por lo cual, durante su construcción y operación se apegará a los lineamientos dispuestos en este marco legislativo. En la tabla a continuación se destaca lo relativo al proyecto.

Tabla III-35 Vinculación del proyecto con la Ley de la Industria Eléctrica.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 1	Esta Ley tiene por finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes.	Con la construcción del Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin, se promueve y fortalece el desarrollo sustentable de la Industria Eléctrica para garantizar la operación continua a partir de energías limpias, contribuyendo a reducir las emisiones contaminantes en la generación de electricidad.

[31] http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5355986&fecha=11/08/2014

[32] Artículo 1o, Ley de la Industria Eléctrica.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 3 **Fracción XXII** **Inciso b)**	Para los efectos de esta Ley, se entenderá por: XXII. Energías Limpias: Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan. Entre las Energías Limpias se consideran las siguientes: b) La radiación solar, en todas sus formas	El proyecto se enmarca en las definiciones señaladas en este precepto, de Energías Limpias. Por tratarse de una Planta Solar Fotovoltaica, se enmarca en el rubro de "Radiación solar, en todas sus formas".
Artículo 4,	El Suministro Eléctrico es un servicio de interés público. La generación y comercialización de energía eléctrica son servicios que se prestan en un régimen de libre competencia. Las actividades de generación, transmisión, distribución, comercialización y el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional son de utilidad pública y se sujetarán a obligaciones de servicio público y universal en	En concordancia con este precepto, el proyecto en sus diferentes etapas y actividades se sujetará a las obligaciones del servicio público y universal en términos de esta Ley y de las disposiciones aplicables. Ya que será un generador de energía eléctrica.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	términos de esta Ley y de las disposiciones aplicables, a fin de lograr el cabal cumplimiento de los objetivos establecidos en este ordenamiento legal. Son consideradas obligaciones de servicio público y universal las siguientes: I. Otorgar acceso abierto a la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución en términos no indebidamente discriminatorios. II. Ofrecer y prestar el Suministro Eléctrico a todo aquél que lo solicite, cuando ello sea técnicamente factible, en condiciones de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y sustentabilidad. III. Cumplir con las disposiciones de impacto social y desarrollo sustentable establecidas en el Capítulo II del Título Cuarto de esta Ley. IV. Contribuir al Fondo de Servicio Universal Eléctrico, conforme a lo señalado en el artículo 114 de esta Ley. V. Cumplir con las obligaciones en materia de	

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	Energías Limpias y reducción de emisiones contaminantes que al efecto se establezcan en las disposiciones aplicables. VI. Ofrecer energía eléctrica, potencia y Servicios Conexos al Mercado Eléctrico Mayorista basado en los costos de producción conforme a las Reglas del Mercado y entregar dichos productos al Sistema Eléctrico Nacional cuando sea técnicamente factible, sujeto a las instrucciones del CENACE.	
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. Los permisionarios y sus representantes están obligados al cumplimiento de las Reglas del Mercado. El permisionario o una persona distinta a él podrán representar total o parcialmente a cada Central Eléctrica en el Mercado Eléctrico Mayorista, en los	La planta producirá un total de 50 Mw por lo que contará con permiso otorgado por la CRE para generar energía eléctrica en el territorio nacional y se sujetará al cumplimiento de las Reglas del Mercado.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	términos permitidos por las Reglas del Mercado.	
Falta artículo 117	Los proyectos de infraestructura de los sectores público y privado en la industria eléctrica atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar.	El proyecto se desarrollará con total transparencia, atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de la zona.
Artículo 120.-	Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica deberán presentar a la Secretaría una evaluación de impacto social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación correspondientes. La Secretaría emitirá el resolutivo y recomendaciones que correspondan, en los términos que señalen los reglamentos de esta Ley.	En correspondencia con este precepto, el promovente está en proceso de elaboración del estudio de "Evaluación de Impacto Social", el cual, incluye: el estudio de línea base del área de influencia, la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales, medidas de mitigación de impactos negativos, medidas de ampliación de impactos positivos y un Plan de Gestión Social. Una vez concluido se presentará ante la Secretaría de Energía para su revisión y aprobación, así mismo, atenderá las recomendaciones derivadas de dicha revisión.
Artículo 123	Los Suministradores, los Usuarios Calificados Participantes del Mercado y los Usuarios Finales que	En cumplimiento de este precepto, el proyecto se sujetará al cumplimiento de las obligaciones de Energías

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	se suministren por el abasto aislado, así como los titulares de los Contratos de Interconexión Legados que incluyan Centros de Carga, sean de carácter público o particular, estarán sujetos al cumplimiento de las obligaciones de Energías Limpias en los términos establecidos en esta Ley.	Limpias en los términos establecidos por esta Ley.
Artículo 126	Para efectos de las obligaciones de Certificados de Energías Limpias: I. La Secretaría establecerá los requisitos para la adquisición de Certificados de Energías Limpias, que deben cumplir los Suministradores, los Usuarios Calificados Participantes del Mercado y los Usuarios Finales que reciban energía eléctrica por el abasto aislado, así como los titulares de los Contratos de Interconexión Legados, asociados al consumo de los Centros de Carga que representen o incluyan; II. La Secretaría establecerá los criterios para su otorgamiento en favor de los Generadores y Generadores Exentos que produzcan energía eléctrica a partir de Energías Limpias;	En correspondencia con este articulo, el promovente tramitará ante la Comisión Reguladora de Energía (CRE), el Certificado de Energías Limpias para el Proyecto, atendiendo y cumpliendo con los requisitos establecidos por la Secretaría.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	III. La CRE otorgará los Certificados de Energías Limpias que correspondan, emitirá la regulación para validar su titularidad y verificará el cumplimiento de dichas obligaciones;	

III.4.11.1 Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica

Este ordenamiento[33] en su artículo 1º precisa que tiene por objeto "…establecer las disposiciones que regulan la planeación y control operativo del Sistema Eléctrico Nacional, así como las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la industria eléctrica; procurar el cumplimiento de las obligaciones de Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y de servicio universal que propicien la operación continua, eficiente y segura de la Industria Eléctrica."

Con relación al párrafo anterior, el proyecto se relaciona con las actividades de generación y transmisión de la industria eléctrica, por lo cual, es necesario enmarcarlo en los mandatos que establece este reglamento y que para el efecto apliquen al proyecto, sobresalen los expuestos en la tabla a continuación:

33 http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/MarcoLegalyNormativo/Lists/Reglamentos/Attachments/58/ReglamentodelaLeydelaindustriaelectrica.pdf

Tabla III-36 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 10	La CRE establecerá en las Bases del Mercado Eléctrico, los criterios que deberá observar el CENACE en las subastas que llevará a cabo para adquirir potencia a que se refiere el artículo 135 de la Ley, incluyendo la coordinación con los procesos de planeación para asegurar la Confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional. En dichas subastas no se podrá limitar la tecnología que aporte la solución técnica requerida por el CENACE.	El promovente reconoce a la Comisión Reguladora de Energía y al CENACE como los organismos que definen las bases y criterios para la participación en el sistema eléctrico nacional.
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. Para efectos de lo anterior, se considerará la capacidad neta que una Central Eléctrica haga disponible al Sistema Eléctrico Nacional [...]	Conocida la potencia total entregada por la instalación y el consumo previsto de todos los equipos y elementos auxiliares requeridos para el funcionamiento de la planta solar, se obtendrá una potencia eléctrica de **5**0Mw. Por lo tanto, el promovente solicitará a la Comisión Reguladora de Energía, permiso para la construcción y operación del proyecto.

III.4.12 Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética

Esta ley es reglamentaria del artículo 28 constitucional, párrafo octavo: "el Poder Ejecutivo contará con los órganos reguladores coordinados en materia energética, denominados Comisión Nacional de Hidrocarburos y Comisión Reguladora de Energía, en los términos que determine la ley". El proyecto por pertenecer al Sector Energético, Subsector Eléctrico y para tener un desarrollo eficiente, está obligado a atender las directrices determinadas por la Comisión Reguladora de Energía, como se hace referencia en la tabla siguiente:

Tabla III-37 Vinculación del proyecto con la Ley de los Órganos Reguladores en Materia Energética

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
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.	Para el Parque fotovoltaico Energías Renovables Kiin, el promovente acatará las reglas que establezca la Comisión Reguladora de Energía, con la finalidad de lograr el desarrollo eficiente en la generación y transmisión de energía eléctrica.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Articulo 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.	

III.4.13 Ley de Transición Energética

Este ordenamiento[34] sustituye a la ley para el aprovechamiento sustentable de la energía y es reglamentaria de la política nacional de energía en materia de Energías Limpias y Eficiencia Energética teniendo por objeto la regulación del 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*[35].

El proyecto Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin, se vincula directamente con esta ley por ser un generador de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la radiación solar, por lo que es considerada una forma de producción de energías limpias.

[34] http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LORCME_110814.pdf

[35] Artículo 1, Ley de Transición Energética.

La siguiente tabla expone su vinculación del proyecto con este ordenamiento.

Tabla III-38 Vinculación del proyecto con la Ley de Transición Energética.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Falta Artículo 2	Artículo 2.- Para los efectos del artículo anterior, el objeto de la Ley comprende, entre otros: II Facilitar el cumplimiento de las metas de Energías Limpias y Eficiencia Energética establecidos en esta Ley de una manera económicamente viable; IV. Determinar las obligaciones en materia de aprovechamiento sustentable de la energía y Eficiencia Energética; V. Establecer mecanismos de promoción de energías limpias y reducción de emisiones contaminantes; VIII. Promover el aprovechamiento sustentable de la energía en el consumo final y los procesos de transformación de la energía;	Dado que el proyecto se caracteriza por generar electricidad a partir de fuentes renovables se enmarca y apega a los numerales coincidentes citados de este artículo.
Artículo 4	La Estrategia deberá establecer Metas a fin de que el consumo de energía eléctrica se satisfaga mediante un portafolio de alternativas que incluyan a la Eficiencia Energética y una proporción creciente de generación con Energías Limpias, en condiciones de viabilidad económica. A través de las Metas de Energías Limpias y las	Con la construcción del Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin, se fortalece e impulsa la Eficiencia Eneregética y se garantiza la generación de electricidad con energías limpias, de manera sustentable, bajo condiciones económicas y de mercado del país.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	Metas de Eficiencia Energética, la Secretaría promoverá que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias alcance los niveles establecidos en la Ley General de Cambio Climático para la Industria Eléctrica. Para ello, la Secretaría deberá considerar el mayor impulso a la Eficiencia Energética y a la generación con Energías Limpias que pueda ser soportado de manera sustentable bajo las condiciones económicas y del mercado eléctrico en el país.	
Artículo 6	Los integrantes de la Industria Eléctrica en general, así como los Usuarios Calificados participantes del Mercado Eléctrico Mayorista, sean de carácter público o particular, y los titulares de los Contratos de Interconexión Legados estarán obligados a contribuir al cumplimiento de las Metas de Energías Limpias en los términos establecidos en la legislación aplicable.	La Construcción del proyecto, contribuirá al cumplimiento de las metas de energías limpias, que de acuerdo con la prospectiva 2012 – 2026 planteada por la Secretaría de Energía es la siguiente: Incrementar al 35% la participación de las tecnologías limpias en la generación eléctrica para el 2026
Artículo 35	El PRONASE es el instrumento mediante el cual el Ejecutivo Federal, de acuerdo con la Ley de Planeación, establecerá las acciones, proyectos y actividades derivadas de la Estrategia que permitan alcanzar las Metas en materia de Eficiencia Energética	El proyecto, en sus diferentes etapas, se alineará con las estrategias y líneas de acción planteados en el PRONASE y que al efecto apliquen, con la finalidad de ayudar a lograr las metas propuestas en materia de Eficiencia Energética.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	establecidas en términos de esta Ley. Será un programa especial en los términos de la Ley de Planeación. El orden de importancia de las acciones a desarrollar estará en función de la rentabilidad social de las mismas	
Artículo 68	Con el objetivo de fomentar el crecimiento de Energías Limpias a que se refiere la presente Ley y en los términos establecidos en la Ley de la Industria Eléctrica, la Secretaría establecerá obligaciones para adquirir Certificados de Energías Limpias. Con el objeto de mantener igualdad de competencia, estas obligaciones se aplicarán, a bienes consumidos en territorio nacional cuyo proceso de producción sea intensivo en energía.	El promovente se sujetará a las obligaciones establecidas por la Secretaría de Energía, para adquirir el Certificado de Energías Limpias, en coordinación con la Comisión Reguladora de Energía.

En virtud de esta ley el proyecto no se contrapone con las disposiciones derivadas de esta, por el contrario, coadyuva a su ejecución y prospección.

III.5 Marco Estatal, Leyes y Reglamentos

III.5.1 Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

Esta Ley es reglamentaria para el Estado de Yucatán[36], en su Artículo 1º, establece que tiene por objeto lo siguiente:

> I.- Proteger el ambiente en el Estado de Yucatán, con el fin de regular y evitar efectos nocivos de origen antropogénico y natural;
> II.- Garantizar el derecho de todos los habitantes del Estado a disfrutar de un ambiente ecológicamente equilibrado que les permita una vida saludable y digna;
> III.- Definir los principios mediante los cuales se formulará, conducirá y evaluará la política ecológica y ambiental del Estado, y establecer los instrumentos para su aplicación;
> IV.- Preservar y restaurar el equilibrio de los ecosistemas para mejorar el ambiente en el Estado. Así como prevenir los daños que se puedan causar al mismo, en forma tal que sean compatibles con la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la conservación y preservación de los recursos naturales y del ambiente;
> V.- Fijar, administrar, regular, restaurar y vigilar las áreas naturales protegidas de competencia estatal; así como manejar y vigilar aquéllas cuya administración se asuma por convenio con la Federación o los municipios;
> VI.- Determinar las competencias y atribuciones del Estado y de los Municipios, conforme a los lineamientos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Tratados Internacionales, Leyes Federales de la materia, la Constitución Política del Estado de Yucatán, y demás ordenamientos aplicables en la materia;
> VII.- Instituir las bases para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación de los programas de ordenamiento ecológico del territorio del Estado de Yucatán;
> VIII.- Prevenir y controlar la contaminación a la atmósfera, agua y suelo, en el Estado, salvo aquéllos casos que sean de competencia Federal o Municipal;

[36] *Artículo 1, fracciones II y VII, publicada en el Diario Oficial del Gobierno del Estado, 4 de abril de 1988, última reforma Diario Oficial, 29 de agosto de 1996.*

IX.- Establecer las medidas de control, de seguridad y las sanciones administrativas que correspondan, para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta ley y de las disposiciones que de ella emanen;

X.- Regular los mecanismos adecuados para garantizar la reparación de los daños al ambiente, y

XI.- Promover y establecer la participación social para el desarrollo, gestión y difusión ambiental.

Esta ley establece los mecanismos y atribuciones en materia de política ecológica y ambiental que el proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" debe seguir para su emplazamiento. En la siguiente tabla se expone y vincula el contenido de aquellos Artículos asociados al proyecto.

Tabla III-39 Ley de protección al medio ambiente del estado de Yucatán.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 15	En la **planeación del desarrollo estatal** y de conformidad con la **política ambiental**, deberán incluirse **estudios y la evaluación del impacto ambiental** de aquellas obras, acciones o servicios que se realizan en el Estado y que puedan generar un deterioro en los ecosistemas.	Al respecto, el presente estudio, así como el Estudio Técnico Justificativo que se elaborará, obedecen a la **Política Ambiental,** debido a que el proyecto se emplazará parcialmente sobre terrenos forestales y por sus características, dimensiones y distribución territorial influirá directamente sobre la planeación del desarrollo estatal.
Artículo 17	Los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán deberán tener como finalidad el **aprovechamiento sustentable de los recursos naturales** y la regulación de los asentamientos humanos para determinar el potencial productivo de las actividades económicas	El proyecto, así como el presente estudio se enmarcan y alinean con las política y criterios de regulación ecológica plasmados en los siguientes Programas donde incide: • Programa de Ordenamiento Ecológico General del territorio. • Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán. El propósito es no contravenir la política ambiental del estado.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 24 **Fracción II**	El **ordenamiento ecológico del territorio del Estado será considerado en la regulación del aprovechamiento de los recursos naturales**, en la localización de las actividades productivas secundarias y en los asentamientos humanos, así como en: **II.-** Las autorizaciones, proyectos, ejecución de obras y establecimiento de actividades productivas	El proyecto, así como el presente estudio se enmarcan y alinean con los criterios ecológicos plasmados en los modelos de ordenamiento ecológico citados en el Artículo anterior. Con relación al **Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán**, el proyecto se localiza al Oeste de la "UGA 3B", denominada "Valle de Ticul" cuya Política Ambiental es la de Aprovechamiento, cabe destacar, que ningún criterio prohíbe la construcción de Parques Fotovoltaicos, no obstante, establece diversas recomendaciones y condiciones que se deben cumplir en el aprovechamiento de los recursos, las cuales, la promovente acatará según aplique al proyecto.
Artículo 28 **Fracciones I y IV**	El Poder Ejecutivo emitirá normas técnicas ambientales, las cuales tienen por objeto establecer los requisitos o especificaciones, condiciones, parámetros y límites permisibles en: **I.- El desarrollo de las actividades humanas que puedan afectar** la salud, el medio ambiente y **los recursos naturales**; I**V.- El aprovechamiento de los recursos naturales** y realización de actividades en las reservas territoriales, áreas naturales protegidas o zonas prioritarias de preservación o restauración ecológica de los centros de población.	El proyecto cumplirá con los requisitos, especificaciones, condiciones, parámetros y límites permisibles establecidos en las normas técnicas emitidas por el Ejecutivo del Estado de Yucatán, para el desarrollo del proyecto y el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales (viento). Así mismo, para garantizar un ambiente sano en el entorno de las poblaciones próximas, se atenderá con diferentes medidas dentro del Plan de Manejo Ambiental en materia de ruido, dispersión de emisiones, luminiscencia, residuos, etc. Por ejemplo, durante la fase de construcción se regará con agua tratada las

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
		zonas de maniobras, principalmente en temporada de estiaje.
Artículo 31	El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades que no sean de competencia Federal, será evaluado por la Secretaría y sujeto a la autorización de ésta, con la participación de los municipios respectivos, en los términos de esta Ley y su Reglamento cuando por su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos…	El proyecto, por sus características e impacto regional, no será evaluado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Estado de Yucatán, la presente Manifestación de Impacto Ambiental será turnada a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para su evaluación.
Articulo 32	Requieren de la autorización establecida en el artículo anterior, las personas físicas o morales que pretendan realizar las siguientes obras o actividades: **XVII.- La construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución, así como las obras de transmisión y subtransmisión eléctrica** que pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas;	
Artículo 67.	Para realizar cualquier obra o actividad en el entorno de los cenotes, cuevas o grutas o el interior de éstos, se requerirá de la autorización de la Secretaría, además de los correspondientes permisos que deban otorgar las autoridades federales o municipales en el ámbito de la competencia que les corresponda.	El trazo del proyecto no cruzará por ningún cenote, cueva o gruta, sin embargo, la cobertura del Sistema Ambiental Regional abarca algunos de ellos, para lo cual la promovente se coordinará con la autoridad competente para tomar las medidas necesarias al respecto.
Artículo 95.	Las emisiones contaminantes a la atmósfera tales como, humo, polvos, gases, vapores, olores, ruido, vibraciones y energía	Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción, se prevé la generación de polvos de bajo impacto, producto de las

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	lumínica, no deberán rebasar los límites máximos permisibles contenidos en las normas oficiales vigentes, en las normas técnicas ambientales que se expidan y en las demás disposiciones locales aplicables en el Estado de Yucatán. Los propietarios de fuentes fijas y móviles que generen cualquiera de estos contaminantes, están obligados a instalar mecanismos para la recuperación y disminución de las emisiones contaminantes.	excavaciones y acarreos, los cuales, no rebasarán los límites máximos permitidos, según las Normas Oficiales Mexicanas que para el efecto apliquen, ya que se tomarán las medidas preventivas necesarias para evitar su propagación hacia los centros de población próximos, principalmente dentro de los 500m a la redonda que es donde puede haber mayor concentración de dichas emisiones.

III.5.1.1 Reglamento de Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

De acuerdo con el Artículo 1° de este Reglamento[37], tiene por objeto regular la aplicación de las disposiciones de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán y su aplicación es para el estado de Yucatán. A continuación, se presenta lo relativo al desarrollo del proyecto.

Tabla III-40 Vinculación con el Reglamento de la Ley de protección al medio ambiente del estado de Yucatán.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 31	En materia de Impacto Ambiental, compete a la Secretaría, la evaluación del proyecto de factibilidad, del Informe Preventivo, de la Manifestación de Impacto Ambiental, del Estudio de Riesgo y del Programa de Restauración, en su caso, para la	La construcción del "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" por tratarse de un proyecto de impacto regional, la modalidad que le compete en Materia de Impacto ambiental es Regional, no obstante, para obtener los permisos necesarios en el

[37] https://sds.yucatan.gob.mx/marco-juridico/?Offset=15

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
	autorización de las obras o actividades a las que se refieren los artículos 31 y 32 de la Ley	estado de Yucatán, se presentará como parte de los requisitos establecidos en el Artículo 32 de este reglamento.
Artículo 32.	Las personas físicas o morales que pretendan realizar alguna o algunas de las obras o actividades referidas en los artículos 31 y 32 de la Ley, deberán obtener antes de su inicio, la factibilidad urbana-ambiental, para lo cual deberán presentar a la Secretaría el Informe Preventivo, la Manifestación de Impacto Ambiental, el Estudio de Riesgo y en su caso el Programa de Restauración (...) Las obras o actividades que se realicen sin contar con la factibilidad urbano ambiental y la autorización de Impacto Ambiental, serán sancionadas en los términos que establece la Ley y este Reglamento.	

III.5.2 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Estado de Yucatán.

Esta Ley es Reglamentaria para el Estado de Yucatán y contiene los lineamientos para el adecuado manejo de los Residuos Sólidos y de Manejo especial que son de competencia estatal. La vinculación del proyecto con esta ley se realiza en la tabla a continuación:

Tabla III-41 Vinculación con Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos para el estado de Yucatán

Artículo	*Descripción*	Vinculación
Artículo 6	- Los residuos objeto de esta Ley se clasifican en: I.- Residuos de manejo especial: II.- Residuos Sólidos:	El proyecto tiene contemplado elaborar un **Plan de Manejo Integral de Residuos**. Su clasificación y manejo se realizará conforme a las categorías y especificaciones establecidas en el presente Artículo.
Articulo 32	Se requiere la Licencia Ambiental Única, y la autorización que de ella derive, ambas, otorgadas por la Secretaría, para llevar a cabo la etapa de disposición final del Manejo integral de residuos sólidos.	Para la disposición final de los residuos sólidos derivados de las etapas de construcción, operación y desmantelamiento se contará con la Licencia Ambiental Única conforme a los lineamientos establecidos en la presente Ley y su Reglamento.
Artículo 43.-	El Manejo integral de los residuos sólidos comprende las siguientes etapas: I.- Reducción en la fuente; II.- Separación; III.- Reutilización; IV.- Limpia o barrido; V.- Acopio; VI.- Recolección; VII.- Almacenamiento; VIII.- Traslado o transportación; IX.- Co-procesamiento; X.- Tratamiento; XI.- Reciclaje, y XII.- Disposición final.	El **Plan de Manejo Integral de Residuos** en su formulación incluirá las etapas establecidas en este precepto.
Artículo 58	El Manejo integral de los residuos de manejo especial comprende las etapas señaladas en el artículo 43 de esta Ley, con excepción de la etapa de limpia o barrido.	Los residuos de manejo especial que se generen en el proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", serán manejados conforme a la normatividad aplicable, y transportados

Artículo	*Descripción*	Vinculación
		por personas autorizadas por el Instituto, quienes, a su vez, lo depositarán en sitios de disposición final avalados por la Autoridad, cerciorándose en todo momento de que se cuenta con los permisos necesarios para dichas actividades.

III.5.2.1 Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Estado de Yucatán.

Este Reglamento atiende los preceptos y lineamientos de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Estado de Yucatán. Para la planificación y ejecución del proyecto es preciso atender las directrices establecidas en dicho Reglamento para el adecuado manejo de los residuos y su disposición final.

Tabla III-42 Vinculación con Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos para el estado de Yucatán.

Artículo	*Descripción*	Vinculación
Artículo 24	La Secretaría publicará en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, el listado de residuos de manejo especial sujetos a planes de manejo de acuerdo a las normas oficiales y las normas técnicas vigentes, y lo difundirá en los demás medios que considere convenientes.	El proyecto tiene contemplado elaborar un **Plan de Manejo Integral de Residuos**. Su clasificación y manejo se realizará conforme a las categorías y especificaciones establecidas en el presente Artículo.
Artículo 25.	El plan de manejo, sus modalidades y la información que debe contener, se ajustarán a lo establecido en las normas oficiales, formatos o guías que se expidan para tal efecto por las	

Artículo	*Descripción*	Vinculación
	autoridades estatales o federales, y demás disposiciones aplicables.	
Artículo 63.	La infraestructura para el manejo integral de los residuos de manejo especial deberá cumplir, al menos, con los siguientes requisitos: I. Establecer una barrera perimetral conformada por especies de flora de la región, en los límites del predio; II. Establecer la señalización correspondiente en las vialidades internas y en los componentes de la infraestructura; III. Contar con pozos de monitoreo del agua subterránea, de acuerdo al flujo de la misma; IV. Tener especificadas y delimitadas las vías de entrada y salida de vehículos al lugar; V. Elaborar un plan de control de plagas, compatible con el medio ambiente; VI. Llevar una bitácora de operación sobre el manejo de los residuos, que incluya la medida de los ingresos, salidas, tratamiento y destino final. Esta bitácora deberá presentarse a la Secretaría, cuando ésta lo requiera; VII. Establecer un sistema de control para el manejo y tratamiento de los lixiviados que se pudieran generar durante la operación; VIII. Elaborar un plan de emergencia para casos de incendio, fugas de lixiviados y contingencias ambientales; IX. Diseñar un plan de control de ruido, polvos y olores; X. Proveer de vigilancia el lugar en el que operen, para evitar el ingreso clandestino de residuos y personas no autorizadas; XI. Identificar la fachada principal con el nombre o razón social de la persona física o moral de	Para la elaboración del "Plan de Manejo de Residuos…" la promovente tomará como base todas las prescripciones necesarias establecidas en el presente reglamento y demás ordenamientos, según apliquen, para su optima ejecución. Dentro de las medidas consideradas para el manejo de residuos y que se incluirán dentro del Plan de Gestión Ambiental se incluyen las siguientes: 1. Se identificará y clasificaran los residuos peligrosos 2. Se manejarán por separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí 3. Se envasarán los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico y en las condiciones óptimas para su manejo. 4. Se marcarán o etiquetaran los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables. 5. Se almacenar adecuadamente los residuos, conforme a su categoría de generación y conforme lo establece el presente reglamento. 6. Los residuos se transportarán y manejarán conforme a lo que se establece en el presente reglamento.

Artículo	*Descripción*	Vinculación
	que se trate, el tipo de residuos a recepcionar, el número de registro y el número de autorización ante la Secretaría; XII. Tener piso o alguna otra barrera de impermeabilización para cumplir con la protección al suelo y subsuelo; XIII. Delimitar físicamente el área del terreno; XIV. Contar con equipo de seguridad, extintores, hidrantes, alarmas y material de primeros auxilios, y XV. Los demás que establezcan otras disposiciones aplicables, y los que determine la Secretaría y otras autoridades competentes de conformidad con la normatividad de la materia.	

III.5.3 Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán

La presente Ley es de orden público y observancia general en el Estado de Yucatán 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.

III Garantizar el aprovechamiento y uso racional y sustentable de la fauna.

IV Fomentar la participación entre los diversos sectores de la sociedad basada en una cultura ecológica que incluya el respeto, atención, cuidado y trato humanitario hacia la fauna.

V Instrumentar los lineamientos para la implementación de una política en materia de protección de la fauna.

VI Establecer mecanismos de seguridad, protección, vigilancia, y sanción en contra del maltrato y los actos de crueldad a los animales, en los términos que establezcan esta Ley y demás disposiciones aplicables.

Es importante considerar este marco normativo como referencia para el emplazamiento del proyecto, ya que este se ubicará parcialmente sobre terrenos forestales, hábitat de flora y fauna, por lo que se deben tomar las medidas preventivas necesarias durante las tareas de rescate y reubicación con la cautela de causar el menor daño o maltrato a la fauna del Estado de Yucatán. En la siguiente tabla se expone el contenido más relevante vinculado al proyecto:

Tabla III-43 Vinculación con Ley para la protección de fauna en el estado de Yucatán

Artículo	Descripción	Vinculación
Articulo 21 Fracciones I, IV y V	Se considera de interés público: I.- Conservar, restaurar y fomentar el hábitat natural de la Fauna Silvestre que habita en el Estado IV.- Fomentar la educación ambiental, el respeto, cuidado y protección de la Fauna Silvestre V.- Proteger a la Fauna Silvestre y a sus refugios naturales de las acciones destructoras del ser humano y la naturaleza	En correspondencia con este artículo y ratificando lo escrito en el apartado respectivo de la Ley General de la Vida Silvestre, que, durante el desarrollo del proyecto no se contemplan acciones sobre la vida silvestre en perjuicio de los intereses de la Nación. Por el contrario, y con el fin de preservar los recursos naturales se implementarán las acciones de rescate y reubicación tanto de Fauna como de Flora, para garantizar los procesos naturales de reproducción y permanencia de la vida silvestre" Asimismo, por medio de la implementación de un **Programa de Educación Ambiental,** se pretende fomentar en la comunidad local la concientización sobre el respeto, cuidado y protección de la fauna Silvestre

III.5.3.1 Reglamento de la Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán

De acuerdo con el Artículo 1, este Reglamento "es de observancia general en el territorio del Estado y tiene por objeto regular la aplicación de las disposiciones de la Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán."[38]

Tabla III-44 Vinculación con el Reglamento de la Ley para la protección de fauna en el estado de Yucatán.

Artículo	Descripción	Vinculación
Sección II De la Fauna Silvestre y Especies en Riesgo Articulo 24	Cualquier persona, deberá respetar las condiciones de hábitat de los ejemplares de Fauna Silvestre y, en su caso, denunciar la comisión de actos de crueldad y maltrato a las especies en vida libre o en confinamiento destructoras del ser humano y la naturaleza	Durante las actividades de rescate y reubicación de fauna, el manejo se realizará por personal capacitado empleando las técnicas y condiciones necesarias para salvaguardar la integridad de la fauna reubicada.
Artículo 27.	La persona física o moral que pretenda iniciar cualquier obra o actividad que pudiera ocasionar daños al hábitat, a las zonas de refugio o de anidación de Fauna Silvestre, deberá contar con los estudios de impacto ambiental, o documento legal que ampare dicho proyecto.	Antes de iniciar cualquier actividad de construcción, se contará con la autorización de la **Manifestación de Impacto Ambiental** y con el respectivo **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.**

[38]https://sds.yucatan.gob.mx/archivos/marco-juridico-publicaciones-oficiales/archivos/201912131872.pdf

III.5.4 Ley de Planificación del Estado de Yucatán

Esta ley norma la planeación y ejecución de obras y resoluciones llevadas a cabo dentro del estado de Yucatán, con la finalidad que sea de manera coordinada, racional, armónica y estética para lograr el mejoramiento de vida de sus habitantes. El proyecto atenderá lo dispuesto en esta ley de acuerdo con los artículos referidos en la siguiente tabla.

Tabla III-45 Vinculación con la ley de planificación del estado de Yucatán.

Artículo	Descripción	Vinculación
Artículo 17	Son atribuciones del Ejecutivo del Estado en materia de planificación, además de las expresadas en otras disposiciones de esta Ley, las siguientes: **III.** Autorizar los proyectos de obras de planificación, sometiéndolos previamente a la Comisión de Planificación en los siguientes casos: **e)** Cuando por su importancia y transcendencia, así lo determinen el propio Ejecutivo	Por la importancia y trascendencia del proyecto, la promovente lo someterá a las consideraciones del Ejecutivo del Estado para su evaluación y aprobación, así mismo, se coordinará con la instancia adecuada para la realización de los trámites respectivos.
Artículo 26	**Los** estudios, anteproyectos o **proyectos de obras que formulen** los Comités Ejecutivos, **los particulares** u otras dependencias oficiales, deberán presentarse al Ejecutivo o a los Ayuntamientos, según el caso, a fin de que se les dé el trámite correspondiente.	

III.5.5 Ley Estatal de Planeación

Esta Ley aplica en el Estado de Yucatán y tiene por objeto establecer "*Las bases de integración y funcionamiento del Sistema Estatal de Planeación del Desarrollo Integral del Estado; Las bases para que las acciones de los particulares contribuyan a alcanzar los objetivos y prioridades de planes y programas*" [39], entre otros.

Tabla III-46 Vinculación con Ley Estatal de Planeación

Artículo	Descripción	Vinculación
Artículo 15	Son elementos del Sistema Estatal de Planeación: el Plan Estatal de Desarrollo; el Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Yucatán y sus órganos e integrantes; los comités de planeación para el desarrollo de los municipios; el subsistema de participación social; la normatividad legal y administrativa relativa al proceso de planeación; y, los recursos humanos y económicos destinados a la planeación del desarrollo del Estado. El conjunto ordenado de estos elementos y su utilización sistemática por el gobierno del Estado para lograr el desarrollo integral de Yucatán constituyen el Sistema Estatal de Planeación. **El sistema estatal, a su vez, forma parte del Sistema Nacional de Planeación Democrática**	Bajo este precepto, dadas las características del proyecto y el impacto que tendrá sobre la región, es preciso alinearlo con el Sistema Nacional de Planeación Democrática, para lo cual, se analizan los diversos Planes y Programas del Estado de Yucatán que para el efecto apliquen al proyecto, acatando las disposiciones y lineamientos que de ellos deriven, con la finalidad de coadyuvar a lograr el desarrollo integral del Estado.
Artículo 57.	Las políticas que normen el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieren al Ejecutivo para fomentar, promover, regular, restringir, orientar, prohibir y, en general, **inducir acciones de los particulares en materia económica y**	El proyecto se enmarca dentro los objetivos y prioridades del Plan Estatal en materia de Desarrollo Regional y de los Programas Sectoriales en materia energética, ya que la infraestructura

[39] *Artículo 1, fracciones II y VII, publicada en el Diario Oficial del Gobierno del Estado, 4 de abril de 1988, última reforma Diario Oficial, 29 de agosto de 1996.*

Artículo	Descripción	Vinculación
	social, se ajustarán a los objetivos y prioridades del Plan Estatal y de los programas.	eléctrica es una condición necesaria para el desarrollo.

III.6 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS[40]

III.6.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, las Regiones Hidrológicas Prioritarias son significativas, ya que albergan una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Estas conexiones son fundamentales para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de la población, no sólo a escalas local y regional, sino también a nivel nacional y global.

Así pues, el proyecto no está dentro de alguna RHP, las más próximas son: al Noreste, a una distancia aproximada de 7.86km está la RHP "Zona Citrícola", y al Sureste, a una distancia aproximada de 7.76km, está la RHP "Cono Sur Peto", como se ilustra a continuación.

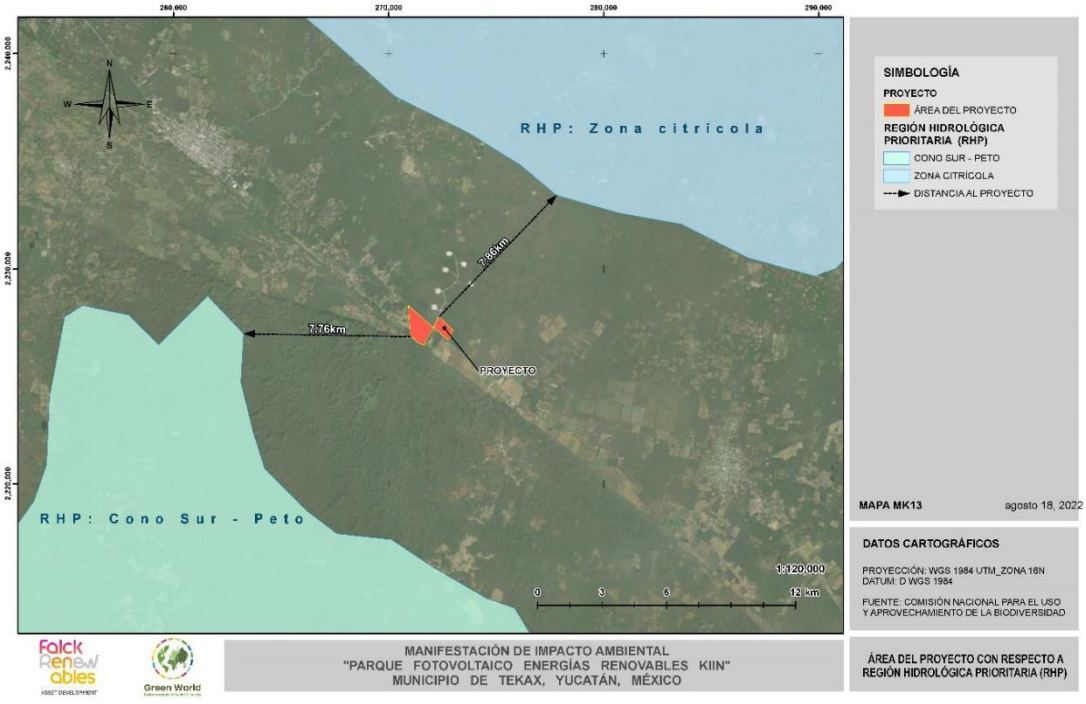


Figura III.4. Distancia a Región Hidrológica Prioritaria

III.6.2 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), las Regiones Terrestres Prioritaria (RTP) son importantes para la conservación de la biodiversidad, debido a que sus "características físicas y bióticas favorecen condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad (CONABIO, 2017)". Cabe resaltar que estas Regiones no son restrictivas, son indicativas ambientalmente y establecer un proyecto dentro de ellas conlleva el desarrollo y la ejecución de programas ambientales específicos que garanticen la conservación de la biodiversidad. No obstante, el proyecto no se encuentra dentro de alguna RTP, la más próxima está a 46km de distancia, aproximadamente, hacia el Sureste del proyecto y se trata de la RTP "Zonas Forestales de Quintana Roo", como se ilustra a continuación.

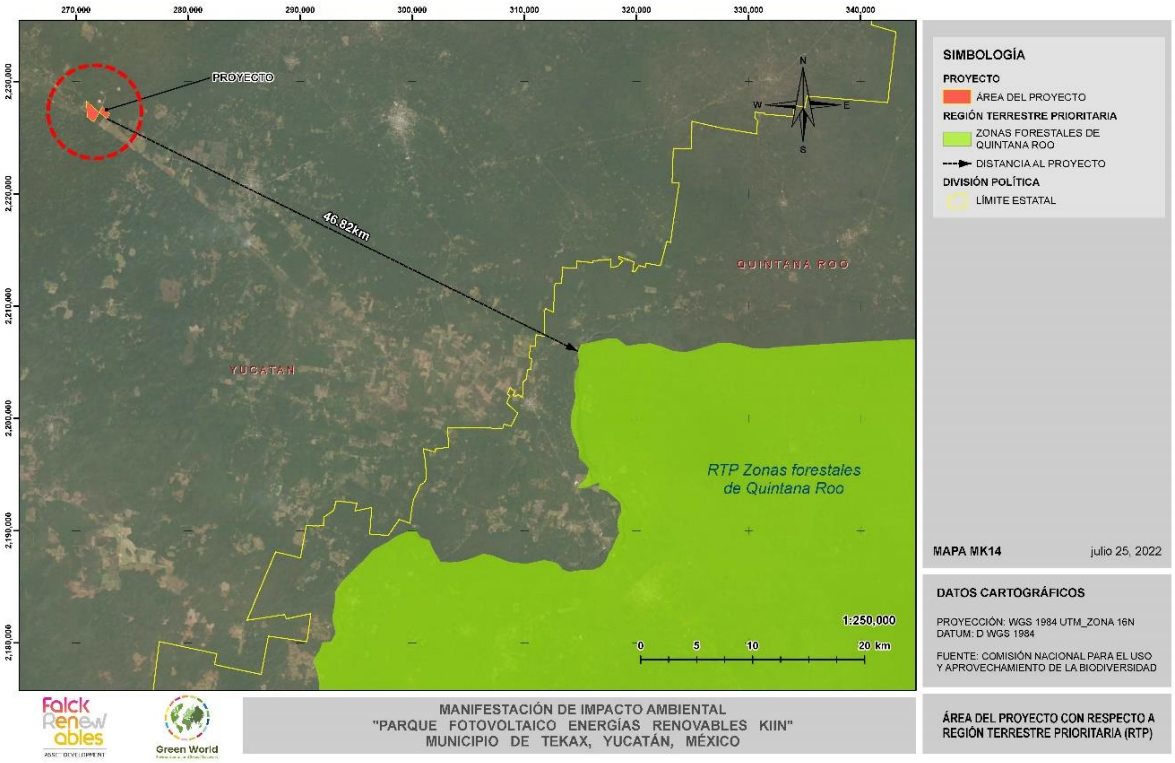


Figura III.5. Distancia a Región Terrestre Prioritaria

III.6.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) y Sitios Ramsar

Para el emplazamiento del proyecto es importante identificar los sitios RAMSAR y AICAS que se encuentren en el entorno al área de interés, ya que estos sitios son reconocidos internacionalmente por la convención de RAMSAR y están regulados por los tratados internacionales, se trata de humedales de alta importancia mundial que albergan distintas especies y son el hábitat de diversas aves acuáticas.

De acuerdo con los datos cartográficos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, el proyecto no está dentro de algún sitio RAMSAR, sin embargo, dos terceras partes de las parcelas, aproximadamente, están dentro de la AICA "Sierra Ticul", la cual, se considera importante por lo que a continuación se cita:

> … por la variedad de aves que se encuentran en su hábitat que es primordialmente la selva baja, hábitat que no está debidamente protegido en alguna otra región de la Península de Yucatán. Se considera una región orográfica única. El Punto Put alberga la única área que contiene selva mediana subcaducifolia en buen estado de conservación, además de parches de selva baja caducifolia. La composición florística y la estratificación de la vegetación propician zonas de refugio, alimentación y reproducción de las aves, así como de otras especies. Las condiciones climáticas anuales lo hacen ser una opción para el descanso de aves migratorias de primavera y otoño. En el área se presentan dos cuerpos de agua importantes como el lago de Chicancanab y la Esmeralda, considerados los más importantes de la Península de Yucatán. En cuanto a la avifauna tiene 232 especies incluyendo especies catalogadas en peligro, amenazadas o raras[41].

En las figuras siguientes se muestra el polígono del proyecto dentro de la citada AICA, así como, la distancia a los sitios RAMSAR próximos, que son: a 493km al Norte, "Parque Estatal Lagunas de Yala hau y a 46.6km al Sureste, "Laguna de Chichankanab".

[41] conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/SE-29.html

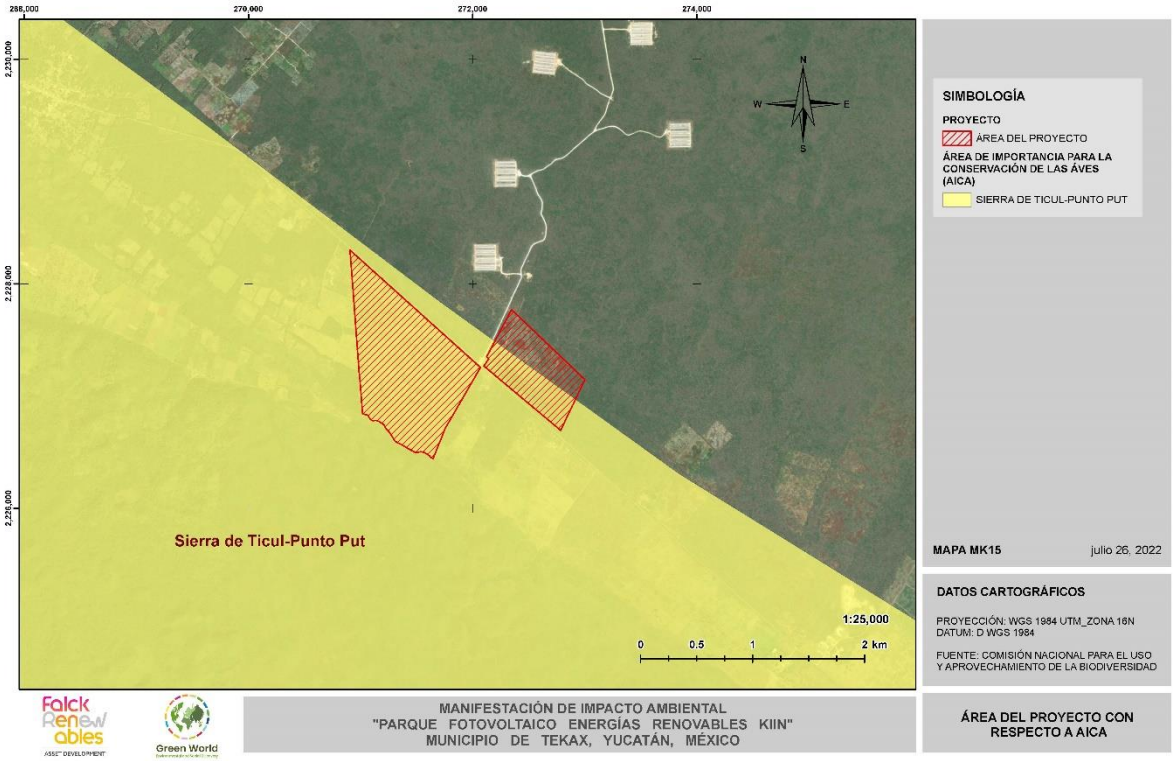


Figura III.6.Distancia del proyecto a AICAS

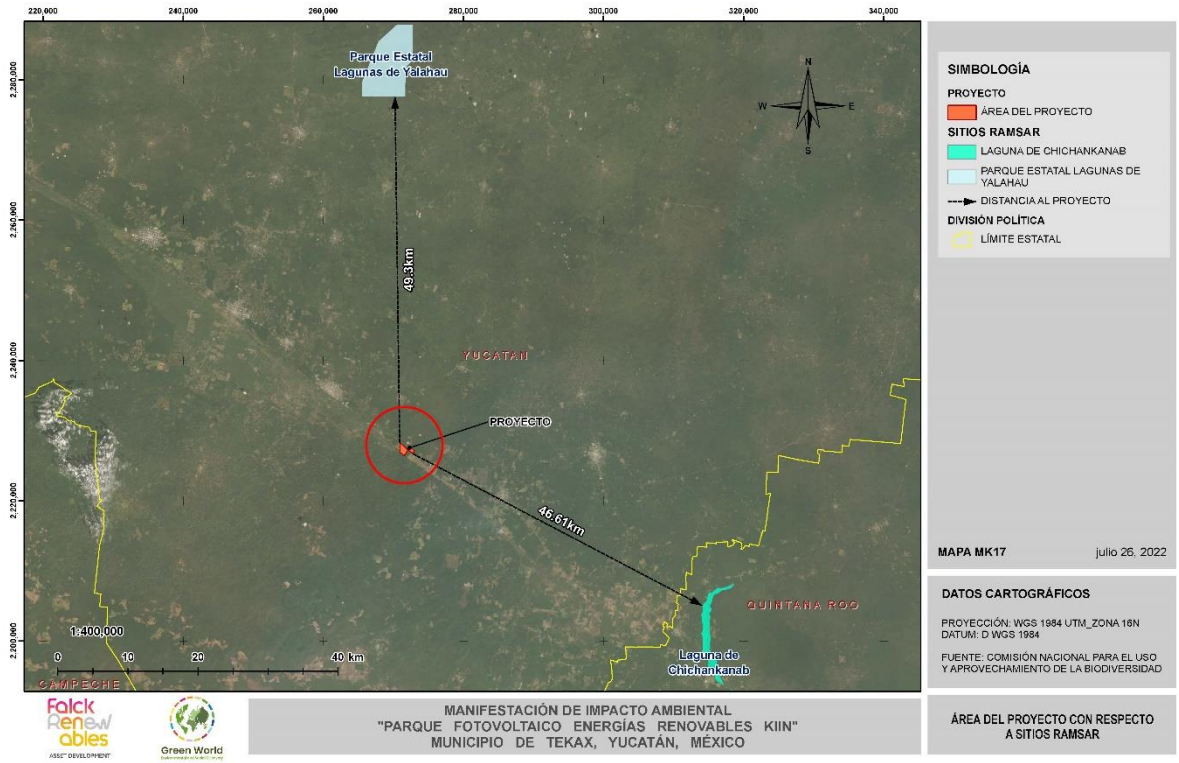


Figura III.7. Distancia del proyecto a sitios RAMSAR

Por lo anterior, y debido a la cercanía del proyecto con los humedales que son de importancia internacional y a que todo el territorio nacional es considerado como sitio de migración de aves. Se realizará un Estudio de Riesgo que determinará el grado de peligro que la Línea de Transmisión del proyecto representa para la avifauna del sitio, a partir del cual se podrán proponer las medidas de mitigación necesarias para evitar la mortalidad por colisión y/o electrocusión para las aves, en caso de ser necesario. No obstante, las medidas que se propongan serán con base en las recomendaciones emitidas por la organización *Bird Life International*, en su publicación "Posición de aves y tendidos eléctricos" relativa a la "Electrocución de Aves en las líneas eléctricas de México" o algún documento a fin, según se requiera.

III.6.4 Áreas Naturales Protegidas Decretadas (ANP)

Es importante tener en cuenta la presencia de ANPs durante la formulación del proyecto, ya que estas áreas forman parte de los instrumentos jurídicos en materia de política ambiental para la conservación de la biodiversidad, se trata de porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en las que el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y donde además se producen beneficios ecológicos (Gobierno de México, 2016).

Las ANPs son creadas mediante decreto presidencial o a través de la certificación de un área cuyos propietarios deciden dedicar a la conservación. Las actividades que se llevan en estas áreas están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según las categorías establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y protección al ambiente.

Así pues, con base en los datos cartográficos divulgados por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), se determinó que las parcelas de interés no se encuentran dentro de alguna ANP, por lo que, la construcción del parque fotovoltaico no implica riesgo directo en esta jurisdicción, no obstante, a 500m de distancia hacia el Suroeste, está la ANP Estatal "Reserva Estatal Biocultural del Puuc", la cual, forma parte del Sistema Ambiental Regional, en la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto y un radio de referencia de 500m a la redonda, con respecto al polígono de la ANP.

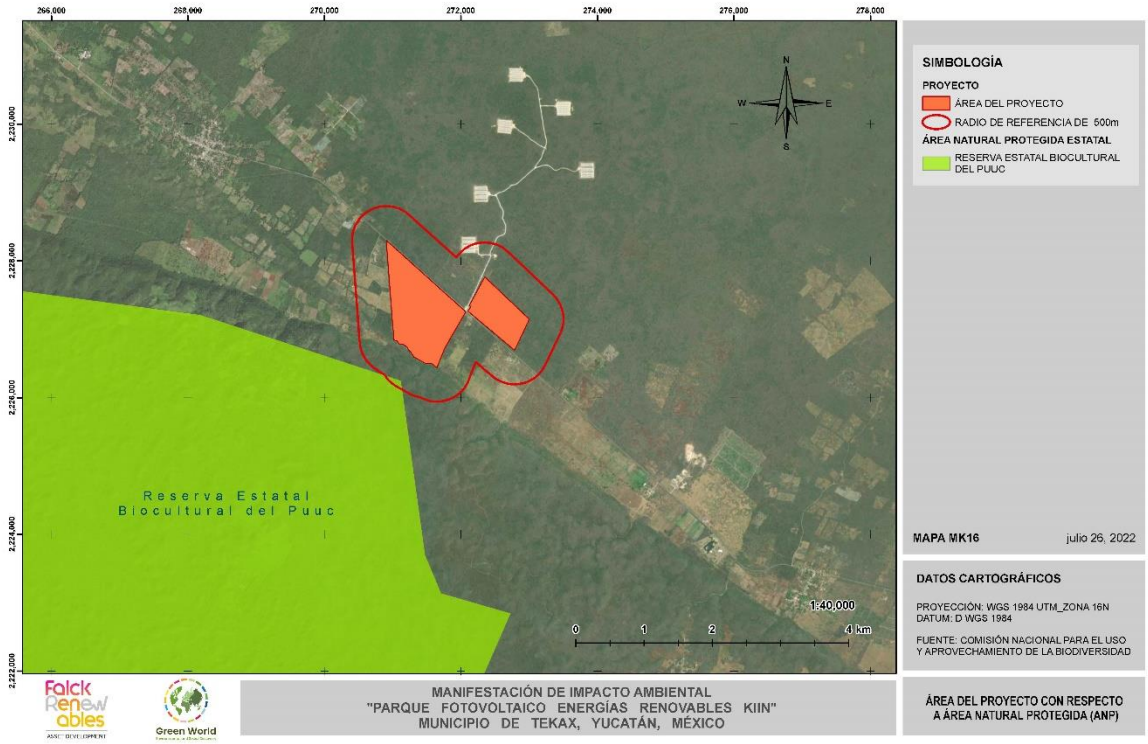


Figura III.8. Ubicación con respecto a ANP Estatal

Por lo anterior, se evitará en sentido estricto causar algún daño a esta ANP, ya que el proyecto no considera la ejecución de ninguna obra o actividad que intervenga dentro del polígono que delimita esta ANP, por el contrario, se prevé que las actividades constructivas del proyecto se realicen de manera exclusiva en aquellas áreas donde será colocada infraestructura conservando las áreas naturales más externas del polígono del predio donde se pretende la construcción del proyecto, favoreciendo la conectividad natural en algunas áreas, esta y otras medidas se detallan dentro del Capítulo VI del presente estudio.

III.6.5 Corredor Biológico Mesoamericano (CBM)

El proyecto se encuentra dentro del Corredor Biológico Mesoamericano de la Selva Maya. El CBM fue un proyecto realizado entre 2002 y 2018 en los estados de Campeche, Chiapas,

Quintana Roo y Yucatán con financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), con el Banco Mundial como agencia implementadora.

Entre los logros del proyecto del CBM fue que "se generaron alternativas para frenar la acelerada perdida de la biodiversidad en el sureste mexicano. Su premisa principal fue que, a través del uso sustentable de la riqueza natural, la reducción de la pobreza y el fortalecimiento económico de las poblaciones rurales, se puede conservar la riqueza biológica del país."[42]

"El objetivo principal del CBMM, fue fortalecer las capacidades locales en el uso sustentable de la riqueza natural y promover la conservación de esta para que las futuras generaciones puedan aprovecharla. Además, servir como instrumento para que los recursos del gobierno (públicos) apoyaran a las comunidades y a la conservación de la biodiversidad." En la imagen a continuación se ubica el área del proyecto, con respecto al CBM.

[42] https://www.biodiversidad.gob.mx/region/cbmm

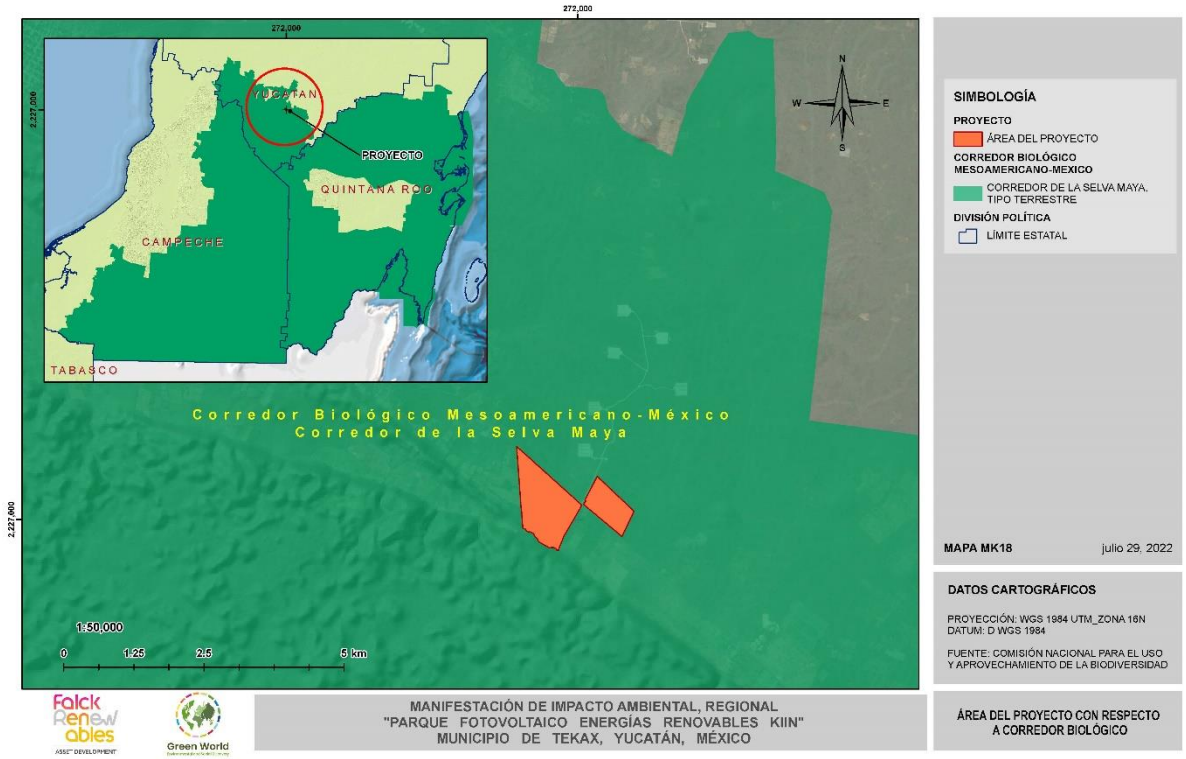


Figura III.9. Corredor biológico mesoamericano

III.6.5.1 Plan director CBM 2020: Gestión territorial sostenible en el Corredor Biológico Mesoamericano

Este Plan Director CBM 2020[43] es un marco de planificación para que diversos esfuerzos de gestión territorial en el CBM converjan en estrategias de desarrollo compartidas, y logren sinergia a través de esquemas incluyentes y participativos entre instituciones de gobierno de los sectores ambiental, agropecuario, salud y bienestar social; instituciones académicas y de

43 https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cobiored/index.php/noticias/item/38-plan-director-cbm-2020-gestion-territorial-sostenible-en-el-corredor-biologico-mesoamericano

investigación, públicas o privadas; organizaciones no gubernamentales y civiles; organizaciones sociales, gremiales y de base; empresas; organismos internacionales e instancias de coordinación, y agencias de cooperación internacional.

El objetivo de este Plan es "impulsar en el CBM una política de gestión territorial sostenible, transectorial y multiactores, centrada en proteger el patrimonio natural y cultural, mejorar la calidad de vida de los habitantes y elevar la capacidad de adaptación ante el cambio climático. Así pues, este instrumento de gestión territorial no limita la construcción del Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kinn", no obstante, durante la formulación, ejecución operación, etc., del Parque Fotovoltaico, adoptarán los Tres Ejes Estratégicos y su Líneas de Acción, según apliquen a las actividades del proyecto, los cuales son:

I. Proteger el patrimonio natural y cultural
II. Mejorar la calidad de vida de los habitantes
III. Elevar la capacidad de adaptación al cambio climático

Si bien el proyecto se encuentra inmerso en su totalidad en el Corredor Biológico Mesoamericano, es importante recalcar que el uso de suelo no se encuentra regulada por esta regionalización ya que solo se considera como un instrumento que busca la conservación de los recursos naturales por conformar hábitats característicos para especies importantes, sin embargo, tal como se menciona en el Capítulo IV del presente estudio el polígono del proyecto se caracteriza por ser una zona perturbada, con pequeños manchones de vegetación natural además de que el proyecto se ubica totalmente fuera de los límites del ANP Reserva Estatal Biocultural del Puuc.

Teniendo en cuenta las condiciones del sitio y la caracterización biológica que se realizó para la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se propone una serie de medidas que contrarrestan los efectos adversos que la construcción y operación del proyecto podrían

ocasionar, así como un Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se garantizará el cumplimiento de las medidas de mitigación señaladas.

III.6.6 Monumentos y Sitios Arqueológicos, Artísticos e Históricos

En el área donde se localiza el polígono del proyecto no se localiza ningún monumento, zona arqueológica, artística o histórica. Así como tampoco se encuentran evidencias de basamentos o registros históricos o arqueológicos de ningún tipo, de acuerdo con el catálogo del Instituto Nacional de Antropología e Historia. No obstante, se realizará el procedimiento administrativo correspondiente ante el INAH con la finalidad de contar con la total certeza de que dentro del polígono del proyecto no se identifica la existencia de ningún vestigio de carácter arqueológico.

III.7 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalan su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación, conforme lo establece el artículo 37 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Para el presente proyecto se han evaluado todos los procesos involucrados en las distintas etapas del proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", desde la etapa de preparación del sitio hasta la operación y desmantelamiento, identificando las Normas Oficiales Mexicanas cuyos criterios aplican a las obras y actividades presentes durante el desarrollo del proyecto.

Tabla III-47 Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.

Normas Oficiales Mexicanas.	Vinculación con el proyecto
NOM-041-SEMARNAT-2015	Se realizará la verificación oportuna de los vehículos que se utilizarán en las fases de preparación,

Normas Oficiales Mexicanas.	Vinculación con el proyecto
Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustibles. 4.2.1 Los límites máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, óxidos de nitrógeno, límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape; así como el valor del Factor Lambda de vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, en función del método de prueba dinámica y el año modelo, son los establecidos en la TABLA 1 de la presente Norma Oficial Mexicana	construcción y mantenimiento de la Planta, para no rebasar los máximos permisibles de gases contaminantes
NOM-045-SEMARNAT-2006 Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. 4.1 Los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diésel, en función del año-modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3 856 kilogramos, es el establecido en la tabla 1 de la Norma. 4.2 Los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diésel, en función del año-modelo del vehículo y con peso bruto vehicular mayor a 3 857 kilogramos, son los establecidos en la tabla 2 de la Norma.	Se hará la verificación oportuna de los vehículos que se utilizarán en las diferentes fases de desarrollo del proyecto, para no rebasar los máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usen diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.
NOM-050-SEMARNAT-2018 [44] Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del	Se hará la verificación oportuna de los vehículos que se utilizarán en las fases de preparación, construcción del proyecto, para no rebasar los máximos permisibles

[44] http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5540855&fecha=12/10/2018

Normas Oficiales Mexicanas.	Vinculación con el proyecto
escape de los vehículos automotores, en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.	de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usen diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. 2. Objetivo Esta Norma Oficial Mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales	Para las diferentes fases del proyecto se formulará y ejecutará un **Plan de Manejo Integral de Residuos**, el cual, se apegará a la presente norma. Se identificarán los residuos peligrosos que eventualmente sean generados durante las obras, mismos que serán tratados de acuerdo con la LGPGIR y su reglamento.
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 Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.	En referencia a esta normatividad, en caso de la identificación de especies que se encuentren dentro de alguna de categoría de riesgo de esta norma, se implementarán las medidas adecuadas, mismas que serán abordadas en el capítulo 6 de esta manifestación de impacto ambiental. Así mismo, durante las etapas del proyecto las especies en alguna de las categorías de protección de esta norma serán rescatadas y reubicadas en áreas adecuadas para su persistencia (**Programa de Rescate y Reubicación de Flora**). Se ejecutará el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate, y Reubicación de Fauna Silvestre**, en el que se considera la protección especial de las especies presentes en listados de protección de la presente Ley.
NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los	La maquinaria empleada en el proyecto, se sujetará a un programa de mantenimiento periódico, para evitar rebasar los niveles máximos permisibles. Además que

Normas Oficiales Mexicanas.	Vinculación con el proyecto
vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	las actividades de construcción podrán sujetarse a un horario diurno.
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.	Dado que se realizarán actividades de construcción, mismas que generarán residuos de manejo especial en cantidades considerables, se establecerá si estos requieren de un Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial mediante la norma antes mencionada. El **Programa de Vigilancia Ambiental**, así como el **Plan de Manejo Integral de Residuos** llevarán el seguimiento, disposición y recolección conforme a la normatividad.

III.8 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES

III.8.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), fue firmada por el Gobierno de México el 13 de junio de 1992 y aprobada unánimemente por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el 3 de diciembre del mismo año. Tras la aprobación del senado, la Convención fue ratificada ante la Organización de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993. A través de este acto de ratificación, el Gobierno de México; hizo constar en el ámbito internacional su consentimiento en obligarse a cumplir con los lineamientos establecidos en este instrumento[45].

El objetivo último de este convenio es *la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la*

[45] Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017.

producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible[46].

Tabla III-48 Vinculación del proyecto con la Convención Marco de las Naciones Unidas.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 3 **Principio 1** **Principio 3** **Principio 4**	1. Las Partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. 3. Las Partes deberían tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos. 4. Las Partes tienen derecho al desarrollo sostenible y deberían promoverlo. Las políticas y medidas para proteger el sistema climático contra el cambio inducido por el ser humano deberían ser apropiadas para las condiciones específicas de cada una de las Partes y estar integradas en los programas nacionales de desarrollo, tomando en cuenta que el crecimiento económico es esencial para la adopción de medidas encaminadas a hacer frente al cambio climático.	El proyecto para su construcción y operación adopta y se enmarca en los principios estipulados en el presente artículo. Asimismo, se alinea con las políticas y programas nacionales relativos a la transición energética y cambio climático decretados por el ejecutivo federal. Promueve la generación de energía a partir de fuentes limpias y renovables por lo que contribuye con la reducción de gases de efecto invernadero al ambiente.

[46] Artículo 2, Objetivo, Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.

III.8.2 Protocolo de Kioto de la Convención del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Como medida de apoyo a la CMNUCC, en 1997 surge el Protocolo de Kioto, el cual, cuenta con diversos instrumentos jurídicos y económicos para poder combatir el cambio climático, a través de la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero en al menos 5%, respecto a las emisiones del año 1990, en el periodo comprendido entre los años 2008 y 2012.

El Protocolo establece, entre otras cosas, una serie de mecanismos de mercado para facilitar el cumplimiento de los compromisos de mitigación de los países desarrollados y promover el desarrollo sustentable en los países en desarrollo: Comercio de Derechos de Emisiones; Implementación Conjunta y Mecanismo para un Desarrollo Limpio.

El Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) es el único instrumento que permite la realización de proyectos de reducción de emisiones entre países desarrollados y países en desarrollo. En este sentido, México tiene el quinto lugar a nivel mundial en desarrollo de proyectos MDL, mismos que se han desarrollado en las áreas de recuperación de metano, energías renovables, eficiencia energética, procesos industriales y manejo de desechos, entre otros.

Asimismo, en el Artículo 2 del Protocolo se establece que cada uno de los países incluidos en su Anexo III-1, al cumplir con la reducción de emisiones de GEI, promoverá el desarrollo sostenible y:

> *a) Aplicará y/o seguirá elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo las siguientes:*
> *i) Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional;...*

iv) Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro de dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales…."

En el ámbito de este instrumento y en correlación con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el que México establece políticas para el impulso de proyectos dedicados al aprovechamiento de energías renovables, se contribuye fehacientemente a la disminución de GEI apegándose a los objetivos del Protocolo de Kioto.

III.9 CONCLUSIONES GENERALES

Derivado del análisis de los instrumentos jurídicos que intervienen para la formulación y construcción del proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", no se encontró algún lineamiento que prohíba o restringa las obras y actividades que conforman el proyecto, por el contrario, existe una serie de preceptos y criterios derivados de la reforma energética que promueven y favorecen la inversión privada para realizar proyectos de infraestructuras generadoras de energías limpias, siempre y cuando no contravengan la Política Ambiental del país.

Asimismo, el marco legal sustenta el potencial con el que cuenta la Región para el establecimiento de proyectos de esta naturaleza, debido a la cantidad de radiación solar percibida en la zona, además del incremento de la demanda de energía por parte de los diversos sectores.

Finalmente, es importante resaltar que el promovente está comprometido a dar cumplimiento a todas las disposiciones que aplican en las diferentes fases del proyecto, obras y actividades, con el objeto de reducir al máximo los impactos adversos al medio ambiente.

Así, se concluye que no se aprecia contraposición o incongruencia del proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", con los instrumentos reguladores en materia de uso del suelo y aspectos ambientales que han sido descritos.

La normatividad estatal no se contrapone en estricto a la actividad del proyecto, no obstante, en el ámbito de cambio de uso de suelo establece criterios y normas que debe cumplir previo a su emplazamiento. Cabe mencionar que en materia de energías renovables se promueve la construcción de proyectos generadores de energías limpias como lo es el Parque Fotovoltaico.

CAPITULO IV

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

Contenido

CONTENIDO 2
IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. IV-1

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

IV.1.1 Metodología para determinar el SAR IV-3
IV.1.2 Definición del área de influencia del proyecto IV-16

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR) IV-19

IV.2.1 Medio abiótico IV-19
IV.2.2 Medio biótico IV-44
IV.2.3 Medio socioeconómico IV-191
IV.2.4 Paisaje IV-199

IV.3 Diagnóstico ambiental IV-221

IV.3.1 Caracterización ambiental IV-221
IV.3.2 Descripción y análisis del diagnóstico ambiental IV-225

IV.4 Literatura citada IV-236

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

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

El área geográfica que representa el Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto fotovoltaico denominado "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", derivó de analizar la interacción e interdependencia de un conjunto de componentes, tanto naturales, como físicos y sociales que están presentes entorno al área del proyecto, cuya interrelación, dinámica socio-territorial y procesos alcanzan un fin común, la reproducción de la actividad agrícola y pecuaria, así como, preservación del medio natural. (Borderías Uribeondo & Muguruza Cañas, 2014).

Es importante mencionar que diversos componentes analizados carecen de límites precisos, en ocasiones son interdefinibles, pero no independientes ya que se determinan mutuamente, por lo que al establecer los límites del SAR se consideraron las relaciones e interacciones más relevantes vinculadas al proyecto, principalmente la interacción de aquellos componentes que puedan verse vulnerables o favorecidos en su desarrollo y estructura, como es el caso de la actividad agrícola o de las áreas naturales protegidas.

En consecuencia, la configuración del SAR del proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", se concibe como un "sistema complejo", es decir, independientemente de su nivel jerárquico, "...los procesos que determinan su funcionamiento son interdefinibles y múltiples, en tanto resultan de la confluencia de diversos factores que interactúan de manera tal que no pueden ser aislados" (García, 2006).

Así pues, para el presente estudio se entiende por SAR al espacio geográfico en donde el desarrollo y operación del proyecto pueden tener efectos sobre los diferentes componentes

ambientales, físicos o sociales que lo conforman y que sirve de referencia para la toma de decisiones en materia de impacto ambiental.

La delimitación del SAR del proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" partió de "…la identificación, reconocimiento y caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa" (SEMARNAT, 2017) que interactúan directamente con el área del proyecto y sobre las cuales, se pueden prever los posibles impactos causados al ambiente durante las fases de construcción, operación y desmantelamiento del parque fotovoltaico.

Así mismo, la configuración espacial del SAR se concretó empleando técnicas de análisis de decisión multicriterio o multiobjetivo basadas en Sistemas de Información Geográfica, las cuales, se definen como "…un espectro de técnicas concebidas para analizar eventos geográficos, donde los resultados del análisis (las decisiones) dependen de la configuración espacial de dichos eventos" (Taboada Gonzáles & Cotos, 2005).

En este sentido, la representación cartográfica del SAR se hizo con el apoyo de un programa de cómputo especializado en cartografía digital, con el cual, se realizó un análisis espacial de decisión multicriterio que nos permitió conocer la interrelación y distribución territorial de los diversos componentes identificados entorno al área del proyecto. El análisis se llevó a cabo sobreponiendo diversa cartografía temática en una imagen satelital de alta resolución, dicha sobreposición nos permitió identificar la interacción directa del área del proyecto con respecto a los distintos componentes que integran las condiciones generales, tanto físicas como naturales y sociales que conforman el SAR.

En el análisis espacial se consideraron, entre otras cosas, las características físicas del proyecto (dimensión y distribución territorial de los componentes); se analizaron las regionalizaciones físicas, como las Unidades de Gestión Ambiental, Fisiográficas, Regiones Prioritarias Terrestres e Hidrográficos; aspectos bióticos, principalmente la cobertura vegetal actual del suelo; elementos abióticos, como rasgos geomorfológicos, edafológicos, hidrogeológicos y de tipo administrativo y social, tales como, la división política, visibilidad, estructura urbana e infraestructura vial, etc. Con base en lo citado, a continuación, se expone el análisis espacial realizado para la definición del SAR.

IV.1.1 Metodología para determinar el SAR

IV.1.1.1 Ubicación y distribución espacial del proyecto

Se pretende construir un parque solar convencional en sus componentes, sobre un terreno ubicado al Noreste del Municipio de Tekax, en el estado de Yucatán, México. El acceso al predio es por la carretera Muna-Felipe Carrillo Puerto, el predio colinda al Oeste con el área Natural Protegida "Reserva Estatal Biocultural del Puuc", a 1.5km al Sur y Este, colinda con los municipios de Tzucacab y Tixmehuac, y hacia el Norte a 2.5km, con la Localidad de Ticum.

Se trata de una planicie que ha sufrido la modificación de su paisaje original, sucedida por la actividad agrícola, pecuaria, los asentamientos humanos y las redes de infraestructura, a lo que se sumará la construcción del proyecto como impacto acumulativo, lo cual, nos indica que es una zona perturbada.

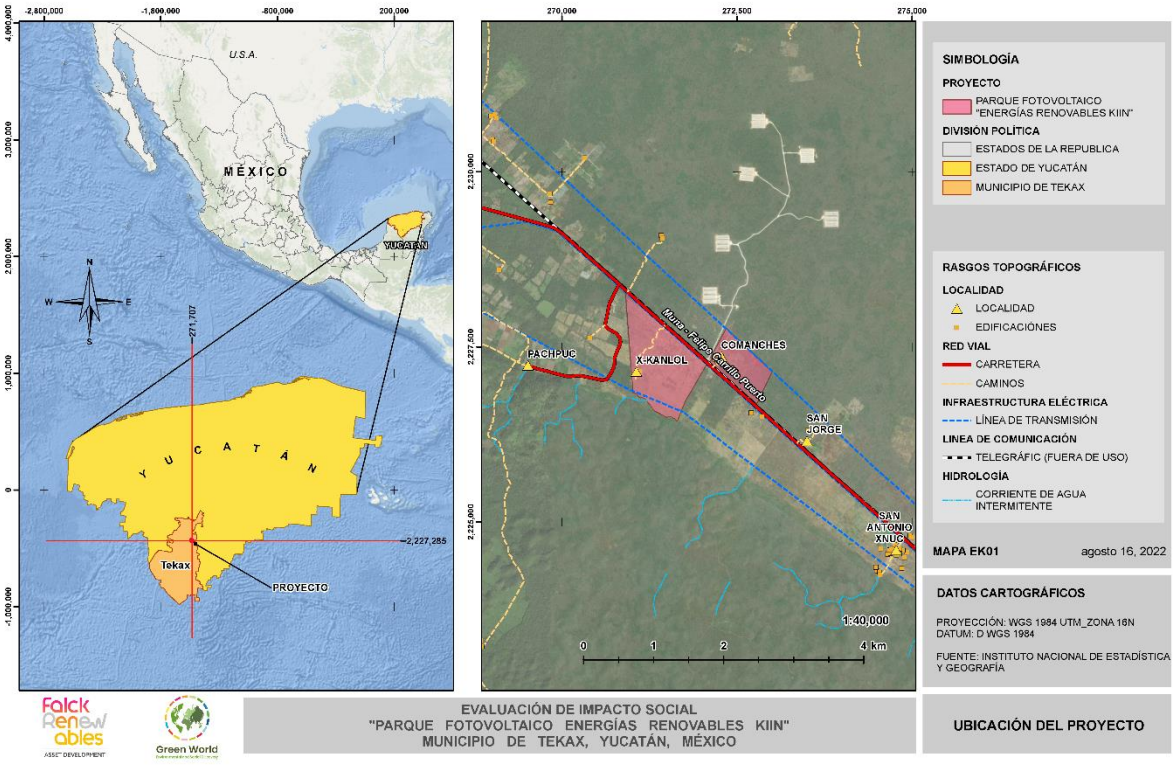


Figura IV-1 Ubicación del proyecto

IV.1.1.2 Delimitación del SAR con Instrumentos de Planeación y Gestión del Territorio

Posterior a tener ubicado el sitio donde se construirá el proyecto y su distribución territorial, se identificaron y analizaron los diferentes Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial, así como los Programas de Desarrollo Urbano que inciden en el sitio donde se construirá el proyecto. El propósito es conocer la relación y compatibilidad del proyecto con las políticas, estrategias, criterios de regulación ecológica y del uso del suelo establecidos en dichos programas y que en su caso apliquen al proyecto, así como, para tener un marco de referencia territorial y de viabilidad jurídica en materia de política ambiental.

Cabe mencionar que para la delimitación del SAR se consideraron los lineamientos metodológicos establecidos en la "Guía para la Elaboración de la Manifestación del Impacto Ambiental" de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En esta guía se precisa emplear como criterio fundamental para la delimitación de un SAR, los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) o Planes y Programas de Desarrollo Urbano. Lo anterior, debido a que son instrumentos que regulan el uso y aprovechamiento del suelo, ya que cada programa cuenta con una estrategia de ordenamiento territorial, es decir, a través de un Modelo de Ordenamiento conformado por Unidades de Gestión Ambiental zonifican el territorio, y dichas zonas son el resultado de un análisis intersectorial y de aptitud territorial, según las condiciones naturales y actividades que se desarrollan sobre cada territorio en particular. En el caso de los Programas de desarrollo Urbano, la tabla de usos del suelo establece los criterios y usos del suelo para cada zona. Al respecto, dicha guía menciona que:

> *"…para delimitar el área de estudio se utilizarán la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente), la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, por lo que podrá abarcar más de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con*

las características del proyecto, las cuales serán consideradas en el análisis (SEMARNAT, 2017)…"

En concordancia con la cita anterior, para el sitio donde se construirá el proyecto inciden dos programas; el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán. Los cuáles, a continuación, se examinan para la delimitación del SAR.

IV.1.1.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

Se ubicó el área del proyecto sobre el modelo de ordenamiento del POEGT, para saber en qué Unidad Ambiental Biofísica (UAB) incide e identificar algún rasgo geográfico que permita demarcar el perímetro del SAR.

El proyecto se ubica en el límite de dos Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), que son: "UAB 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo" y "UAB 63 Karst y Lomeríos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán", la política ambiental que aplica para ambas UAB's es de "Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable". El proyecto por su naturaleza es compatible con la política ambiental de "Aprovechamiento Sustentable" y favorece el desarrollo de diferentes Sectores, pues generará y proveerá energía eléctrica producida con energía renovable, y la energía eléctrica es una condición general para el desarrollo de las ciudades e industrias. En cuanto a la política de "Restauración" el proyecto contempla la elaboración y ejecución de Programas Ambientales que compensarán la afectación causada al ambiente por la construcción del proyecto.

Los perímetros de las UAB citadas son un primer marco de referencia terrestre para definir el SAR, ya que establece los criterios de regulación y aprovechamiento del suelo en el área del proyecto, sin embargo, la extensión de dichas Unidades es amplia con respecto a la ubicación del proyecto y el alcance de algún impacto ocasionado con la construcción del proyecto es puntual, por lo tanto, el perímetro del SAR se acotó empleando otras regionalizaciones, así como, aspectos bióticos y abióticos. A continuación se ilustra la ubicación del proyecto en el ámbito de las UAB's, con lo que se corrobora lo dicho.

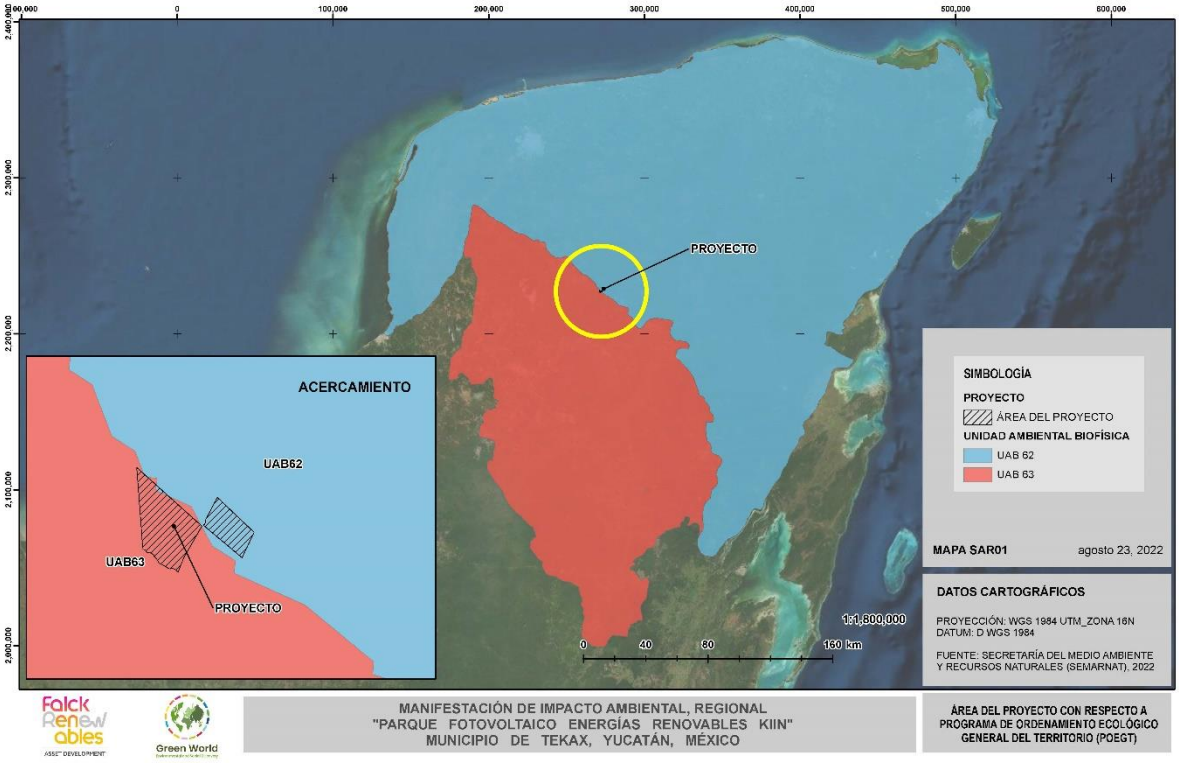


Figura IV-2 Área del Proyecto en UAB62 y UAB63

IV.1.1.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán

Este instrumento de planeación en materia de política ambiental tiene por objeto *"...regular los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas y el desarrollo urbano, con el fin de hacer compatible la conservación de la biodiversidad, la protección al ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales con el desarrollo urbano y rural del Estado de Yucatán"*,[1] este ordenamiento se consideró fundamental analizarlo, ya que marca las directrices en cuanto a la ocupación del suelo y el aprovechamiento de los recursos, según la aptitud sectorial y las potencialidades del territorio.

[1] http://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/

Derivado de la sobreposición del modelo de ordenamiento con relación al área del proyecto se comprobó que este interacciona directamente con la UGA 3B cuya Política ambiental es de "Aprovechamiento", no obstante, colinda con tres Unidades de Gestión Ambiental, es decir, por la cercanía es preciso incluirlas al análisis de acotamiento del SAR, dichas UGAs son: 2B, 2C y 3A, como se muestra en la siguiente figura.

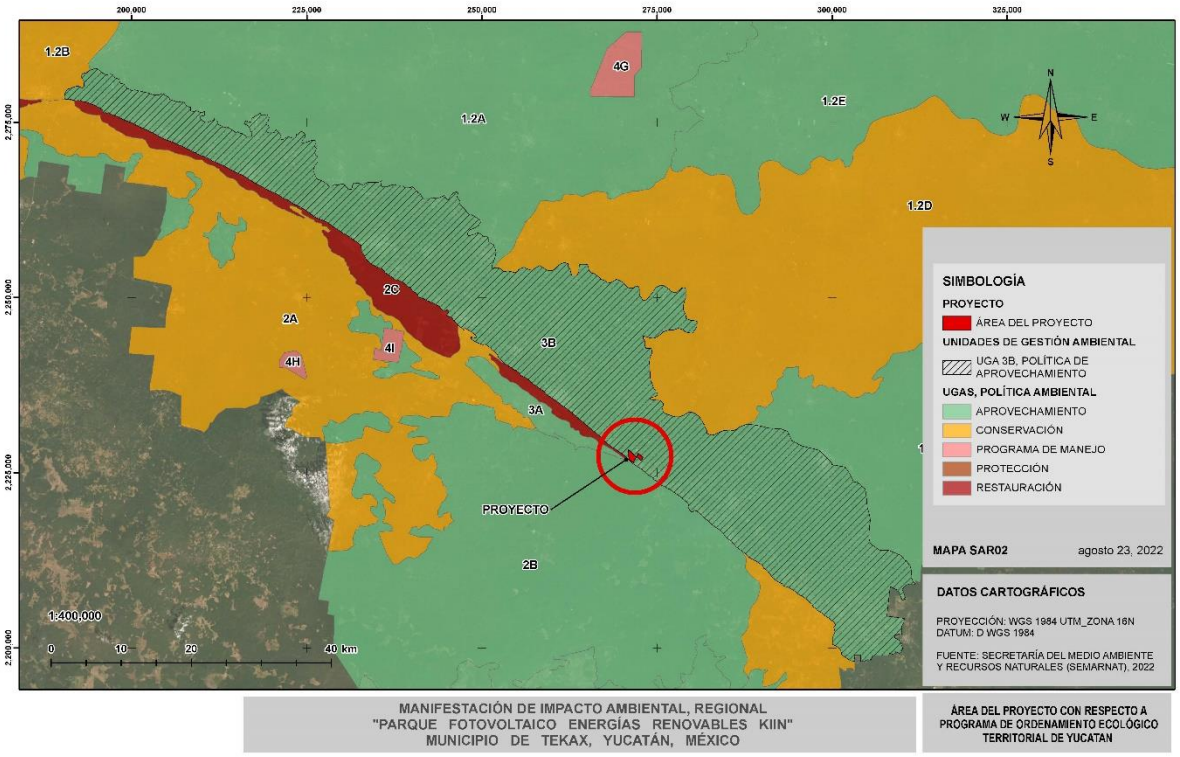


Figura IV-3 Área del Proyecto en UAB62 y UAB63

Así pues, se consideraron las cuatro Unidades de gestión Ambiental mencionadas como primer marco de referencia territorial para delimitar el SAR. Cabe recalcar, que por la puntualidad del proyecto con relación al tamaño de dichas UGAs, el polígono que delimitaría el SAR es desproporcionado y fuera de alcance para determinar un impacto significativo, por lo que se procedió a continuar con el análisis para reducirlo.

En la figura siguiente se muestra la delimitación inicial del SAR integrando las UGAs circundantes.

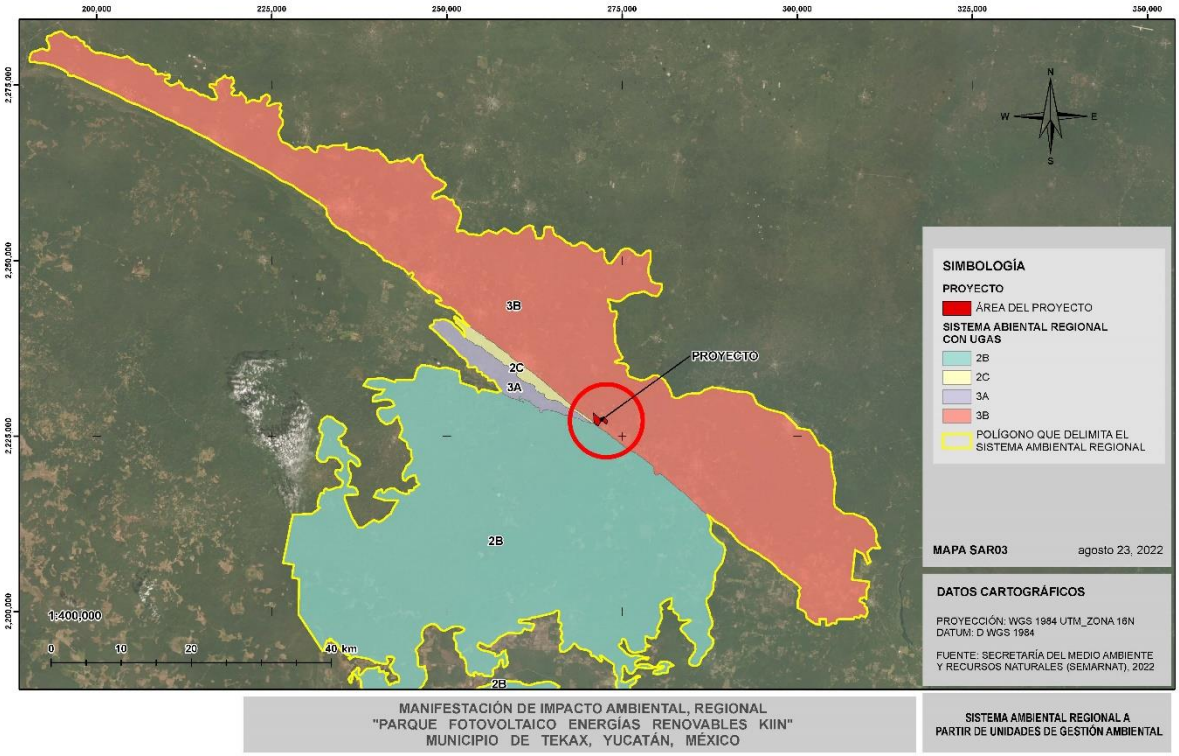


Figura IV-4 Sistema Ambiental Regional a partir de Unidades de Gestión Ambiental

IV.1.1.3 Aspectos Bióticos y Abióticos

En esta segunda fase, se realizó el análisis con diversa cartografía temática relativa a los elementos bióticos y abióticos que predominan en el lugar, los cuales, podrían verse impactados con la construcción y operación del parque solar.

Se sobrepuso cartografía temática editada por diferentes dependencias gubernamentales del país (INEGI, CONABIO, SEMARNAT...), principalmente. Es importante mencionar que, por la puntualidad del proyecto y la homogeneidad natural del lugar, varios rubros no aportaron algún rasgo geográfico claro o significativo que definiera el SAR, debido a la escala, extensión territorial, cobertura generalizada, etc. La cartografía temática sobrepuesta y analizada que no fue factible para delimitar el SAR y que puede consultarse en el anexo cartográfico, fueron: Áreas Naturales Protegidas (ANP's), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

(AICA's), Regiones Prioritarias, Clima, Fisiografía, Edafología. etc.... No obstante, los aspectos que se emplearon para definir el SAR se exponen a continuación.

IV.1.1.3.1 Delimitación del SAR a partir de Área Natural Protegida

Es importante tener en cuenta la presencia de ANPs durante la formulación del proyecto, ya que estas áreas forman parte de los instrumentos jurídicos en materia de política ambiental para la conservación de la biodiversidad, se trata de porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en las que el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y donde además se producen beneficios ecológicos (Gobierno de México, 2016).

Las ANPs son creadas mediante decreto presidencial o a través de la certificación de un área cuyos propietarios deciden dedicar a la conservación. Las actividades que se llevan en estas áreas están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según las categorías establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y protección al ambiente.

Así pues, con base en los datos cartográficos divulgados por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), se determinó que el área del proyecto no se encuentra dentro de alguna ANP, por lo que, la construcción del parque fotovoltaico no implica riesgo directo en esta jurisdicción, no obstante, a 500m de distancia hacia el Suroeste, está la ANP Estatal "Reserva Estatal Biocultural del Puuc". Por la cercanía se decidió integrarla al SAR, ya que durante las fases de construcción y desmantelamiento, principalmente, es probable que las emisiones alcancen un radio máximo de 500m, así pues se decidió integrar la fracción más cercana del ANP al Sistema Ambiental Regional, como se puede apreciar a continuación.

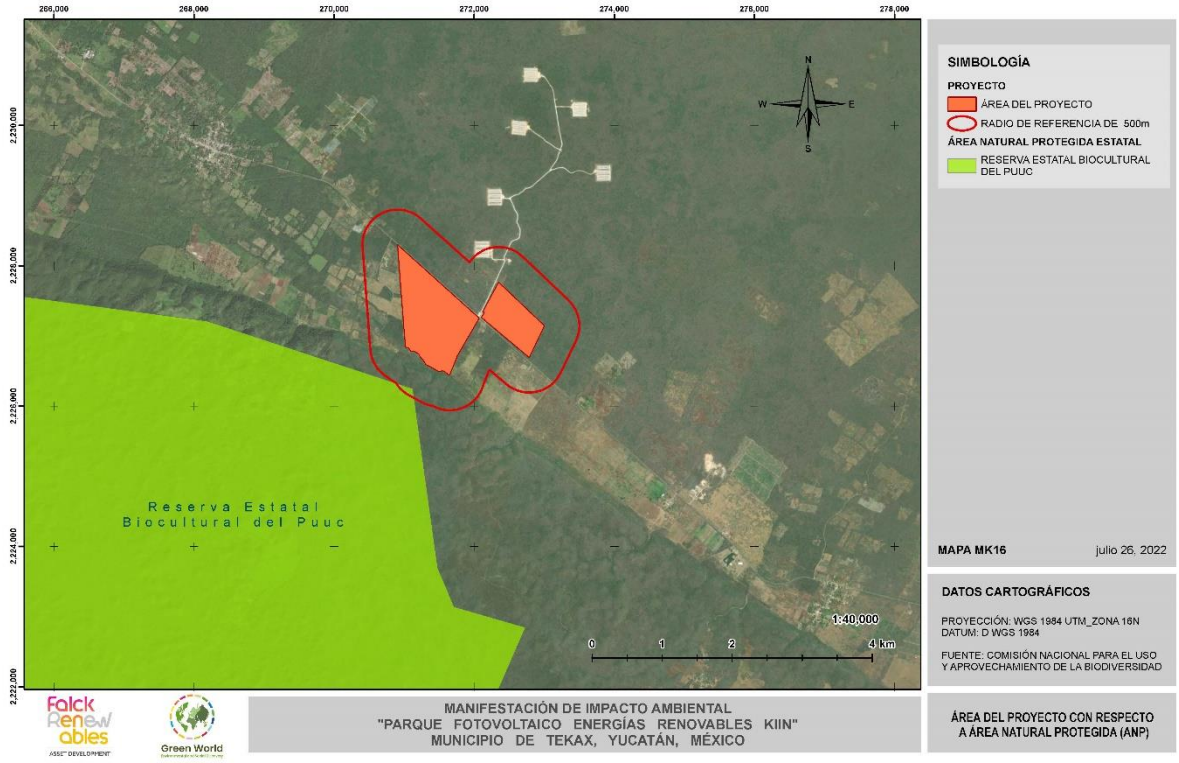


Figura IV-5 Sistema Ambiental Regional a partir de Área Natural Protegida

IV.1.1.3.2 Cobertura del Suelo

En la delimitación del SAR se consideró importante analizar la cobertura vegetal y el uso actual del suelo, debido a que el lugar ha sido modificado en su naturaleza por las actividades agrícola y pecuaria, principalmente, por lo cual, diversos procesos e interacciones que se dan en el lugar están en función del desarrollo de dichas actividades, es decir, originalmente las condiciones climáticas, del suelo o hidrológicas favorecían la reproducción de un ecosistema natural (incluyendo la flora y fauna asociada), al día de hoy el terreno a cambiado a uso agrícola, desplazando a la flora y fauna hacia las zonas conservadas aledañas.

En este sentido, es sustancial conocer la dinámica socioambiental, ya que cumple un papel importante en la reproducción de las actividades primarias. Adicional a lo mencionado, los asentamientos humanos e infraestructuras también forman parte del sistema y de las actividades agropecuarias, debido a que los centros de población proveen la mano de obra

necesaria, funcionan como centros de distribución e intercambio de los productos. En cuanto a la red vial, es una de las condiciones necesarias para los distintos desplazamientos.

Así pues, de acuerdo con la Comisión para la Cooperación Ambiental[2] la cobertura del suelo en el área del proyecto corresponde a Pastizal empleado para el potrero, que se extiende de forma paralela a los asentamientos humanos e infraestructuras, mientras que hacia la parte Sur predomina el bosque caducifolio y al Norte se mezclan los asentamientos humanos bosques y suelo agrícola, este marcado cambio de textura en la superficie, fue útil como referente espacial para continuar con el acotamiento del SAR, ya que nos indica una clara fragmentación del terreno, así como, un cambio en el hábitat, como se puede apreciar en la figura a continuación.

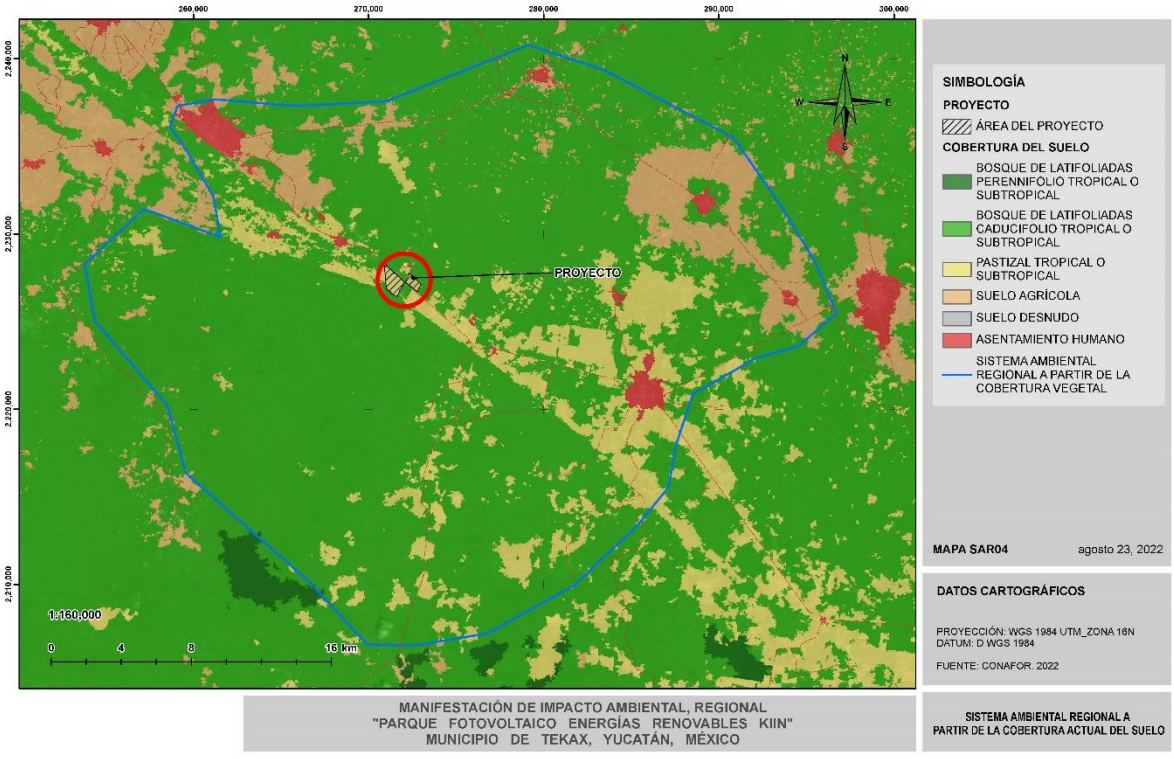


Figura IV-6 Sistema Ambiental Regional a partir de Cobertura del Suelo

[2] http://www.cec.org/es/

IV.1.1.3.3 Estructura Urbana

La construcción del proyecto implica cambio uso del suelo a escala municipal, de uso agrícola a industrial o infraestructura, impactando parcialmente el paisaje, ya que como se ha mencionado, actualmente está fragmentado por diferentes redes de infraestructura que interconectan los centros de actividades humanas, no obstante, el proyecto puede ser compatible con los usos colindantes ya que como se mencionó, se trata de una zona que ha sido perturbada por distintas actividades antrópicas, destacando granjas avícolas, vialidades, líneas eléctricas, vías férreas y asentamientos humanos.

La relación que se dará entre el proyecto y los centros de población del entorno será por medio de las redes de infraestructura, equipamientos y servicios públicos, el transporte de insumos para la construcción y el desplazamiento de la población que laborará en las diferentes etapas del proyecto, hacia las localidades circundantes. Por lo que se decidió identificar las localidades y vialidades aledañas que faciliten el desplazamiento, desde la planta fotovoltaica hacia los centros de población, con la finalidad de prever cualquier eventualidad que pueda presentarse, tanto en la circulación, como de evacuación. Las vialidades que permitirán el desplazamiento optimo y que se consideran como umbral de acotamiento del SAR, así como de interconexión entre los principales centros de población y usos del suelo se muestran en la siguiente figura. Dichas vialidades, además de funcionar como rutas de evacuación, indican una clara perturbación del lugar, fragmentan la continuidad del terreno y son una barrera física para el flujo natural de especies y determinados procesos naturales.

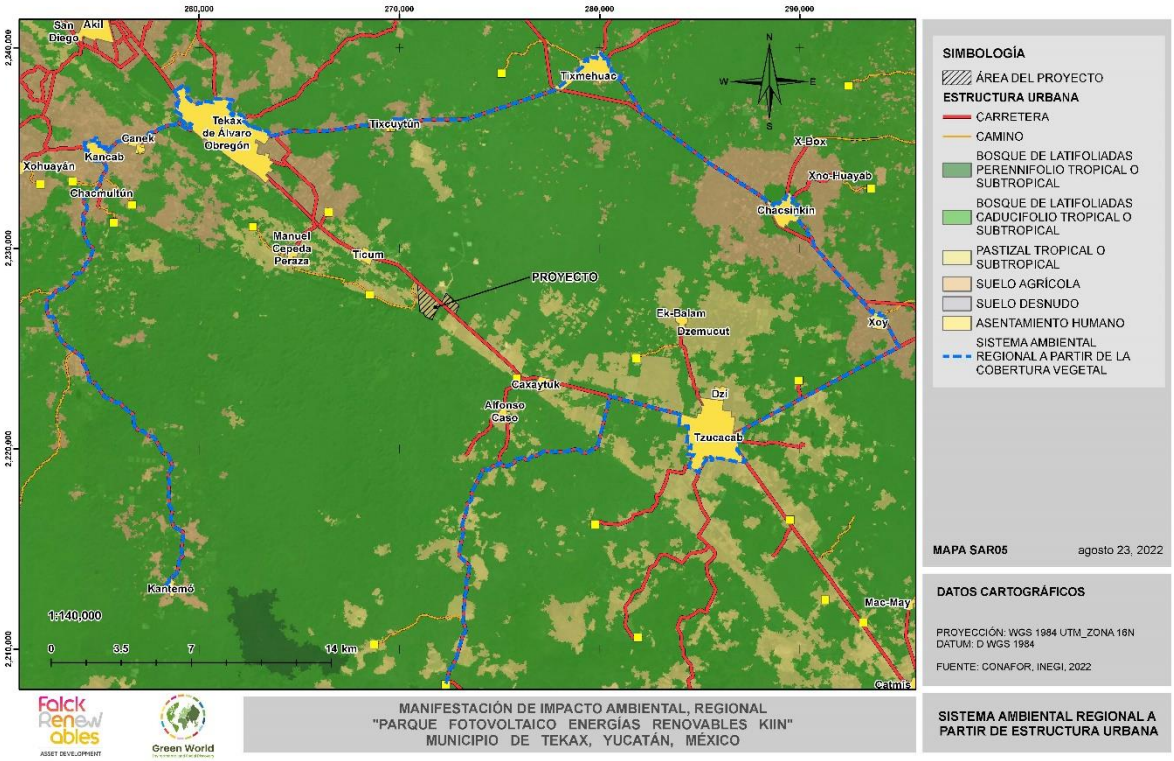


Figura IV-7 Sistema Ambiental Regional a partir de Estructura Urbana

IV.1.1.3.4 División Política

Dada la ubicación geográfica del proyecto, se consideró factible emplear la División Política en la delimitación del SAR, con la finalidad de no trascender limites administrativos, en el entendido de que estos límites dividen y cambian la gestión de los territorios, así pues, aproximadamente a 2.5km hacia la fracción Este del proyecto se encuentra el límite intermunicipal de Tekax, Tixmehuac y Tzucacab.

La división política resulta ser una barrera artificial que implica aspectos jurídicos diferentes a escalas estatal y municipal, en este sentido el proyecto se encuentra dentro del municipio de, Tekax, por tanto, se empleó como referente territorial el límite jurídico para acotar el SAR en la fracción Este y Sureste, como se aprecia en la figura siguiente.

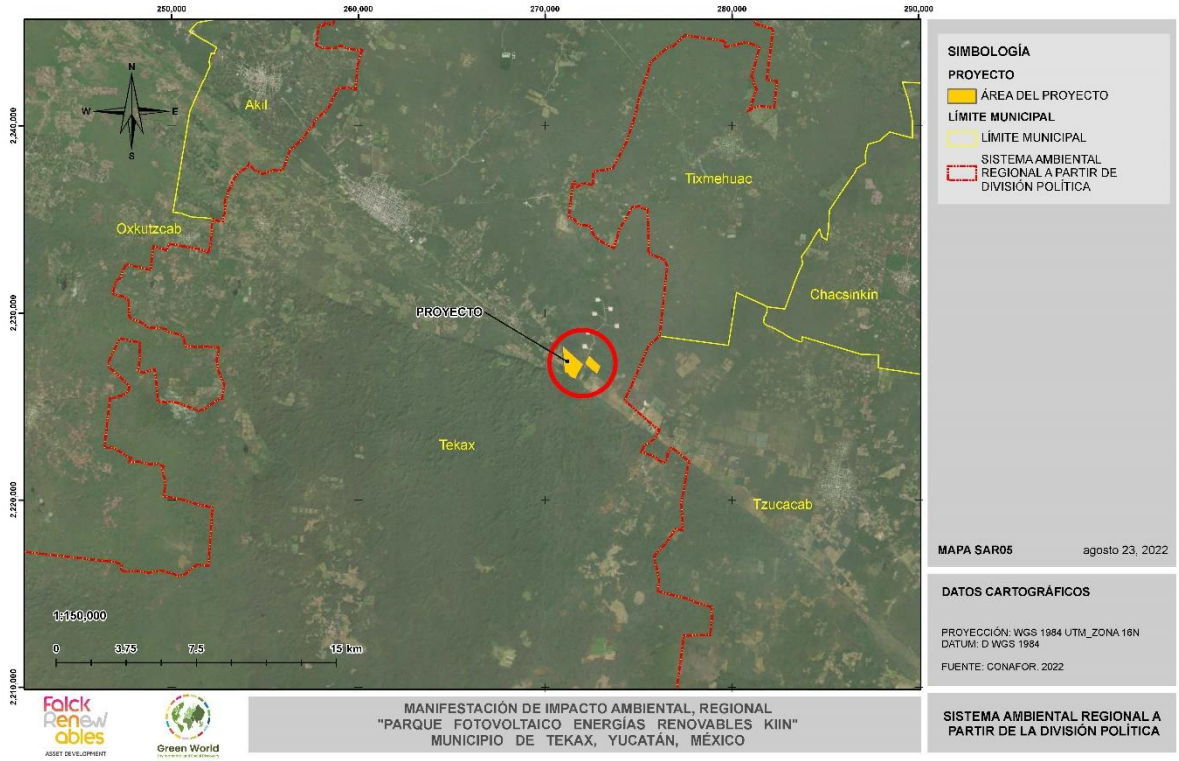


Figura IV-8 Sistema Ambiental Regional a partir de División Política

IV.1.1.4 Análisis final para la delimitación del SAR

Finalmente, se realizó la sobreposición de los diferentes rasgos y criterios seleccionados en una imagen satelital obtenida del sensor Sentinel2 , para definir una poligonal envolvente que describa al "Sistema Ambiental Regional del Proyecto". La imagen Satelital nos permitió precisar los límites del SAR conforme a los diferentes rasgos físicos que se aprecian sobre la superficie, tales como, linderos, selvas, infraestructuras, etc. A manera de resumen, en la siguiente figura se presentan gráficamente los criterios empleados que delimitaron la poligonal envolvente que representa al SAR.

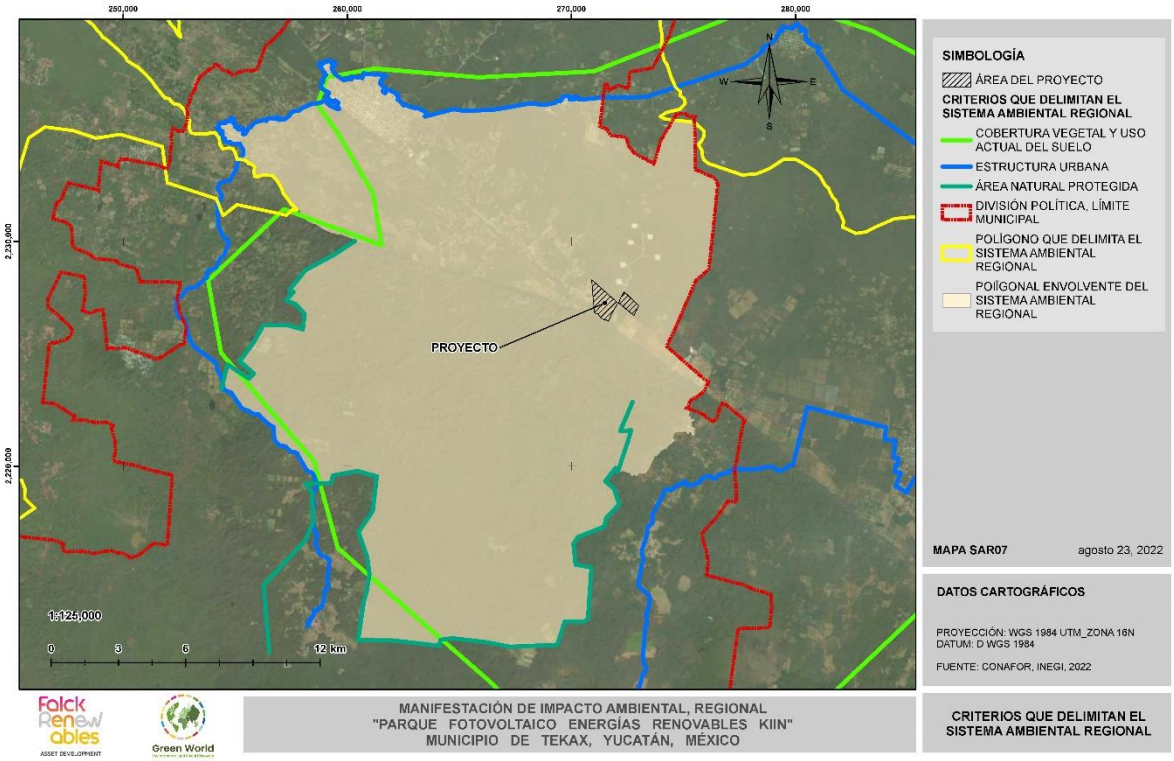


Figura IV-9 Sistema Ambiental Regional a partir de División Política

IV.1.1.4.1 Sistema Ambiental Regional (Poligonal)

En conclusión, con base a todos los puntos anteriores regidos por la evaluación multicriterio, se evaluó la relevancia y cobertura de la mayoría de los factores bióticos y abióticos representados por datos cartográficos. Para el proyecto en análisis se obtuvo un polígono final con una superficie aproximada de 37,810.8330ha, dicho polígono representa las características requeridas para la composición del SAR, que son: ser un espacio geográfico descrito y delimitado como una unidad funcional, cuyos elementos y procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos, presentan una continuidad e interactúan para mantener un equilibrio que permite su desarrollo sostenible, esta delimitación finalmente deriva de la uniformidad, continuidad e integración de sus ecosistemas.

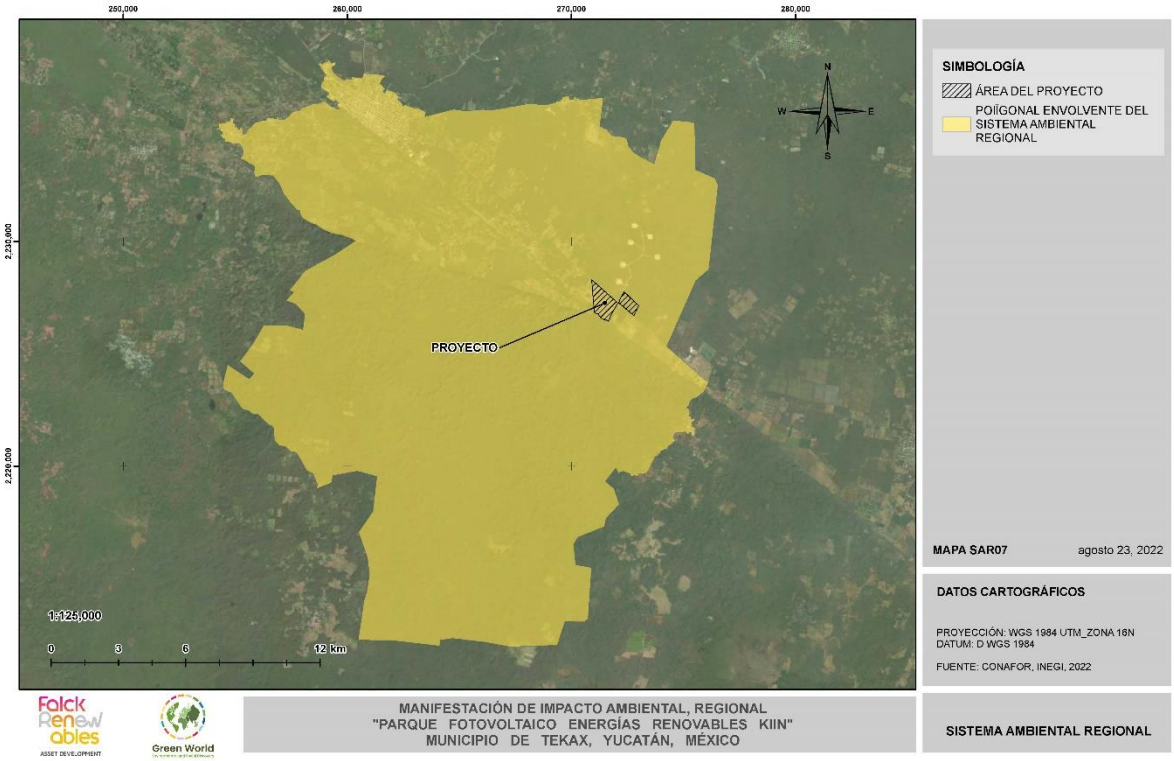


Figura IV-10 Sistema Ambiental Regional

IV.1.2 Definición del área de influencia del proyecto

Con la finalidad de definir el área sobre la que el proyecto tendrá influencia indirecta por el desarrollo de las diferentes actividades que se ejecutarán en las distintas etapas se realizó un análisis de tipo cualitativo donde se consideraron los siguientes aspectos:

- Diseño constructivo del proyecto
- Actividades económicas actuales
- Composición florística
- Composición faunística
- Barreras físicas existentes
- Variación en los usos del suelo

De lo anterior resultó que, el diseño del proyecto está conformado por dos polígonos separados físicamente por una carretera estatal, y que según la planeación cada polígono estará cercado por una valla perimetral que logrará contener todas las infraestructuras asociadas al proyecto a excepción de la LT que será aérea.

Se logró identificar que actualmente dentro del área destinada para el desarrollo del proyecto Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin se realizan actividades agrícolas y ganaderas que van desde el cultivo de granos como el maíz y árboles frutales, en combinación con zonas dedicadas exclusivamente al ganado. Adicional a esto, mediante imágenes satelitales, se ha podido constatar que el área del proyecto ha mantenido de manera constante la misma presión antropogénica por al menos los últimos 30 años, en las siguientes imágenes se muestra esta condición.



Figura IV-11 Condiciones del AP en el año 1985.

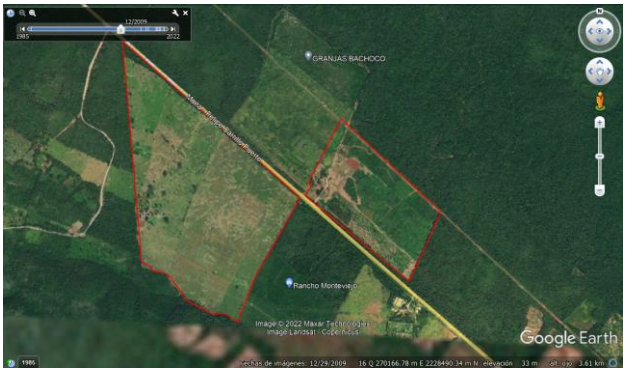


Figura IV-12 Condiciones del AP en el año 2009



Figura IV-13 Condiciones del AP en el año 2017



Figura IV-14 Condiciones del AP en el año 2020

Condiciones del Área del Proyecto en los últimos 30 años (imágenes satelitales tomadas del software Google Earth).

De igual modo, dentro de las imágenes anteriores es posible apreciar la presencia de la carretera estatal No. 184 Muna-Felipe Carrillo Puerto, la cual funge como una barrera no solo entre los polígonos del proyecto sino para la misma fauna que habita en el sitio.

Ahora bien en lo que respecta a la composición florística y faunística del sitio, mediante los muestreos de campo realizados, fue posible observar que el AP a pesar de presentar evidentes alteraciones por el uso de suelo actual, presenta algunas áreas donde la vegetación natural ha logrado regenerarse y por ende la fauna local utiliza de manera natural como refugios o zonas de alimentación, es por ello que se considera que la ocurrencia de actividades

antrópicas no representa una afectación a estos componentes y que la adaptación de las comunidades vegetales y animales se da de manera natural en forma gradual. Además es importante resaltar que de manera contigua a los polígonos que conforman el proyecto PFV Energías Renovables Kiin se ubican áreas con vegetación con buen estado de conservación que podrán albergar a la fauna que sea desplazada por la construcción del mismo ya que el AP no se considera un ambiente con características exclusivas.

En conclusión, se tiene que de acuerdo a la conformación del diseño constructivo del proyecto y la composición actual del sitio, se prevé que todos los impactos que ocurran por la inmersión del proyecto en el ecosistema quedarán concentrados al interior del área del proyecto, por lo que para fines del presente estudio no se considera un área distinta a los polígonos del proyecto como área de influencia directa.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR)

IV.2.1 Medio abiótico

IV.2.1.1 Clima

Para determinar el tipo de clima en el SAR se utilizó el modelo de Clasificación Climática de Köppen (1936), modificado por Enriqueta García (1964) y por INEGI (1980).
Dentro del SAR del proyecto existen 4 estaciones climatológicas, de las cuales, 1 está suspendida y 3 se encuentran en funcionamiento. De acuerdo con los datos vectoriales de la Comisión Nacional del Agua del año 2020, en la siguiente tabla se muestran las estaciones dentro del SAR y su condición.

Tabla IV-1 Estaciones climatológicas en el SAR

Estación Climatológica	Nombre	Condición	Altura (m s. n. m.)
31108	Tantankin	Operando	28
31059	Tekax Unidad	Operando	28
31033	Tekax de Álvaro Obregón	Operando	31
31025	E.T.A. 169 San Diego	Suspendida	33

- De acuerdo con la capa de "Climas: 1902-2011" (INEGI, 2011) publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en el año 2021, dentro del SAR hay presentes dos unidades climáticas; Ax'(w0) y Ax'(w1), mismos se describen a continuación.
- Ax'(w0): Cálido subhúmedo, de los más secos de los subhúmedos. Temperatura media anual de mayor a 22°C, temperatura del mes más frío menor a 18°C.
- Ax'(w1): Cálido subhúmedo, de los intermedios de los subhúmedos. Temperatura media anual de mayor a 22°C, temperatura del mes más frío menor a 18°C.

El porcentaje de ocupación (de estas unidades dentro del SAR) se distribuye de la siguiente manera: Ax'(w0) 84.38% y Ax'(w1) 15.53%, como se muestra en la siguiente imagen.

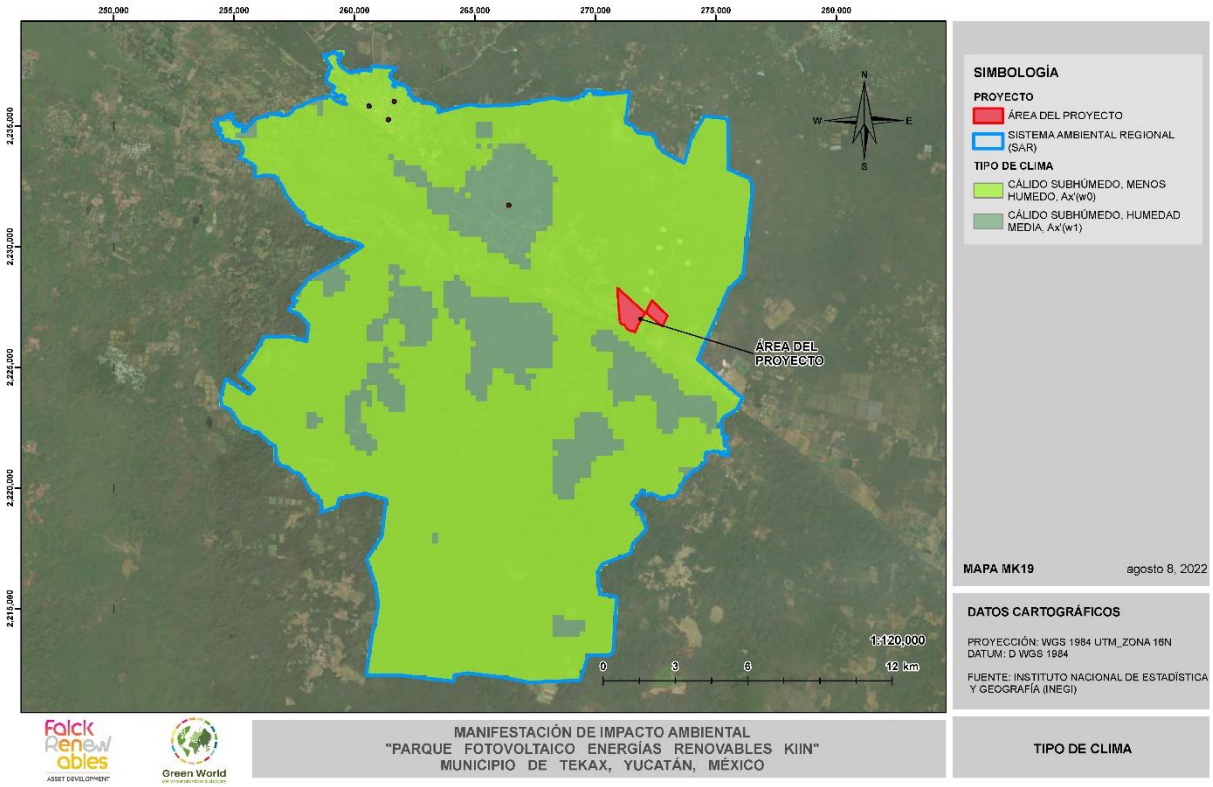


Figura IV-15 Tipo de clima en el SAR

IV.2.1.1.1 Precipitación y temperatura

Para la obtención de datos de precipitación y temperatura, se consultó información de la estación climatológica "Tekax Unidad" con clave 31059 del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Esta se encuentra a 5.6 km al noroeste del área del proyecto, en las coordenadas geográficas Latitud: 20°10'07" N y Longitud: 89°14'06" W. El periodo de datos consultados es del año 1981 al 2010.

En la zona se presenta una temperatura media anual de 26.4°C; de precipitación reporta un promedio de 1,239.5 mm anuales y los meses más lluviosos son agosto y septiembre. En la siguiente tabla se exponen los promedios de temperatura y precipitación, para cada mes del año:

Tabla IV-2 Normales climatológicas de la estación climatológica Tekax Unidad (clave: 31059)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura													
Temperatura máxima normal	31.2	32.7	34.7	36.9	37.6	36.3	35.3	35.4	35.4	34.2	33.1	31.6	34.5
Temperatura media normal	23	24.1	25.9	27.9	28.9	28.6	27.7	27.8	27.8	26.7	25.2	23.5	26.4
Temperatura mínima normal	14.8	15.5	17	18.9	20.2	20.8	20.2	20.2	20.3	19.2	17.2	15.4	18.3
Precipitación													
Media normal	32.4	42	36.6	50.3	119.4	165.5	167.3	170.8	210.1	131.9	67.1	46.1	1239.5
Máxima normal	197.9	200.1	132.8	156.9	343.8	356	337.2	363.8	753.5	285.7	229.2	195.7	

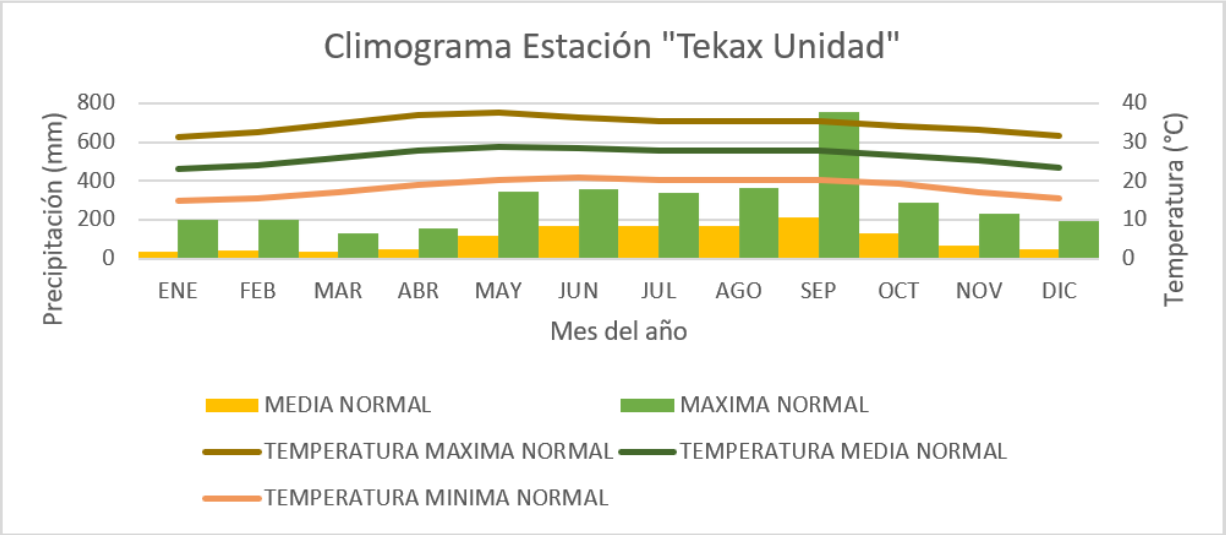


Figura IV-16 Climograma Estación "Tekax Unidad"

IV.2.1.1.2 Radiación solar

La radiación solar depende principalmente de la distancia de la tierra respecto al sol según la época del año, así como de la inclinación del eje terrestre al plano de la órbita solar. Estas posiciones generan que los rayos solares lleguen con más o menos intensidad a algunas regiones del planeta dependiendo del mes en el que se encuentre. De acuerdo con datos de la estación CINVESTAV Mérida, en el último año, los meses con registros de índice de radiación solar mayores a 1200 W/m² se presentaron de abril a septiembre; por otro lado, los meses con menor índice de radiación solar fueron de noviembre a enero con máximas de 1000 W/m².

IV.2.1.1.3 Calidad del aire

De acuerdo con datos del Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA) publicado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), la Estación de Monitoreo de la Calidad del Aire más cercana es la denominada "Mérida - SDS01", instalada con el objetivo de vigilar que la Calidad del Aire en el Estado de Yucatán. Los contaminantes reportados por esta estación son los siguientes: Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de

Nitrógeno (NO2), Dióxido de Azufre (SO2), Ozono (O3) y Partículas menores de 2.5 micrómetros.

A continuación, se muestran las gráficas de dispersión y dirección de contaminantes reportados por la estación SDS01 en primavera del año 2022.

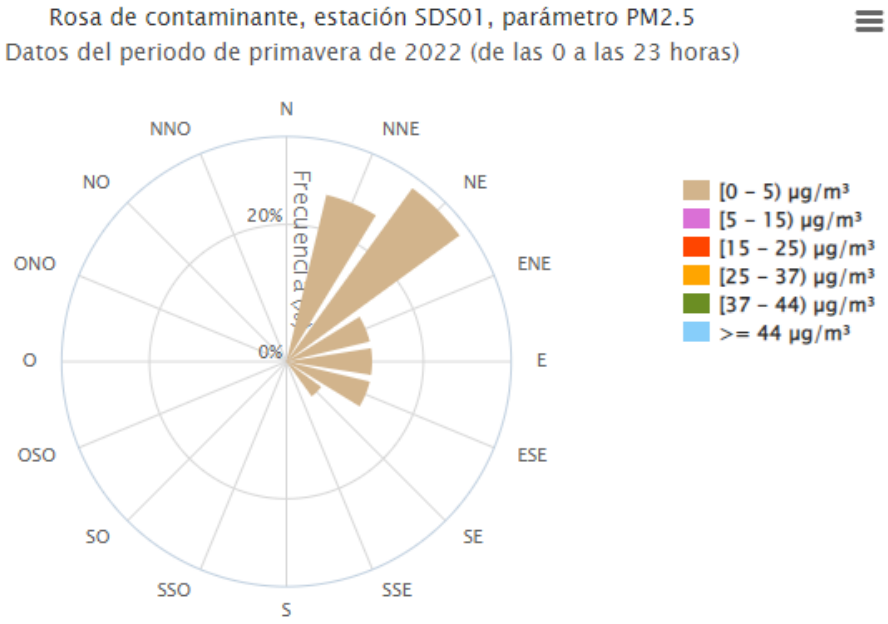


Figura IV-17 Rosa de contaminante, estación SDS01, parámetro PM2.5

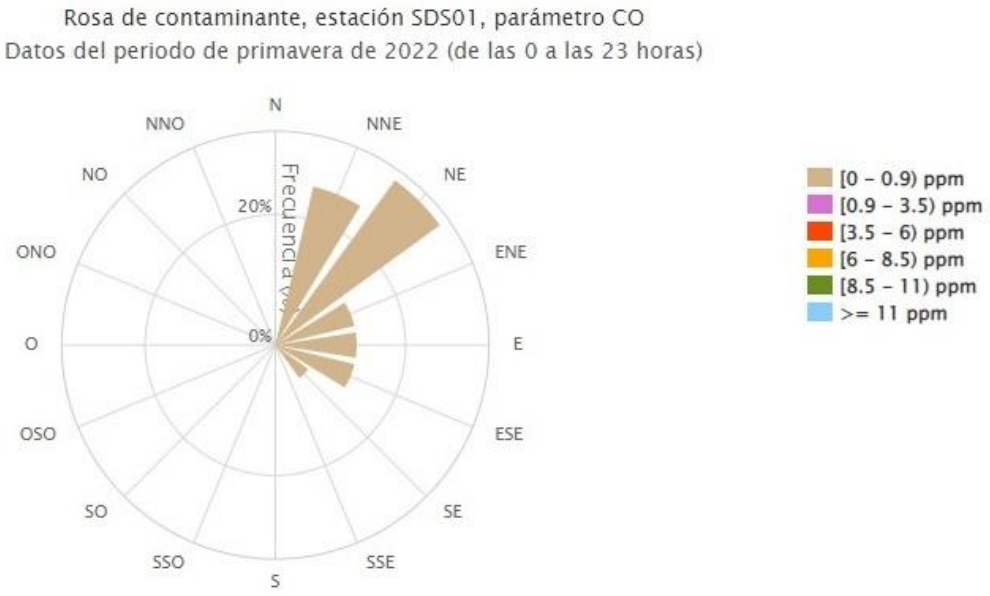


Figura IV-18 Rosa de contaminante, estación SDS01, parámetro CO

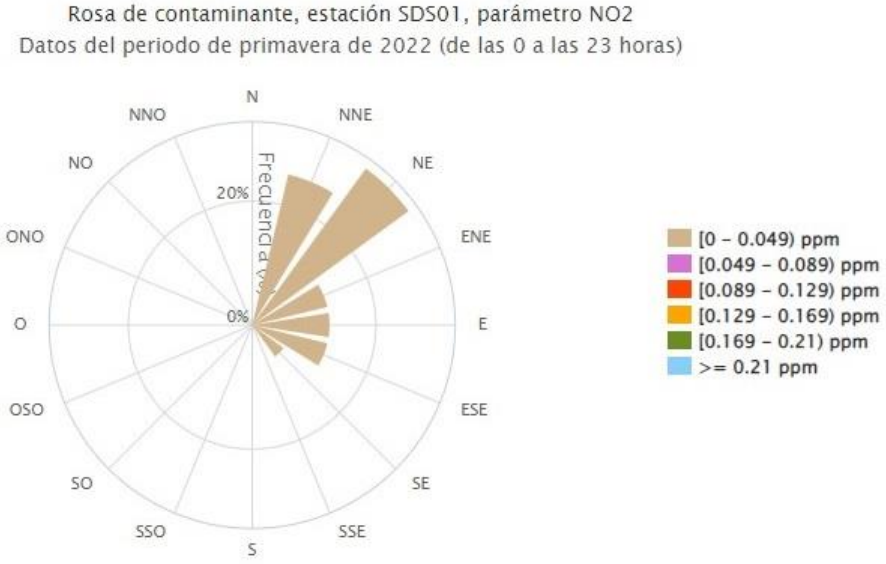


Figura IV-19 Rosa de contaminante, estación SDS01, parámetro NO2

Por lo general, la estación de monitoreo reporta índices bajos de contaminantes, por lo que se concluye que, la calidad del área en la Península Yucatán es buena y el nivel de riesgo asociado es bajo.

IV.2.1.1.4 Fenómenos meteorológicos

Los fenómenos meteorológicos son cambios en la naturaleza, procesos permanentes de movimientos y transformaciones que tiene relación en su mayoría con el agua. La determinación de los fenómenos meteorológicos es de alta importancia, durante la planificación del proyecto, es decir, no se debe desestimar ningún fenómeno que pudiese intervenir en el desarrollo del proyecto. Es importante tener en consideración cada fenómeno y, en el caso de alguna eventualidad, tener las herramientas para poder mitigar los impactos y no comprometer la viabilidad del proyecto o, en el caso más extremo, comprometer los ecosistemas circundantes. Los fenómenos más comunes son la lluvia y el viento, pero, también se incluyen otros conceptos como, tormentas, heladas, nevadas, granizadas, inundaciones, tornados, temperaturas extremas, erosión, etc.

En la siguiente tabla se presenta la lista de los fenómenos meteorológicos de origen hidrometeorológico y el nivel de riesgo presentes en el SAR. Dicha información se consultó del Atlas Nacional de Riesgo en su página web, usando la opción de "Cargar información", mediante la cual se ingresó un archivo de extensión "*.kmz" para visualizar la delimitación del SAR con respecto a las capas de riesgo.

Tabla IV-3 Lista de fenómenos meteorológicos y su nivel de riesgo en el SAR.

Fenómeno	Riesgo	Descripción
Inundaciones	Alto	Este fenómeno se da por la ocupación temporal de agua en zonas donde no es habitual como consecuencia de la superación de la capacidad de drenaje de los cauces y cuerpos de agua.
Tormentas eléctricas	Muy bajo	Se denomina tormenta eléctrica a las descargas bruscas de

Fenómeno	Riesgo	Descripción
		electricidad que se manifiestan por un resplandor breve y por un estruendo. Su importancia radica en el peligro que pueden generar por los incendios que ocasionan.
Granizada	Muy bajo	El daño depende del tamaño y la intensidad de cada evento, sobre todo a la infraestructura y a la vegetación por el impacto que producen.
Tornados	Nulo	Los tornados son columnas estrechas de aire, uno de los fenómenos más violentos causando daños devastadores a la infraestructura.
Bajas temperaturas	Muy bajo	Para el cálculo de este índice, se consideran los datos de días con heladas, temperaturas mínimas extremas y número de declaratorias por el fenómeno.
Sequia	Bajo	Para la evaluación de este fenómeno la CENAPRED ha considerado el déficit de lluvia respecto a su media anual y la duración de esta.
Tormenta de nieve	Muy bajo	La nevada es una forma de precipitación que consiste en la caída de agua en estado sólido, en forma de pequeños cristales de hielo, que caen individualmente o agrupándose en nieve. Para la generación del mapa de riesgos se consideraron datos de ocurrencia de este evento.

La información obtenida a partir del análisis realizado en el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED permitió concluir que los fenómenos de origen meteorológico, presentes en el área delimitada del Sistema Ambiental Regional, no representan algún riesgo de valor considerable para el establecimiento del proyecto planificado.

IV.2.1.2 Geología

IV.2.1.2.1 Fisiografía

De acuerdo con el "Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Provincias fisiográficas (INEGI, 2002), el SAR se encuentra inmenso en la Provincia XI Península de Yucatán.

La provincia fisiográfica Península de Yucatán, está formada por una plataforma calcárea de origen marino, que empezó a emerger desde hace aproximadamente 26 millones de años, la parte norte es la más reciente; se trata de terreno plano con una delgada alineación de lomas y cerros bajos que se le conoce como Sierrita de Ticul.

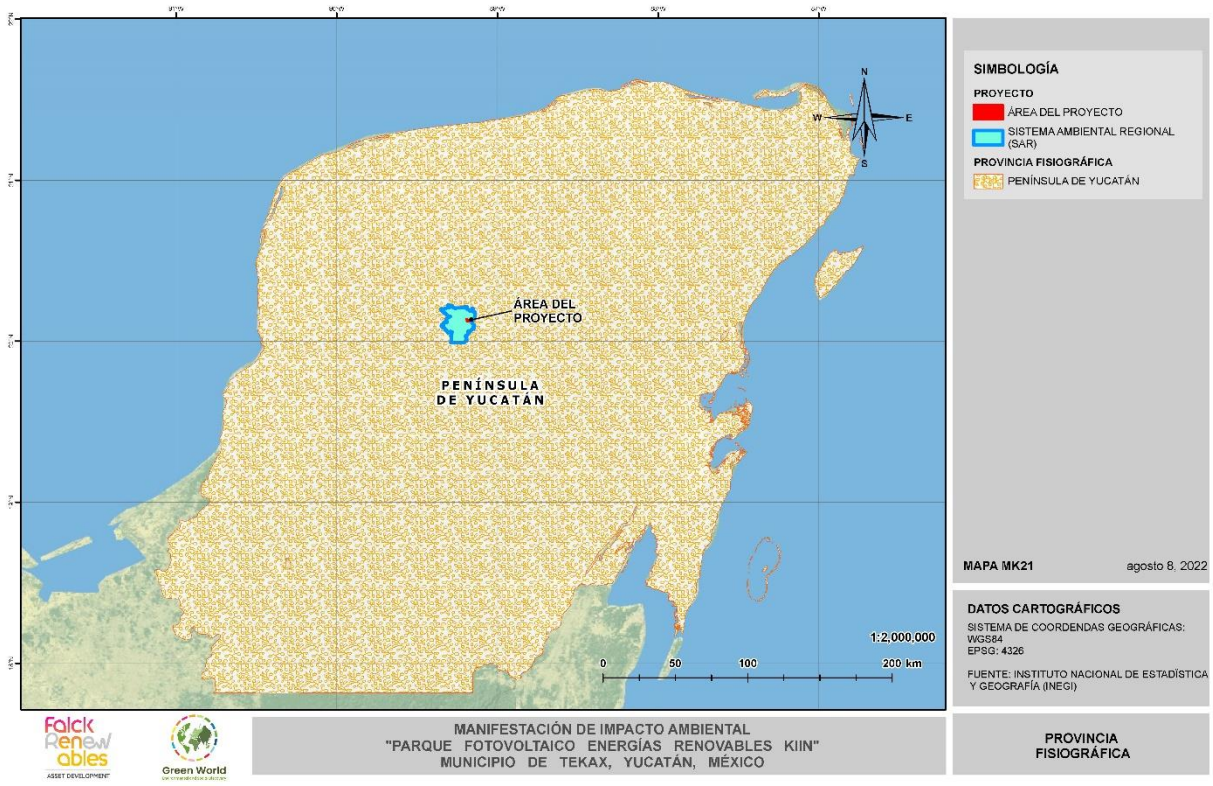


Figura IV-20 Provincia fisiográfica "Península de Yucatán"

Asimismo, el SAR se encuentra en dos subprovincias fisiográficas; "Carso Yucateco ". y "Carso y Lomeríos de Campeche ".

- "Carso Yucateco": se caracteriza por presentar relieve plano, está constituida por rocas calizas del Terciario Superior con evidente presencia de fósiles, principalmente de ambiente arrecifal; presenta abundantes estructuras de hundimiento o dolinas conocidas localmente como "aguadas" y estructuras de colapso inundadas o cenotes, evidencias clásicas de la topografía cárstica que caracteriza a la región.
- "Carso y Lomeríos de Campeche": presenta relieve ligeramente ondulado debido a la presencia de lomeríos que alternan con hondonadas o llanuras que lo distinguen de las zonas aledañas, está constituida mayormente por calizas cársticas del Paleoceno y Eoceno. Dentro de esta subprovincia se localiza el rasgo fisiográfico más

preponderante de la zona de estudio, que corresponde a la Sierrita de Ticul, donde la mayor elevación es de 210 m s.n.m. y se ubica en el Cerro Benito Juárez.

En la siguiente figura, se puede observar la distribución espacial de las subprovincias fisiográficas existentes en el SAR.

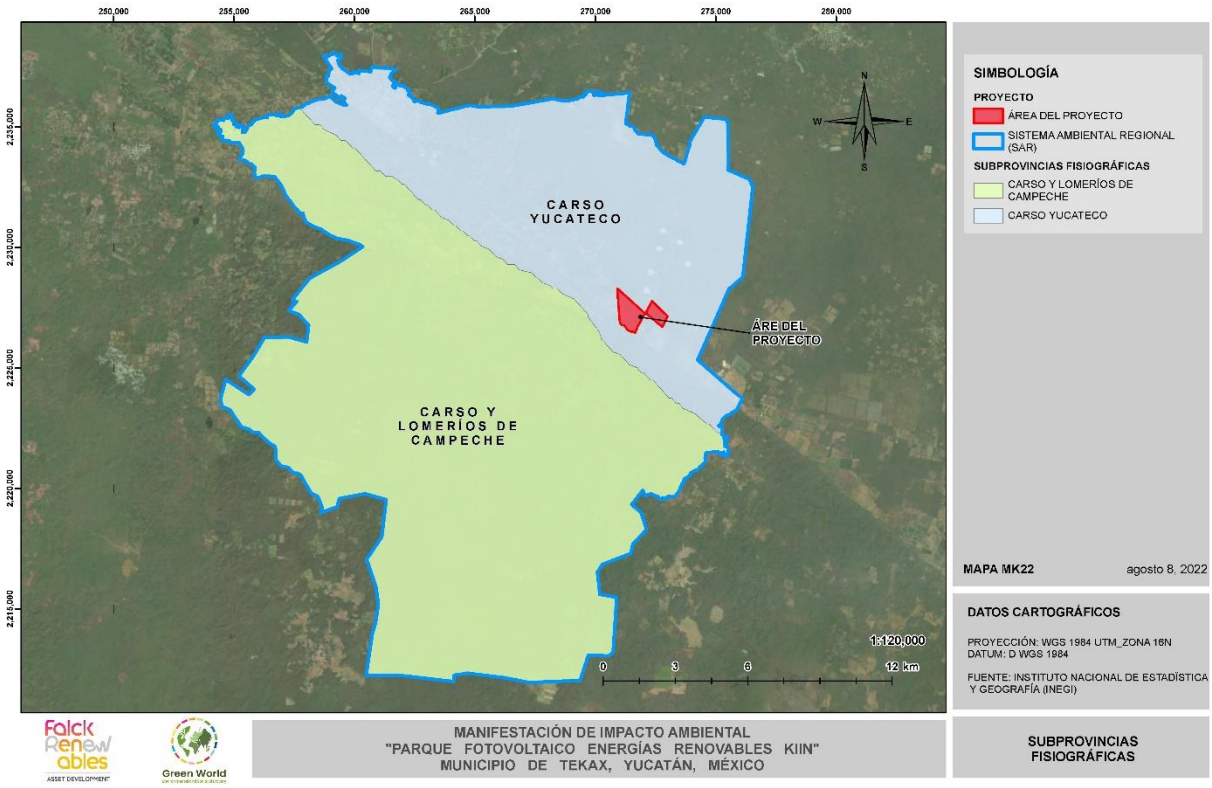


Figura IV-21 Subprovincias fisiográficas en el SAR

IV.2.1.2.2 Origen geomorfológico del suelo y características de su basamento

El Golfo de México y la Península de Yucatán forman parte de un ambiente de apertura continental que inició en el Triásico con la disgregación de Pangea. La zona donde se ubica el SAR ha estado sujeta a tierras emergida, es hasta el Turoniano-Maestrichtiano cuando un ambiente marino es definido con certeza y donde una litología de plataforma es reconocida (Padilla & Sánchez, 2007).

La Península de Yucatán está constituida por sedimentos calcáreos de origen marino del período Terciario y Cuaternario. (Butterlin & Bonnet, 1963). Los espesores de los sedimentos cretácicos de la Península de Yucatán varían desde 1,300 a más de 3,150m. (Ramos Lopez, 1973).
(Ramos Lopez, 1973) también indica que, casi todos los geólogos de campo que han intentado llevar a cabo levantamiento geológico en la Península de Yucatán, se encontraron con el problema de la falta de afloramientos, ya que el material de caliche reciente que cubre gran parte del área se forma indiscriminadamente sobre casi todas las rocas del subsuelo.

A continuación, se describen las características geomorfológicas presentes en el SAR.

IV.2.1.2.3 Topoformas

De acuerdo con la información cartográfica del (INEGI, 2001), el SAR presenta una configuración superficial que corresponde al siguiente sistema de topoformas: llanura, sierra y lomeríos.

Llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado: Área sin elevaciones o depresiones prominentes. Se distribuye al centro-norte de la península, tiene como límite inferior la Sierrita de Ticul, al norte presenta mayor cantidad de hondonadas y mayor desarrollo de carsticidad.

Pequeña sierra fallada: Se define como un conjunto de montañas o subconjunto, cuya línea de cumbres tiene forma aserrada o quebrada, bastante pronunciada. Se extiende en una franja con orientación noroeste-sureste de poco menos de 3 km de ancho, la elevación promedio es de 200 m.

Lomerío bajo con hondonadas: Terreno caracterizado por un relieve que se origina por la disección de una planicie inclinada o por la nivelación de montañas, y que se traduce en pequeñas elevaciones del terreno con configuración suave. Las hondonadas, se interpretan como colapso en el subsuelo calcáreo que detona el proceso de formación de dolinas.

En la siguiente figura se pueden observar el sistema de topoformas presentes en el SAR.

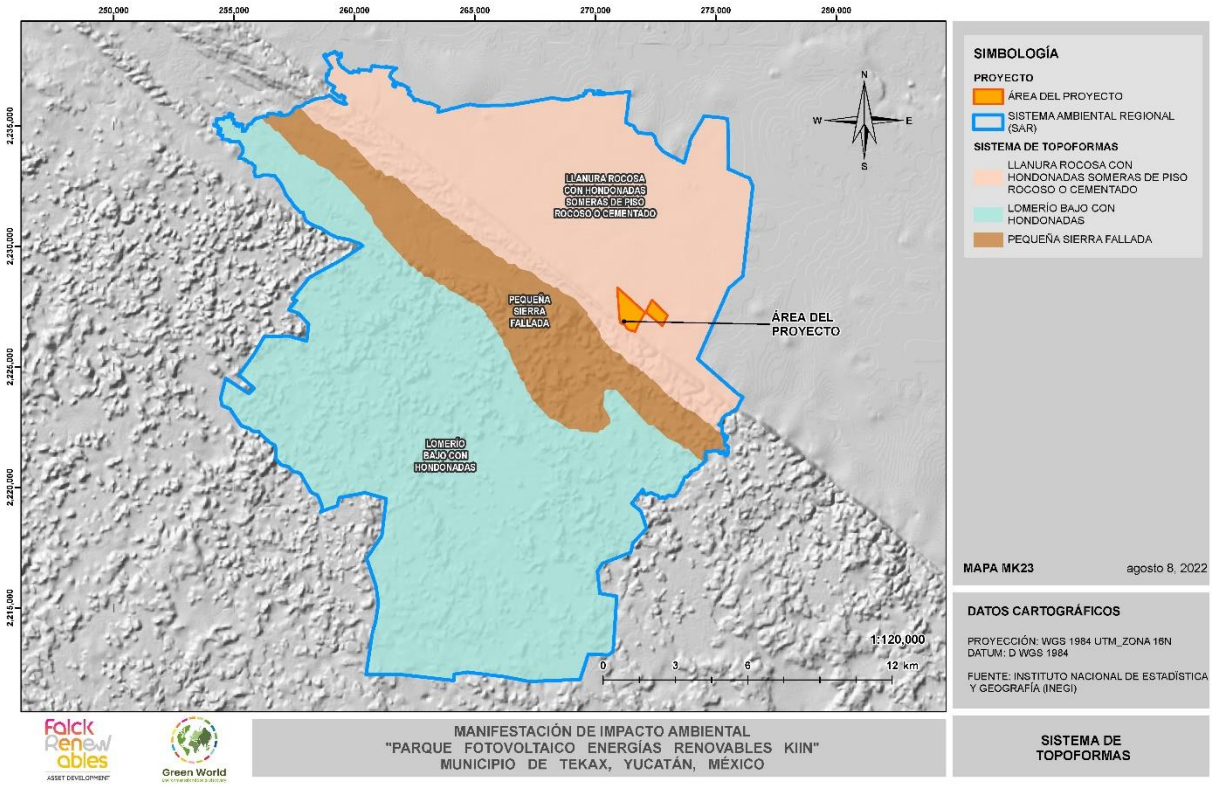


Figura IV-22 Sistema de topoformas en SAR

IV.2.1.3 Geología superficial

De acuerdo con la carta Geológico-Minera "Mérida" de clave F16-10, publicada por el Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2006) en el área de estudio la Unidad Geológica predominante corresponde a roca caliza de tipo sedimentaria, conformada en el Cenozoico.

El SAR se encuentra dentro de la provincia geológica denominada "Plataforma de Yucatán", constituida por rocas carbonatadas que abarcan del periodo Cretácico al Reciente. Dentro de la "Plataforma de Yucatán" se encuentra la Formación Chichen Itzá (TeCz-Mg), constituida por un paquete de rocas carbonatadas conformado por grainstone, wackestone, brecha calcárea y horizontes de margas de edad Eoceno (SGM, 2006).

Asimismo, la Península de Yucatán presenta rasgos estructurales característicos de formaciones cársticas, los cuales evolucionan como resultado de la acción erosiva del agua sobre las formaciones calizas que actúan disolviendo la roca, lo cual, tras largos períodos de tiempo, deriva en la formación de cámaras o cavidades subterráneas, conocidas como conductos de disolución, donde en algunos casos, forman oquedades expuestas (cenotes), que exhiben el nivel del agua subterránea o bien solamente se colapsa el techo de la caverna formando dolinas. (Consejo de Cuenca Península de Yucatán, 2012) Estas formaciones geohidrológicas son de alta importancia ambiental y social en la Península de Yucatán, por lo que es destacable que, el área del proyecto se encuentra a aproximadamente 57km de distancia de la zona de cenotes. En la siguiente figura se muestra la ubicación de la zona de cenotes con respecto al SAR y al proyecto.

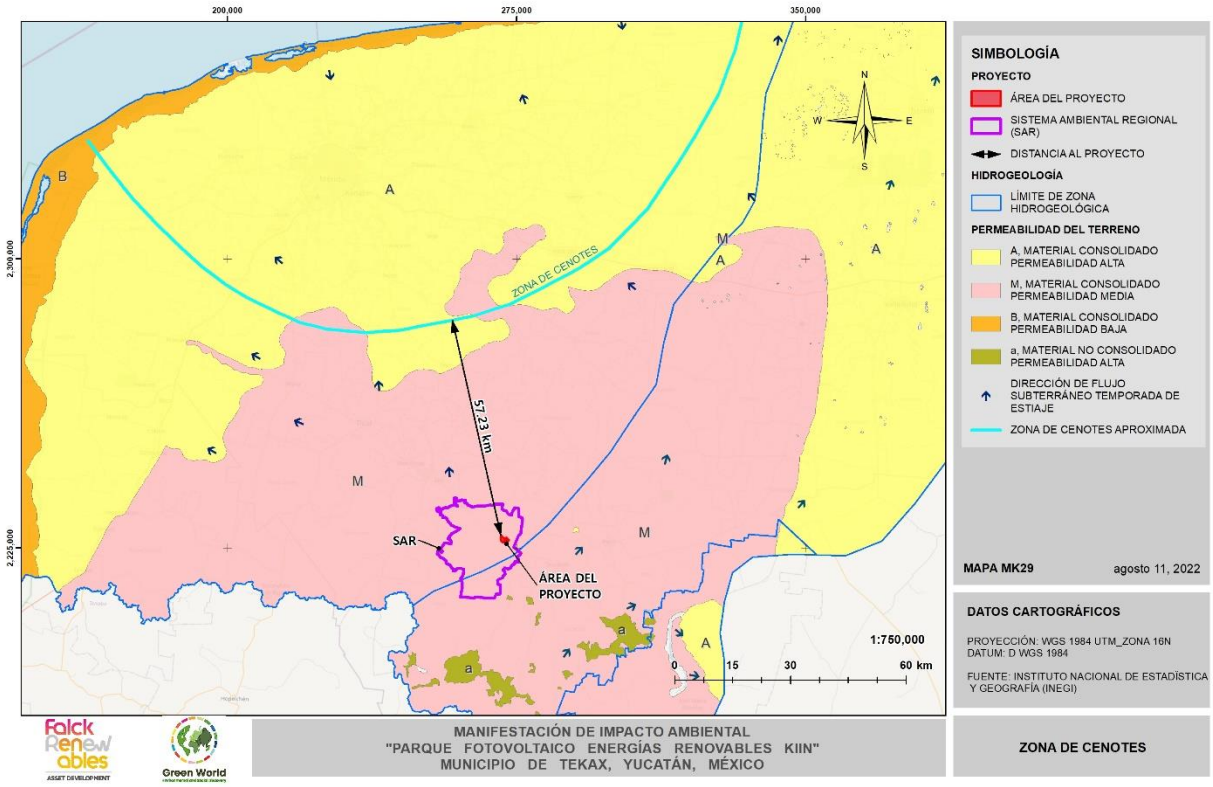


Figura IV-23 Ubicación de la zona de cenotes con respecto al proyecto

Derivado de lo anterior, se puede concluir que el proyecto no compromete las condiciones geomorfológicas existentes en la zona. En la siguiente figura se muestra la distribución espacial lo descrito anteriormente.

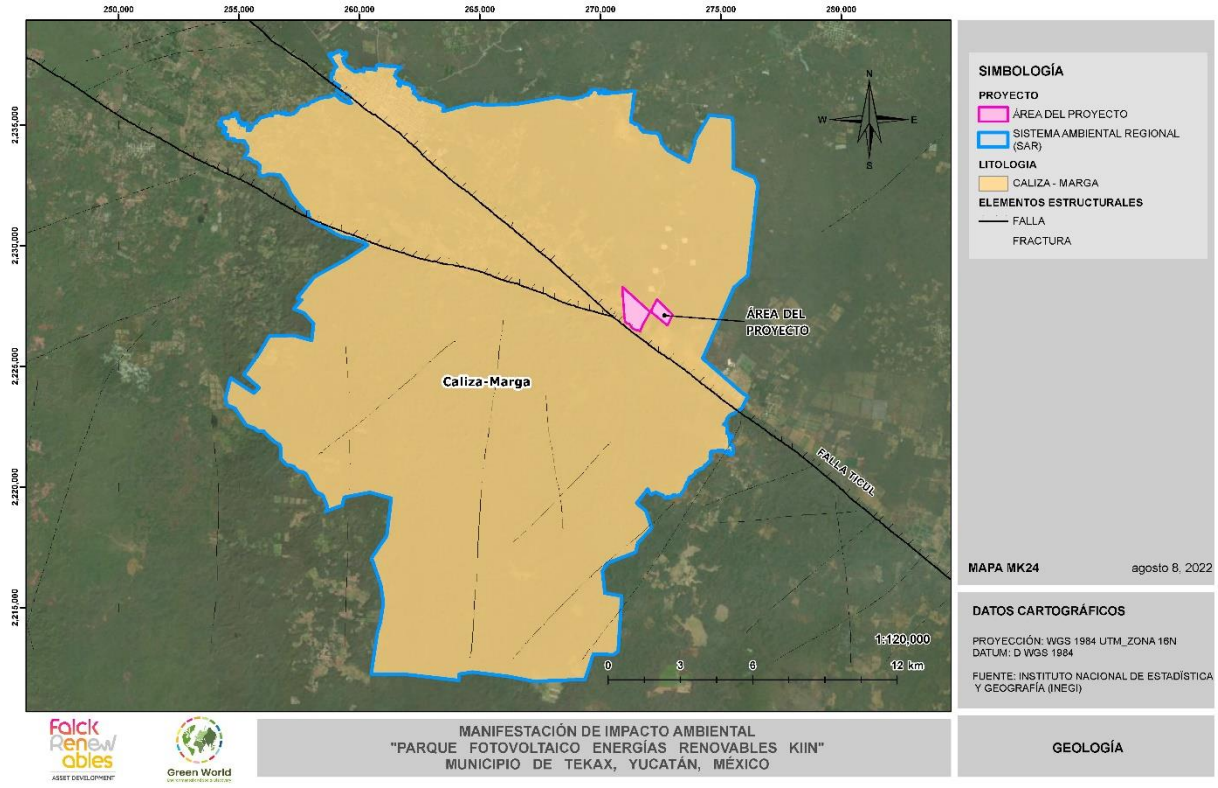


Figura IV-24 Tipo de roca y elementos estructurales en el SAR

IV.2.1.4 Fallas y fracturas

Como se muestra en la figura anterior, dentro del SAR se encuentra una falla geológica normal denominada "Ticul", la cual se originó por una tectónica distensiva reciente. Dicha falla mide aproximadamente 115 km de largo con dirección NW-SE. Se manifiesta como una brecha cataclástica de 4m de ancho, constituida por fragmentos calcáreos angulosos de 1 a 5cm, inmersos en una matriz areno arcillosa con abundantes óxidos de fierro (SGM, 2006).

IV.2.1.5 Edafología

De acuerdo con la información cartográfica de Edafología Serie II (INEGI, 2013), dentro del SAR existen seis unidades edafológicas; es decir, grupos de suelo dominantes. A su vez, es posible distinguir subgrupos de suelo, de estos, el área delimitada del proyecto incide únicamente en dos, Luvisol y Lixisol. En la siguiente tabla se enlistan las unidades de suelo identificadas en el SAR.

Tabla IV-4 Unidades de suelo presentes en el SAR

Clave WRB	Clave suelo	Grupo	Calificador	Textura	Área (Ha)	Porcentaje
LXropf+PHhulep+LPhurz/2	LX	Lixisol	Ródico	Media	18051.5792	47.74%
LVro+LPeuhu+LVrolen/3	LV	Luvisol	N	Fina	4424.5025	11.70%
CMsowvr+LPhurz+LVcr/3	CM	Cambisol	HipoSódico	Fina	4247.2785	11.23%
PHhulep+LPhurz+LPhuli/2	PH	Phaeozem	Húmico	Media	2997.8999	7.93%
LVroct+PHhulv+LVhulen/3	LV	Luvisol	Ródico	Fina	2007.1796	5.31%
CMhulen+LPhurz/3	CM	Cambisol	Húmico	Fina	1275.1076	3.37%
LPhurz+LPhuli/2	LP	Leptosol	Húmico	Media	1237.1249	3.27%
LVro+VRsklep/3	LV	Luvisol	N	Fina	820.9320	2.17%
LPhurz+CMeucr/2	LP	Leptosol	Húmico	Media	757.9590	2.00%
LVha+LPhuli+CMcrlep/3	LV	Luvisol	N	Fina	737.4388	1.95%
LVcr+LPhurz/3	LV	Luvisol	N	Fina	613.0273	1.62%
LPhurz+LVlen/2	LP	Leptosol	Húmico	Media	90.9485	0.24%
VRmzsow+GLvr/3	VR	Vertisol	Mázico	Fina	81.1302	0.21%
Localidad					468.7252	1.24%
Total					37810.8330	100.00%

Las características de estas unidades de suelo, de acuerdo con (INEGI, 2011), se describen a continuación.

Cambisol: Suelos jóvenes con algún cambio apreciable en el contenido de arcilla o color entre sus capas u horizontes. Tienen en el subsuelo una capa más parecida a suelo que a roca y con acumulaciones moderadas de calcio, hierro, manganeso y arcilla. Son de moderada a alta

susceptibilidad a la erosión. Por lo general, estos suelos son buenos con fines agrícolas y son usados intensamente. Este suelo tiene calificador "HipoSódico", lo cual indica que son suelos con una capa de 20 cm o más con 6% de sodio o 15% de concentración de sodio más magnesio, dentro de los primeros 100 cm de profundidad. La textura es fina, lo que significa que son suelos arcillosos con más de 35% de arcilla, que tienen mal drenaje, escasa porosidad, son por lo general duros al secarse, se inundan fácilmente y son menos favorables al laboreo.

Lepsotol: Representan suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. El uso principal de este suelo es para agostadero. Este suelo tiene calificador "Húmico", lo que indica que es un suelo rico en carbono orgánico y que tienen en promedio 2% o más en los primeros 50 cm de profundidad. Su textura es media, lo que indica que existe un equilibrio entre arenas, arcilla y limo.

Lixisol: Suelos con arcillas de baja actividad que son fuertemente susceptibles a la erosión por deforestación. El calificador "Ródico" indica que es un suelo con una capa de 30 cm o más, extremadamente rojo. Su textura es media, comúnmente llamados suelos francos.

Luvisol: Suelos rojos, grises o pardos claros, susceptibles a la erosión especialmente aquellos con alto contenido de arcilla y los situados en pendientes fuertes. Los Luvisoles son generalmente fértiles para la agricultura. El calificador "Ródico" indica que es un suelo con una capa de 30 cm o más, extremadamente rojo, más rojo que los suelos con calificador crómico. La textura es fina, lo que significa que son suelos arcillosos con más de 35% de arcilla, que tienen mal drenaje, escasa porosidad, son por lo general duros al secarse y se inundan fácilmente.

Phaeozem: Suelos de clima semiseco y subhúmedo, de color superficial pardo a negro, fértiles en magnesio, potasio y sin carbonatos en el subsuelo. El relieve donde se desarrollan estos suelos es generalmente plano o ligeramente ondulado. Este suelo tiene calificador "Húmico", lo que indica que es un suelo rico en carbono orgánico y que tienen en promedio 1% o más

en los primeros 50 cm de profundidad. Su textura es media, comúnmente llamados suelos francos.

Vertisol: Suelos llamados pesados, se crean bajo condiciones alternadas de saturación-sequía, se forman grietas anchas, abundantes y profundas cuando están secos. Son bastante fértiles para la agricultura por su alta capacidad de retención de humedad y sus propiedades de intercambio mineral con las plantas. Son estables frente a la erosión y tienen buen amortiguamiento contra sustancias tóxicas. Tiene calificador "Mázico" y se refiere a que el suelo tiene una estructura muy dura y de gran tamaño. La textura es fina, lo que significa que son suelos arcillosos con más de 35% de arcilla, que tienen mal drenaje, escasa porosidad, son por lo general duros al secarse y se inundan fácilmente.

En cuanto a los suelos en el área del proyecto, predominan dos grupos, luvisol y lixisol. Ambos con calificador "Ródico" que indica que son suelos con una capa de 30cm o más y son extremadamente rojos. El grupo Luvisol está presente en el 93.4% del área del proyecto, su textura es fina, por lo que son suelos con escasa porosidad y con mal drenaje. El grupo Lixisol únicamente se presenta en la parte sur del área del proyecto y representan al 6.6% de ocupación, estos son suelos altamente susceptibles a la erosión derivado de la deforestación y su textura es media, por lo que puede considerarse un suelo franco. En la siguiente tabla se muestra los grupos de suelos presentes en al área del proyecto y sus porcentajes de ocupación.

Tabla IV-5 Tipos de suelo presentes en el área del proyecto

Clave WRB	Clave suelo	Grupo	Calificador	Textura	Área (Ha)	Porcentaje
LVro+VRsklep/3	LV	LUVISOL	N	Fina	55.0705	34.6%
LXropf+PHhulep+LPhurz/2	LX	LIXISOL	Ródico	Media	10.5647	6.6%
LVroct+PHhulv+LVhulen/3	LV	LUVISOL	Ródico	Fina	46.0462	29.0%
LVroct+PHhulv+LVhulen/3	LV	LUVISOL	Ródico	Fina	47.2872	29.7%
					158.9687	100.0%

A continuación, en la siguiente figura se muestrea la distribución espacial de los suelos en el SAR y al área del proyecto.

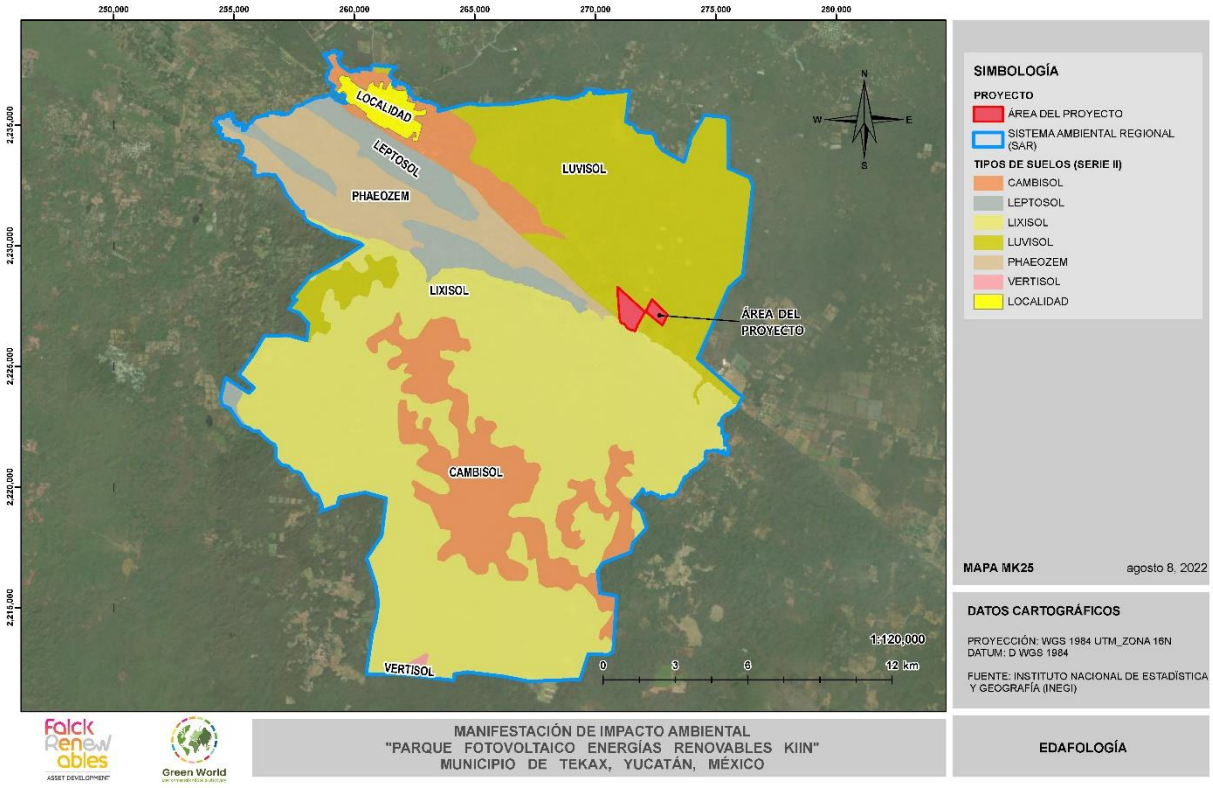


Figura IV-25 Tipos de suelos presentes en el SAR

IV.2.1.6 Degradación de suelos

De acuerdo con (SEMARNAT, 2004) en el SAR se presenta un solo tipo de degradación del suelo: "*Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica*", de grado ligero y generada por dos causas: *actividades agrícolas* y por *deforestación y remoción de la vegetación*. Existe una zona dentro del SAR que no presenta datos de degradación del suelo, debido a que se encuentra cubierta por vegetación y es la zona correspondiente a la ANP "Reserva Estatal Biocultural del Puuc". La siguiente figura muestra la distribución las zonas con suelos degradados dentro del SAR.

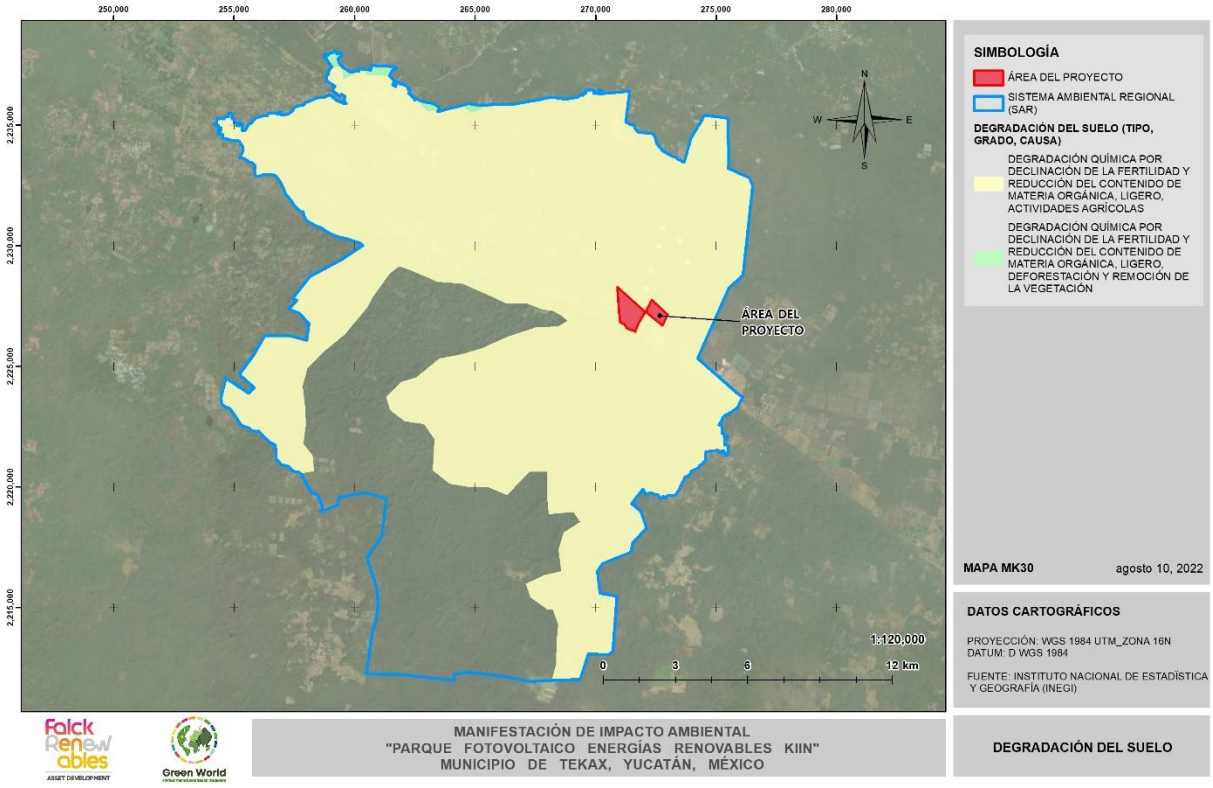


Figura IV-26 Tipos de degradación del suelo en el SAR

IV.2.1.7 Hidrología

IV.2.1.7.1 Hidrología superficial

El agua almacenada o fluyente en el suelo afecta la formación del suelo, su estructura, estabilidad y erosión. El objetivo de la presente información es resaltar el estado actual en que se encuentra la hidrología superficial, debido a que en algunas de las etapas del proyecto esta puede actuar de manera sinérgica y acrecentar, por ejemplo, el proceso erosivo.

Para el siguiente análisis se consideraron las cuencas hidrográficas. Las cuencas hidrográficas son unidades del terreno, definidas por la división natural de las aguas debida a la conformación del relieve. Para propósitos de administración de las aguas nacionales, la CONAGUA ha definido 731 cuencas hidrológicas a nivel nacional. Estas se encuentran

organizadas en 38 regiones hidrológicas (RH). En este sentido, el SAR se encuentra inmerso en la Región Hidrológica RH32 "Yucatán Norte", a su vez en la cuenca RH32B "Yucatán" y finalmente en la subcuenca RH32Ba "Mérida".

Dentro del SAR existen 167 corrientes de agua intermitentes, la mayor longitud es de 5km y de Orden Strahler 3. Todas estas corrientes se generan en la parte alta de la "Sierra Ticul" y se desplazan a la parte baja por gravedad. No hay registros de presencia de cuerpos de agua en el SAR. En la siguiente figura, se muestran los rasgos hidrográficos presentes en el SAR.

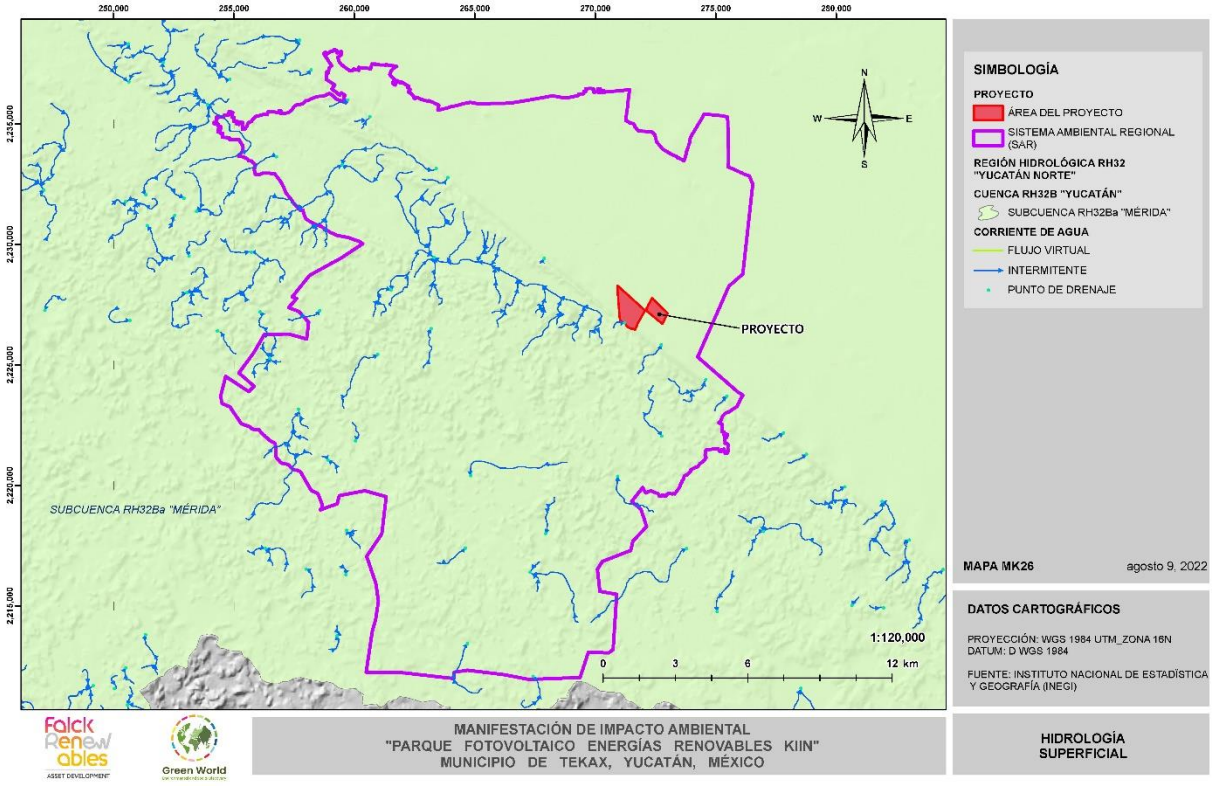


Figura IV-27 Hidrología superficial en el SAR

Como se muestra en la figura anterior, existe una corriente de agua intermitente cercana al área del proyecto. Esta se origina dentro de la Sierra Ticul con dirección noreste y se aproxima por la parte sur del predio. Sin embargo, al llegar a la zona delimitada como área del proyecto,

se infiltra hacia el subsuelo debido a la presencia de suelos permeables. Los datos de dicha corriente y drenaje natural se enlistan a continuación.

Tabla IV-6 Corriente de agua intermitente cercana al área del proyecto

Id	Clave de la subcuenca	Clave 50k	Tipo	Entidad	Condición	Longitud	Id drenaje	Orden Strahler
14034493	Rh32ba	F16c83	101	Corriente de agua	Intermitente	615.4694	103	1

Derivado de lo anterior, se puede concluir que el proyecto no intervendrá con a los procesos hidrográficos presentes en la zona.

IV.2.1.7.2 Hidrología subterránea

La pérdida de cobertura vegetal trae como consecuencia la disminución de la captación y mantenimiento de agua con potencial de infiltración, proceso por el cual el agua penetra en el suelo, a través de la superficie de la tierra, y queda retenida por ella o alcanza un nivel acuífero recargando así los mantos acuíferos.

De acuerdo con la información presentada por la (Subdirección General Técnica Gerencia de Aguas Subterráneas, 2020), publicado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el SAR se encuentra ubicado en el acuífero "Península de Yucatán", sus características se describen continuación.

Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplicó la NOM-011-CONAGUA-2015, que establece la metodología para calcular la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; que, en la fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

$$DMA = R - DNC - VEAS$$

DAS = Disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero

R = Recarga total media anual

DNC = Descarga natural comprometida

VCAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

Recarga total media anual (R)

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. En esta zona, al ser la precipitación media anual de 1,239.5 mm y derivado de la permeabilidad del suelo, se estimó que la recarga vertical natural es de 21,813.4 hm3/año.

Descarga natural comprometida (DNC)

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales, y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero; más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes, sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Para el caso del acuífero "Península de Yucatán" se considera que el valor de la descarga natural comprometida es únicamente de 14,542.2 hm3/año, que corresponde a las salidas subterráneas que presenta el acuífero.

Volumen concesionado de aguas subterráneas (VEAS)

El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, con fecha de corte al 20 de febrero del 2020, para el acuífero "Península de Yucatán" el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 4884.2735 hm/m3 anuales.

Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

$$DMA = R - DNC - VEAS$$
$$DMA = 21{,}813.4 - 14{,}542.2 - 4{,}884.273500$$
$$DMA = 2{,}386.9265 \text{ hm3/año}$$

El resultado indica que existe un volumen disponible de 2,386,926,500 m3 anuales para otorgar nuevas concesiones.

En la siguiente figura, se muestra la ubicación del SAR y el área del proyecto en el acuífero.

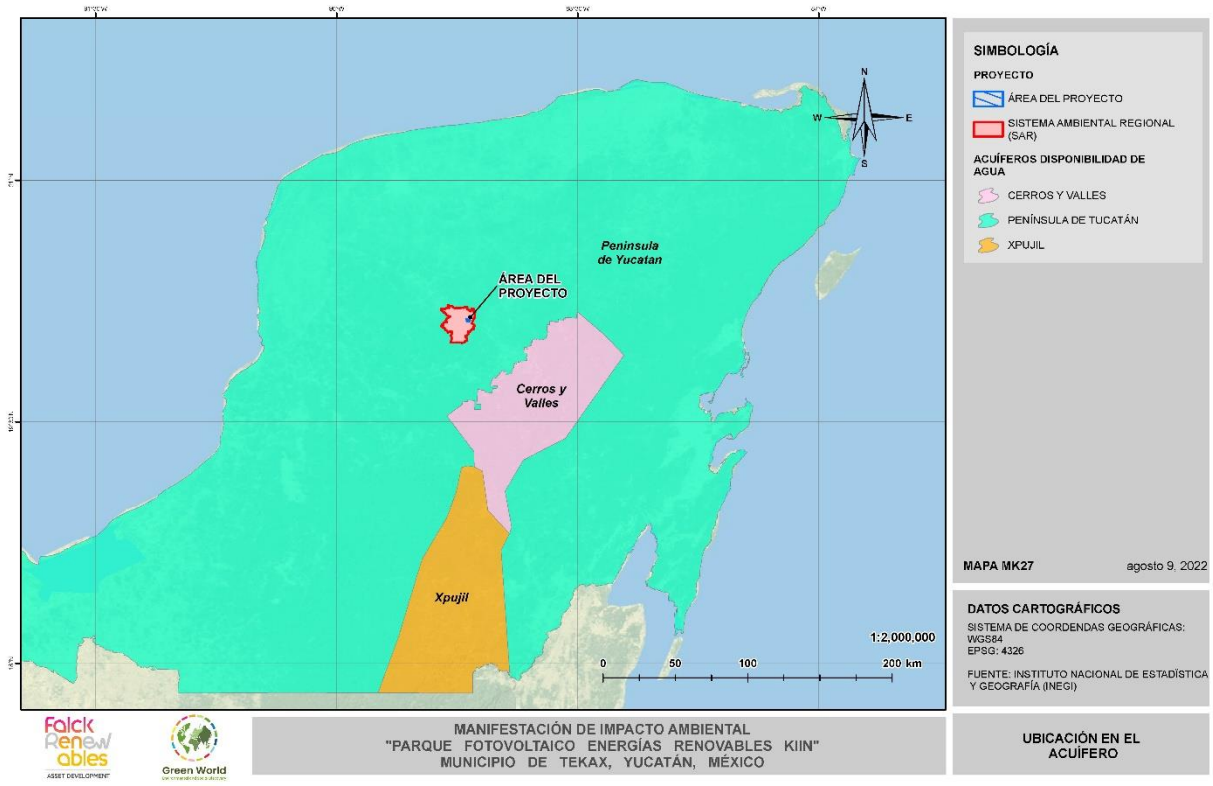


Figura IV-28 Ubicación del SAR dentro del acuífero "Península de Yucatán"

Rasgos hidrogeológicos

De acuerdo con lo anterior, el Acuífero Península de Yucatán no presenta problemas de disponibilidad de agua, sin embargo, es importante identificar otros rasgos relacionados con el componente hidrogeológico. Para determinar la posible afectación derivada de la instalación del proyecto, es necesario conocer las características y el comportamiento del recurso hídrico subterráneo.

En la Península de Yucatán, existen unidades hidrogeológicas definidas a partir de valores de permeabilidad, de los resultados de los análisis fisicoquímicos obtenidos de las muestras de agua colectadas en pozos, norias y manantiales, curvas de igual elevación del nivel estático con lo cual se define la dirección de flujo del agua subterránea, entre otros.

De acuerdo con datos vectoriales de la carta "Zona Hidrogeológica Mérida Temporada de Estiaje " (INEGI, 2019) y la carta "Zona Hidrogeológica Valladolid Temporada de Estiaje" (INEGI, 2018), dentro del SAR se identifican dos unidades hidrogeológicas denominadas "Mérida" y "Valladolid". Ambas se caracterizan por contener material consolidado con permeabilidad media. En lo que se refiere al nivel estático del agua, se tiene registro de pozos de monitoreo dentro y a la redonda del SAR. En temporada de estiaje, la parte noreste del SAR correspondiente a la Zona Hidrogeológica "Mérida", presenta niveles estáticos del agua en los rangos de 27m a 22.8m; del lado suroeste de la "Sierra Ticul" se tiene registro de niveles estáticos del agua de 99m. En la Zona Hidrogeológica "Valladolid", pozos monitoreados a la redonda de la comunidad "Peto" los niveles estáticos del agua se encuentran a 36m- a 40m. En cuanto a direcciones de flujo, durante la temporada de estiaje la Zona Hidrogeológica "Mérida" presenta flujo de agua subterránea con dirección norte; mientras que la Zona Hidrogeológica "Valladolid" presenta flujo con dirección noreste. En la siguiente figura, se observan los rasgos anteriormente descritos.

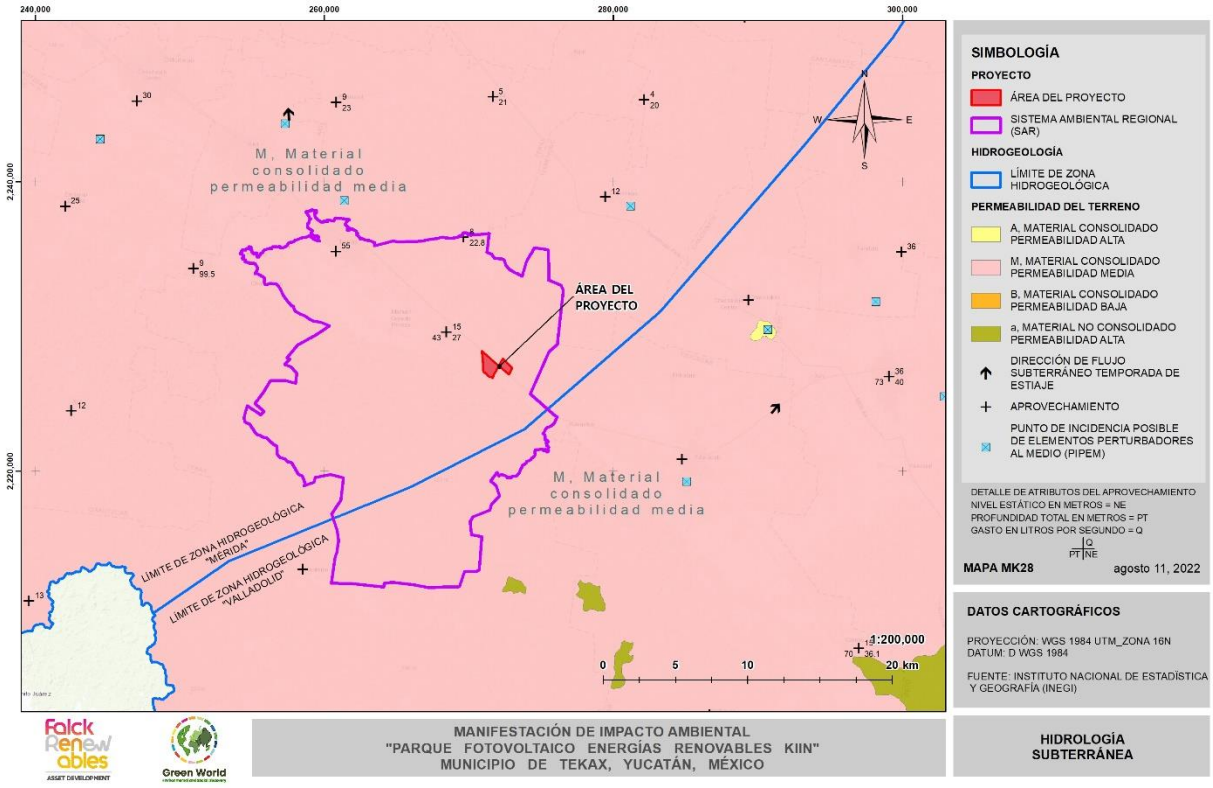


Figura IV-29 Hidrología subterránea en el SAR

Una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes, se realizarán estudios más detallados.

IV.2.2 Medio biótico

IV.2.2.1 Vegetación

Las comunidades vegetales de la Península de Yucatán se agrupan en distintos tipos de vegetación y diversas asociaciones terrestres y su configuración es más diversa de acuerdo con un gradiente de humedad que se incrementa de norte a sur. Estas condiciones determinan en las comunidades un mayor desarrollo estructural y un incremento en la riqueza florística,

desde las ubicadas en las islas del norte de la Península hasta las asentadas en la posición sur de la misma. [3]

La diversidad de las comunidades vegetales depende de la topografía, el suelo y el clima. En la región fitogeográfica de la Península de Yucatán, el principal tipo de vegetación corresponde a selva tropical, la cual se caracteriza por una dominancia de especies arbóreas, temperaturas cálidas y alta humedad.

IV.2.2.1.1 Uso de suelo y vegetación en el SAR de acuerdo a INEGI

De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI de INEGI[4] en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se registran seis usos de suelo (desprovisto de vegetación, asentamientos humanos, pastizal cultivado, agricultura de riego anual, agricultura de riego permanente y agricultura de temporal anual) y se presentan dos tipos de vegetación en diferentes etapas de sucesión, los cuales son: selva baja espinosa subperennifolia y selva mediana subcaducifolia. En la siguiente tabla se muestra la superficie ocupada por cada uso de suelo y vegetación dentro del SAR.

Tabla IV-7 Uso de Suelo y vegetación presentes en el SAR

Usos de suelo y vegetación	Superficie (ha)	% de superficie
Desprovisto de vegetación	128.38	0.34
Asentamientos humanos	723.89	1.91
Pastizal cultivado	553.11	1.46
Agricultura de riego anual	1930.98	5.11
Agricultura de riego permanente	1582.73	4.19
Agricultura de temporal anual	960.66	2.54
Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	56.68	0.15
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	1683.32	4.45
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	30191.08	79.85

3 *Durán R. y M. Méndez (EDS). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY. PPD –FMAN.CONABIO. 496 pp.*

4 *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Capa Unión. México.*

Usos de suelo y vegetación	Superficie (ha)	% de superficie
Total	37810.83	100

De acuerdo con los análisis de los tipos de vegetación y uso de suelo que conforman el SAR, el más representativo es: **selva mediana subcaducifolia en sus diferentes estados de sucesión (84.3%).** Por otro lado, la agricultura en conjunto (incluyendo el pastizal cultivado) solo representa el 8.34% de superficie del SAR.

En el siguiente mapa se muestra la distribución de los tipos de vegetación y uso de suelo presentes dentro del SAR de acuerdo con INEGI.

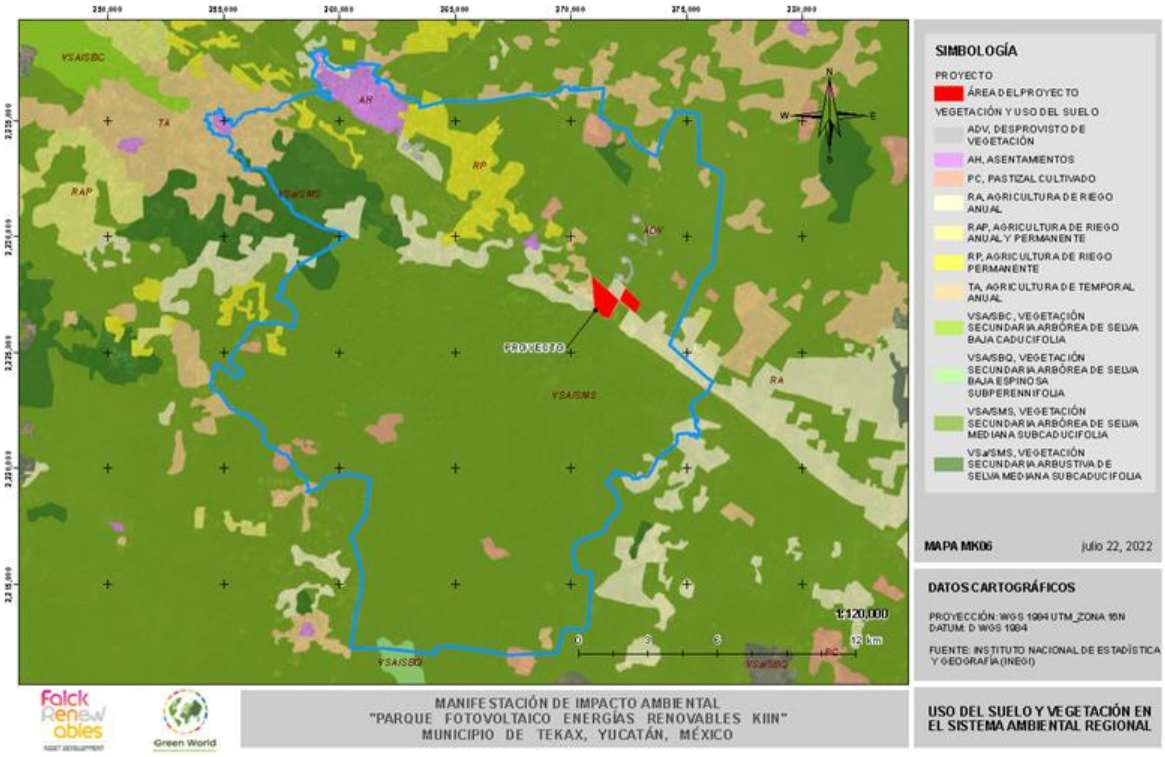


Figura IV-30 Uso de Suelo y Vegetación del SAR.

A continuación, se describen brevemente los tipos de vegetación presentes dentro del SAR.

- Agricultura de riego anual y permanente

Se refiere al tipo de agricultura cuando el suministro de agua utilizado para su desarrollo es suministrado por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, un río, etcétera. De acuerdo con la temporalidad puede ser de forma anual o en el caso de ser permanente, su ciclo vegetativo es mayor a diez años.

- Agricultura de temporal anual

Se refiere al tipo de agricultura donde el agua necesaria para su desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia, con cultivos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

- Pastizal cultivado

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

- Selva baja espinosa subperennifolia

Este tipo de comunidad vegetal se distribuye en los llamados "bajiales" o bajos inundables de la costa norte de Yucatán, centro y sur de Campeche, sur y noreste de Quintana Roo, así como en la parte central-sur del estado de Tabasco, desde Villahermosa hasta los límites con Campeche, incluyendo la parte sur de este estado en zonas con suelos inundables. Los climas en donde se desarrolla son cálido-húmedo y subhúmedo con temperatura media anual mayor a los 24°C y se desarrollan a altitudes a nivel del mar hasta los 100 msnm. Puede presentarse en condiciones climáticas similares a las de la selva alta perennifolia, la mediana subperennifolia, la mediana subcaducifolia y las sabanas. Se ubican en amplias hondonadas con suelo plano y profundo, con altos contenidos de arcilla, con gran deficiencia de drenaje,

lo cual provoca que se acumule durante ciertos periodos de época de lluvias, el agua drenada en las zonas contiguas. Esta selva está caracterizada por árboles bajos con alturas entre los 5 y 11m, generalmente con los troncos muy torcidos; la densidad de los árboles puede ser bastante grande; acusan una fuerte disminución de plantas trepadoras y epífitas; el estrato herbáceo frecuentemente no existe.

Son especies importantes: *Haematoxylum campechianum* (ek', tinto, palo de tinte), *Talisia floresii*, *Eugenia laevis*, *Terminalia buceras* (pukté'), *Metopium brownei* (chechem), *Coccoloba cozumelensis*, *Cameraria latifolia*, *Croton reflexifolius*, *Hyperbaena winzerlingii*, *Byrsonima bucidifolia* (sakpaj), *Pachira aquatica* (zapote bobo, kuche'), *Byrsonima crassifolia*, *Crescentia alata*, *C. cujete*, *Curatella americana*, y *Coccoloba* sp. También la constituyen ciperáceas y gramíneas. Miranda (1958) dice que el número de bejucos, algunos de ellos de gran grosor, es frecuentemente elevado, así como el de plantas epífitas. Entre las epífitas aparecen orquídeas como *Rhyncholaelia digbyana* y bromeliáceas como *Tillandsia* sp. Es notable la presencia de *Pinus caribea* rodeado de este tipo de vegetación.

- Selva mediana subcaducifolia

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 250m 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 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. Al centro de Veracruz, la selva mediana subcaducifolia se presenta en lomeríos con suelos arenosos o ligeramente arcillosos con buen drenaje.

Este tipo de selva presenta en las zonas de su máximo desarrollo árboles cuya altura máxima oscila entre 25 y 30m. 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 donnellsmithii*, *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*, *Trichospermum mexicanum*, *Bursera excelsa*, *Jacaratia mexicana*, *Ceiba aesculifolia, Coccoloba barbadensis, Cordia seleriana, Croton draco, Cupania glabra, Esenbeckia berlandieri, Eugenia michoacanensis, Euphorbia fulva, Exothea paniculata, Forchhammeria pallida, Inga laurina, Jatropha peltata, Plumeria rubra, Psidium sartorianum, Swartzia simplex, Licania arborea, Haematoxylum campechianum, 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*.

- Vegetación secundaria

En las comunidades vegetales naturalmente existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera. En general, cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado; son pocas las especies que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada. Estas especies forman fases de sucesión conocidas como "vegetación secundaria" que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original. Dentro del SAR podemos encontrar áreas con vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule.

IV.2.2.1.2 Uso de suelo y vegetación en el Área de Proyecto (AP) de acuerdo a INEGI

De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI dentro del Área de Proyecto se presentan dos usos de suelo y un tipo de vegetación. Los usos de suelo corresponden a agricultura de riego anual y agricultura de temporal anual, mientras que la vegetación corresponde a Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia. En la siguiente tabla se muestra la superficie ocupada por cada uso de suelo y vegetación dentro del Área de Proyecto.

Tabla IV-8 Uso de Suelo y vegetación presentes en el AP.

Usos de suelo y vegetación	Superficie (ha)	%
Agricultura de riego anual	155.9125	98
Agricultura de temporal anual	1.0342	0.7
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	2.1491	1.3
Total	159.0958	100

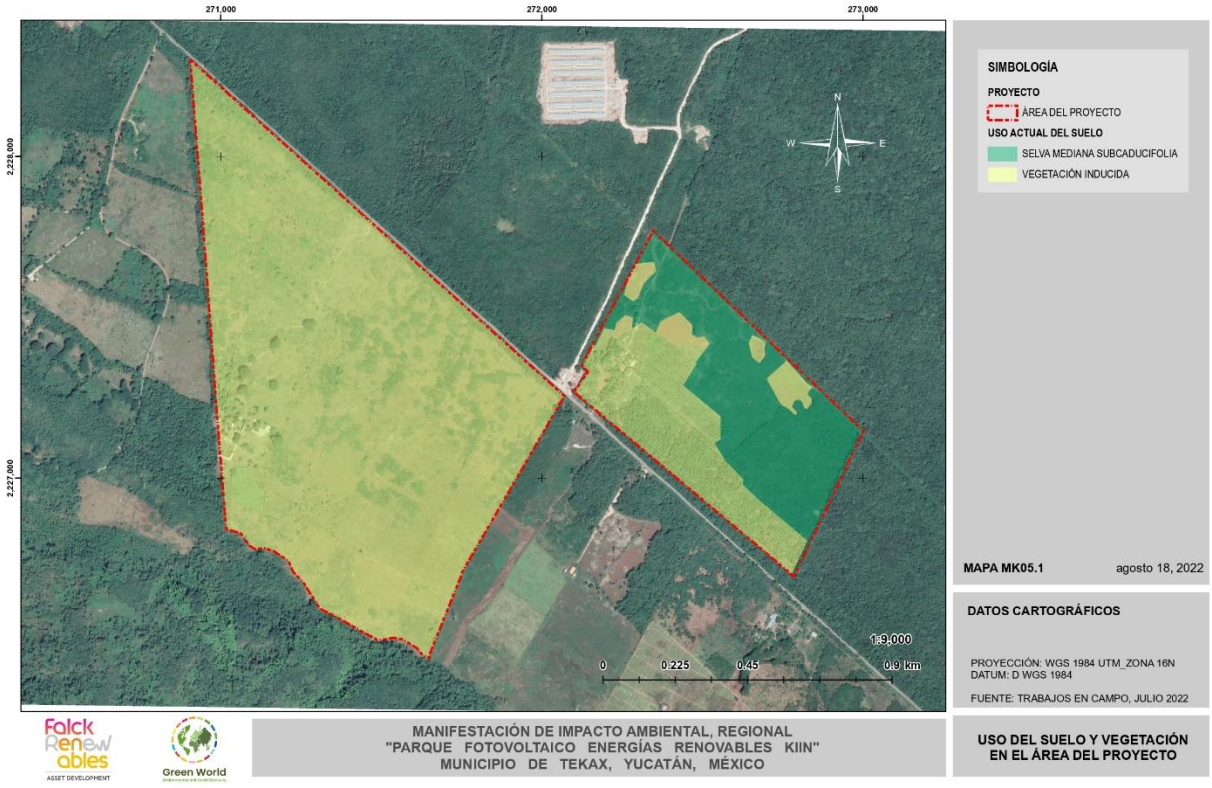


Figura IV-31 Uso de Suelo y Vegetación actual en el Área de Proyecto.

IV.2.2.1.3 Caracterización de la vegetación en el Área de Proyecto y en el SAR

Con la finalidad de corroborar y complementar la información proporcionada por INEGI, se planificó la realización de trabajo de campo, con el objetivo de caracterizar la vegetación mediante sitios de muestreo que evidencien la composición florística del sitio, y así, definir adecuadamente la vegetación dentro del Área de Proyecto y del SAR.

IV.2.2.1.3.1 Metodología

IV.2.2.1.3.1.1 Diseño de muestreo

La metodología utilizada para este proyecto se basa en la propuesta por la CONAFOR[5] en 2015 para los procedimientos de muestreo del Inventario Nacional Forestal para un adecuado muestreo y análisis de la vegetación. Este método permite colocar las zonas de muestreo o unidades muestrales con un patrón regular por toda la zona de estudio de una forma sistemática, a diferencia de un muestreo aleatorio, la aplicación del diseño es más rápida y permite detectar variaciones espaciales en la comunidad. Tomando en cuenta a la CONAFOR y las características del Área de Proyecto y el SAR, así como el tipo de vegetación, para este estudio se realizó un muestreo sistemático estratificado, debido a que las unidades de estudio se dividieron en subunidades muestrales o estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo y de cactáceas). A continuación, se describen las unidades submuestrales.

- La primera subunidad fue llamada: Estrato Arbóreo; con un área de 400 m^2, para incluir un individuo como parte del estrato arbóreo (árboles maduros) se consideraron aquellos ejemplares con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 7.5 centímetros, criterio considerado a partir de las características de la vegetación existente. Es importante indicar que los individuos que presentaron bifurcaciones antes del 1.3 metros sobre el nivel del suelo se les tomó la lectura del DAP de manera independiente con sus respectivas alturas.
- La segunda subunidad fue llamada: Estrato Arbustivo; con un área de 100 m^2. Debido a la diversidad de especies presentes en la zona; se consideraron dos criterios, el primero fue, incluir todos los individuos mayores a 50 cm de altura, en caso de presentar un hábito arbóreo, además del primer criterio, se consideró que, los individuos a registrar tuvieran un DAP menor a 7.5 cm.

5 Comisión Nacional Forestal. (2015). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Procedimiento de muestreo. Guadalajara, Jal.: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

- La tercera subunidad fue nombrada: Estrato Herbáceo; con un área de 1 m^2, las especies que se consideran en el estrato herbáceo serán aquellas que presentarán tallos no leñosos y plántulas con una altura inferior a 50 centímetros. Sin embargo, en los sitios de muestreo en donde no se observaron individuos con estas características se omitió el registro.
- Además, se consideró una cuarta subunidad nombrada: Estrato de Cactáceas, agaves y palmas; en ella se incluyeron cactáceas, agaves y similares, no importando sus dimensiones, estos individuos fueron muestreados dentro de la subunidad del estrato arbóreo en los 400 m^2.

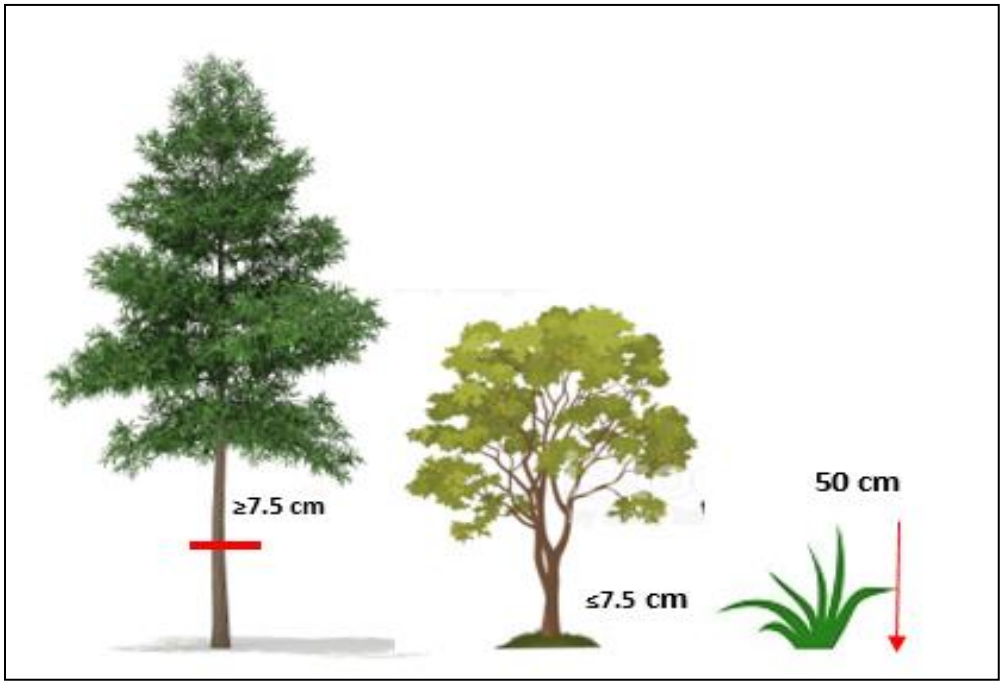


Figura IV-32 Estratificación de la vegetación.

El método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. El tamaño de los cuadrantes depende de la forma de vida y de la densidad de los individuos, con ellos se hacen muestreos más homogéneos y con menor impacto de borde, además, es más fácil determinar la cobertura de especies. Consiste en colocar un cuadrado o rectángulo

sobre la vegetación, como se muestra en la siguiente figura, con el fin de determinar la densidad, la cobertura y la frecuencia de las plantas[6].

Según las modificaciones empleadas para este sitio, la técnica consistió en cuadrantes de diferentes dimensiones dependiendo del estrato: arbóreo y cactáceas 400 m^2 (40x10 m); arbustivo 100 m^2 (10x10 m) y herbáceo de 1m^2 (1x1 m); tal y como se muestra en la siguiente figura.

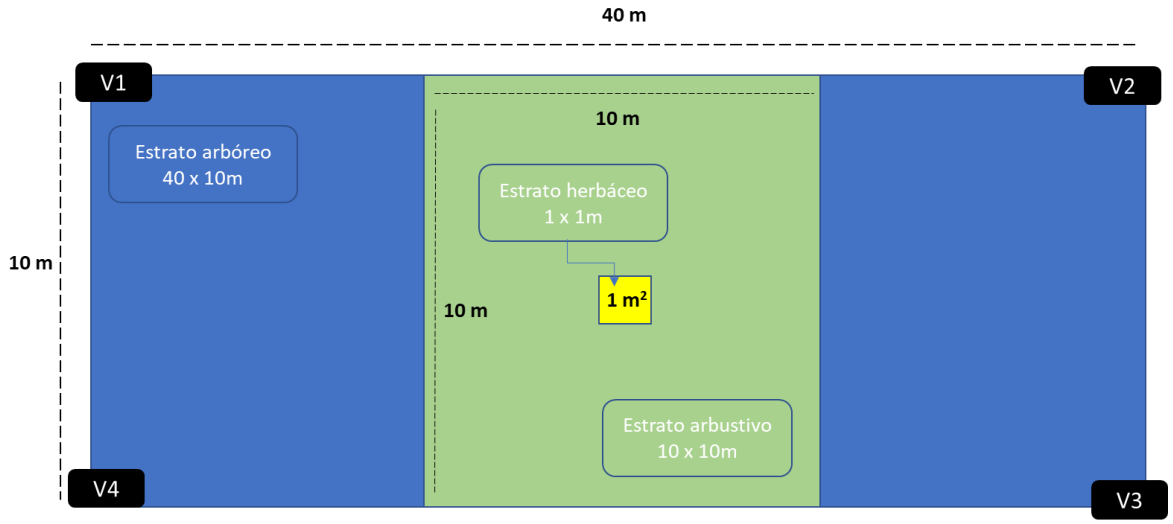


Figura IV-33 Modificaciones del método de cuadrantes. Árboles/Cactáceas, agaves y palmas (400 m^2), arbustos (100 m^2) y herbáceas (1 m^2).

IV.2.2.1.3.1.2 Levantamiento de datos

Como parte del trabajo que se realizó en campo, se ubicó la zona de estudio, ya sea el Área de Proyecto o el área que integra el Sistema Ambiental Regional (SAR), posteriormente se establecieron los puntos de muestreo de acuerdo con las condiciones generales de la vegetación del sitio y los sitios propuestos en la metodología en gabinete y se trazaron las unidades y subunidades de muestreo como se mencionó anteriormente; en el centro de cada

[6] *Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. N.Y., USA: John Wiley & Sons.*

sitio de muestreo se colocó una estaca de madera y se delimitó cada subunidad, además, con el uso de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés) marca Garmin modelo Etrex 10 se tomaron las coordenadas en UTM. En el **Anexo IV_01 Actividades del muestreo de flora**, se aprecian los detalles del levantamiento de datos realizado para este estudio.

El levantamiento de datos de la flora consistió en el registro de la siguiente información:

- Nombre común
- Nombre científico
- Altura
- DAP (Diámetro a la altura del pecho)
- Cobertura máxima y mínima
- Estrato
- Porcentaje de cobertura (en caso del estrato herbáceo)
- Observaciones

En las observaciones se anotaron rasgos característicos del organismo para su posterior identificación (cuando no pudieron ser determinadas taxonómicamente en campo) además de tomar fotografías de todos los taxones para facilitar su identificación.



Figura IV-34 Delimitación de los sitios de muestreo en el trabajo de campo.

- Metodología para la toma de información dasométrica

Definido el método para la evaluación florística, se procedió a definir las actividades que se emplearon para la toma de información dasométrica de los ejemplares vegetales. Las actividades para la toma de información en campo se describen a continuación.

1.- Medición, conteo y marcaje de individuos arbóreos: en el caso de los individuos arbóreos, al momento de hacer la toma de datos dasométricos (DAP, altura y cobertura), cada individuo fue marcado con pintura visible.



Figura IV-35 Marcaje del arbolado en época de lluvias.

2.- Medición y conteo de arbustos: para evitar sobrestimar el número de ejemplares arbustivos, se procedió a definir el área de muestreo e identificar que arbustos se encontraban dentro de esta poligonal con ayuda de una cinta métrica.



Figura IV-36 Definición de los sitios de muestreo e identificación de arbustos.

3.- Conteo del número de herbáceas: el marcaje de estos individuos se realizó en el centro de cada sitio de muestreo en una superficie de 1m^2.



Figura IV-37 Delimitación del estrato herbáceo en los sitios de muestreo.

4.- Medición y conteo de cactáceas, agaves y palmas: las cactáceas, agaves y palmas fueron censadas dentro de la superficie de los 400 m^2, marcando con pintura en aerosol cada individuo, de manera que no fue invasivo ni limitó su desarrollo y crecimiento.

IV.2.2.1.3.1.3 Análisis de gabinete

- Identificación taxonómica

Para la identificación de las especies que se registraron durante el muestreo se consultaron diferentes fuentes bibliográficas, entre las que destacan los Listados Florísticos de México

(Instituto de Biología, UNAM), bases de datos Enciclovida de CONABIO y Portal de Datos Abiertos de la UNAM, también se utilizaron páginas de internet como Tropicos.org de Missouri Botanical Garden, Plantlist.org, entre otras fuentes.

IV.2.2.1.3.1.4 Análisis de Información

- **Esfuerzo de muestreo basado en curvas de acumulación de especies e intervalos de confianza**

Para determinar el esfuerzo de muestreo o la suficiencia de sitios de muestreo, un procedimiento comúnmente aplicado consiste en usar las curvas de acumulación de especies y sus intervalos de confianza como indicadores. Estas curvas permiten conocer la riqueza total de especies de una comunidad. Las curvas obtenidas muestran el número de especies acumuladas conforme se incrementa el esfuerzo de muestreo, esto es, la adición de nuevos de sitios de muestreo. De tal manera que, la riqueza aumentará hasta un punto en el cual por más muestreos que se realicen, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (ver siguiente figura), es decir, no se observarán grandes cambios en las curvas de acumulación de especies.

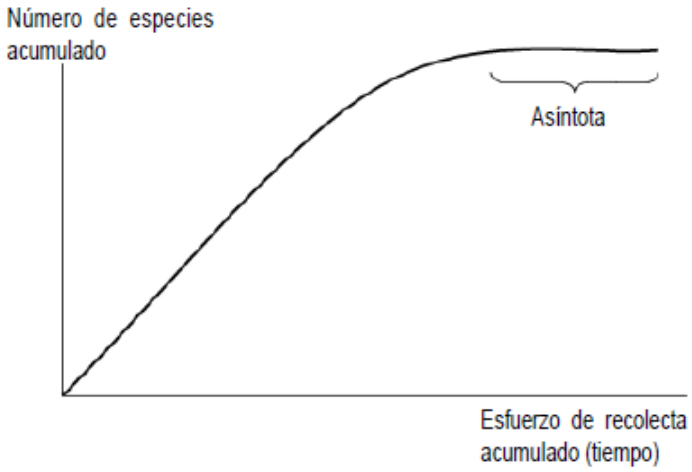


Figura IV-38 Curva de acumulación de especies.

En general, los métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población pueden dividirse en dos grupos: los métodos paramétricos y los no paramétricos. Los métodos paramétricos se llaman así porque parten de supuestos acerca de la población (por ejemplo: que la muestra sea aleatoria, que la probabilidad de cada clase sea la misma, que las medidas sean independientes) y, por lo tanto, requieren que los datos se distribuyan de cierta forma (por ejemplo, con una distribución normal). Entre los modelos paramétricos usados para estimar la riqueza específica están las funciones de acumulación, como la logarítmica, exponencial y la ecuación de Clench. Los modelos paramétricos que miden la estructura son, entre otros, la serie geométrica, la serie logarítmica, la distribución log-normal y el modelo de vara quebrada.

Por otro lado, los modelos no paramétricos han sido llamados también libres de distribución (*distribution-free*) porque los datos no asumen un tipo de distribución particular ni una serie de supuestos *a priori* que los ajusten a un modelo determinado. El cálculo de los modelos no paramétricos es más sencillo y rápido, son más fáciles de entender y explicar, y son relativamente efectivos. Los principales modelos no paramétricos que se han empleado para la estimación de la riqueza son Jacknife de 1° y 2° orden, bootstrap y el desarrollado por Anne Chao, el Chao 2. En cuanto a los no paramétricos de estructura, están el Chao 1.

Los estimadores no paramétricos son herramientas que permiten conocer la riqueza específica de la biodiversidad y evaluar el grado de conocimiento de la taxocenosis de una determinada área o comunidad; para realizar el análisis de los estimadores, los datos por tipo de vegetación se evaluaron mediante el software EstimateS 9.1.0 ® (Colwell, 2013).

- **Esfuerzo de muestreo estimado por modelado matemático**

Para determinar el número de sitios de muestreo (n) necesarios mediante un modelo matemático[7] se requiere información previa (datos reales) obtenida en campo. La información necesaria es la desviación estándar (s2) y el coeficiente de variación (CV). El valor de t utilizado en el modelo se obtiene de la tabla de t de Student con un nivel de probabilidad de 95% y n-1 grados de libertad. También es necesario establecer un nivel de error (E) permitido según la precisión requerida. En inventarios de flora generalmente se aplica un error del 20%. La fórmula es la siguiente:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$

Donde:

n = número de sitios de muestreo que es necesario establecer

E = error con el que se quiere obtener los valores de un parámetro

t = valor obtenido de la tabla de *t* de Student, generalmente se usa *t*= 0.05

N = número total de sitios de muestreo en toda la población

CV = coeficiente de variación obtenido de los datos de un muestreo previo

[7] Mostacedo, B. y Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal (Vol. 87). Santa Cruz, Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). pp. 92.

➢ Evaluación de la importancia ecológica

Para realizar la evaluación de la importancia ecológica se necesita el Índice de Valor de Importancia (IVI) que nos permite comparar el "peso ecológico" o la importancia ecológica relativa de cada especie dentro de un tipo específico de vegetación, revelando su valor en la comunidad vegetal.
La obtención de un índice de valor de importancia similar para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o semejanza, en composición y estructura, entre sitios.

✓ Índice de Valor de Importancia

De acuerdo con Franco *et al.* (1989)[8], el valor de importancia de cada especie se obtiene sumando sus valores de densidad, frecuencia y dominancia. Esta suma nos proporciona información de la influencia de dicha especie dentro de la comunidad de estudio, varía de 0 a 300.

$$IVI = D_R + F_R + D_{OR}$$

Dónde:

D_R = Densidad relativa: Densidad de una especie referida a la densidad total de todas las especies del área multiplicada por 100.
Densidad = Número de individuos de una especie por unidad de área o volumen.
F_R = Frecuencia relativa: Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies multiplicada por 100.
Frecuencia = Número de muestras en las que se encuentra una especie.
Do_R = Dominancia relativa: Es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies multiplicada por 100.

[8] *Franco, J., De la Cruz, J., Cruz, G., Rocha, R., Navarrete, S., Flores, M. y Bedina, S. (1989). Manual de ecología. México: Trillas.*

Dominancia = Es la cobertura o área basal de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie.

- ✓ **Análisis de Diversidad**

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno, en cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades.
Existen distintos métodos para determinar la diversidad en función de las variables biológicas que miden, estos métodos consisten en la descripción de la diversidad mediante el cálculo de índices, normalmente se aplican dentro de las formas de vida o dentro de estratos[9].
Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, se lleva a cabo la separación de los componentes en alfa, beta y gamma:

- ✓ La diversidad alfa (**α**) es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea.
- ✓ Diversidad beta (**β**) es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje.
- ✓ Diversidad gamma (**γ**) es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta.

Para el caso de este estudio solo se hará uso y referencia de la diversidad alfa o diversidad local; a partir de la estimación de los siguientes indicadores, mismos que fueron calculados

9 *Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).*

con apoyo del software Past (*Paleontological Statistics* versión 3.06)[10] y la hoja de cálculo de Excel de Microsoft.

- ✓ Índice de Shannon-Wiener[11] (H')

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad y se basa únicamente en el número de especies presentes sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. Para poder obtener la riqueza específica se lleva a cabo un inventario con el número total de especies (S).

El índice de Shannon-Wiener es el más usado, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra.

En los ecosistemas naturales este índice varía entre "0" y no tiene límite superior. Cuando se presenta un valor de cero significa que hay una sola especie en la muestra, y cuando hay un valor alto (>5) significa que las especies están representadas por el mismo número de individuos. El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que puede superar este valor. En contraparte, se considera que ecosistemas con cierto grado de conservación presentan valores superiores a 3 y ecosistemas con valores menores a 2 presentan una baja diversidad. Se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$\boldsymbol{H = -\sum_{i=1}^{s} pi\ ln\ pi}$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

10 Hammer, O., Harper, D., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, 4(1), 1–9.

11 Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (Vol I). Zaragoza, España: M&T-Manuales y Tesis SEA.

ln = Logaritmo natural (loge)

pi = Abundancia proporcional de la especie *i,* es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- ✓ **Índice de Equidad de Pielou**

Este índice se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies. Su valor va de 0 a 1, este índice toma en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. Se calcula de la siguiente forma;

$$J = \frac{H'}{\ln (S)}$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

ln= Logaritmo natural (loge)

S = Número total de especies.

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie.

- ➢ **Especies protegidas**

Para las especies registradas dentro del Sistema Ambiental Regional se consultó su categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- ✓ **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**

Tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la república mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción. Esta norma establece las siguientes categorías de riesgo:

- **Probablemente extinta en el medio silvestre (E):** Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.
- **En peligro de extinción (P):** Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- **Amenazadas (A):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si continúan operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
- **Sujetas a protección especial (Pr):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que, se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

✓ Estatus de Origen

Dependiendo de su historia y de sus capacidades de dispersión, las especies pueden ocupar grandes extensiones de territorio o estar restringidas a pequeñas regiones. Las actividades humanas constantemente modifican las áreas de distribución de las especies, creando y destruyendo hábitats, estableciendo barreras y corredores y transportando accidental o

voluntariamente a las especies a nuevos lugares. Es importante conocer algunos términos relacionados al origen y distribución de las especies.

- Especie nativa: Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural. La especie forma parte de las comunidades bióticas naturales del área. Las especies nativas tienen relaciones evolutivas y ecológicas con otras especies con las que han compartido su historia. Están bien adaptadas a las condiciones locales.
- Especie endémica: Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región. Los grupos de especies con menor capacidad de dispersión, como algunos insectos, anfibios y reptiles, tienen más especies con distribución restringida. Las especies endémicas son frágiles ante las perturbaciones ya que su área entera de distribución puede ser alterada.
- Especie exótica: Especie introducida fuera de su área de distribución original. Muchas de las especies de plantas ornamentales y de animales domésticos son especies exóticas provenientes de otros continentes.
- Especie exótica invasora: Las especies exóticas se consideran invasoras cuando que se establecen, reproducen y dispersan sin control, causando daños al ecosistema, a las especies nativas, a la salud o a la economía.

IV.2.2.1.3.1.5 Listado potencial

Para conocer la flora de la zona, se generó con un listado florístico potencial mediante GBIF. GBIF es una base de datos que compila reportes formales y toma en cuenta buscar las mismas unidades naturales como de similitud en variables de altitud y latitud y tipos de vegetación que se han descrito para el SAR.

- Métodos para la generación del listado potencial

Se realizó la búsqueda bibliográfica de datos cuantitativos y formales de las comunidades vegetales potenciales presentes en el SAR y se encontró que una de las fuentes más confiables es la base de datos obtenidas de *Global Biodiversity Information Facility* [12](Free and Open Access to Biodiversity Data). Esta base presenta datos en formato georreferenciado, lo cual permite realizar una selección de los registros que se localizan en los alrededores del SAR. Para dicha selección se utilizaron los siguientes criterios:

1. Se estructuró una consulta en formato Access de los registros identificados dentro del SAR del Proyecto
2. Por último, se cotejaron en *EncicloVida* los datos para el nombre válido más actual y sus estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De esta forma se presenta un listado florístico potencial con la fuente antes citada, por lo que sus datos constituyen una referencia representativa para el SAR. El listado potencial se presenta como **Anexo IV_02_Listado potencial de especies flora**.

IV.2.2.1.4 Resultados obtenidos

IV.2.2.1.4.1 Resultados del listado potencial

De los datos del listado potencial sobresalen los siguientes taxa representados: se presentaron 189 especies agrupadas en 55 familias (Figura IV-39). Las familias mejor representadas son Fabacea con 27 registros, Asteraceae con 17 registros, Poaceae con 12 registros y Euphorbiaceae y Malvaceae con 11 registros respectivamente.
La especie *Zamia prasina* se encuentra catalogada como Sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y es la única que se presentó con alguna categoría de la Norma.

En el listado potencial pueden observarse que la mayoría de las especies corresponden a zonas con vegetación conservada debido a que el SAR abarca una matriz heterogénea con

[12] http://www.gbif.org

distintitos grados de conservación de la zona por tal motivo se deberá verificar con los muestreos la presencia de dichas especies sin descartar el registro de otras especies no consideradas en el listado potencial.

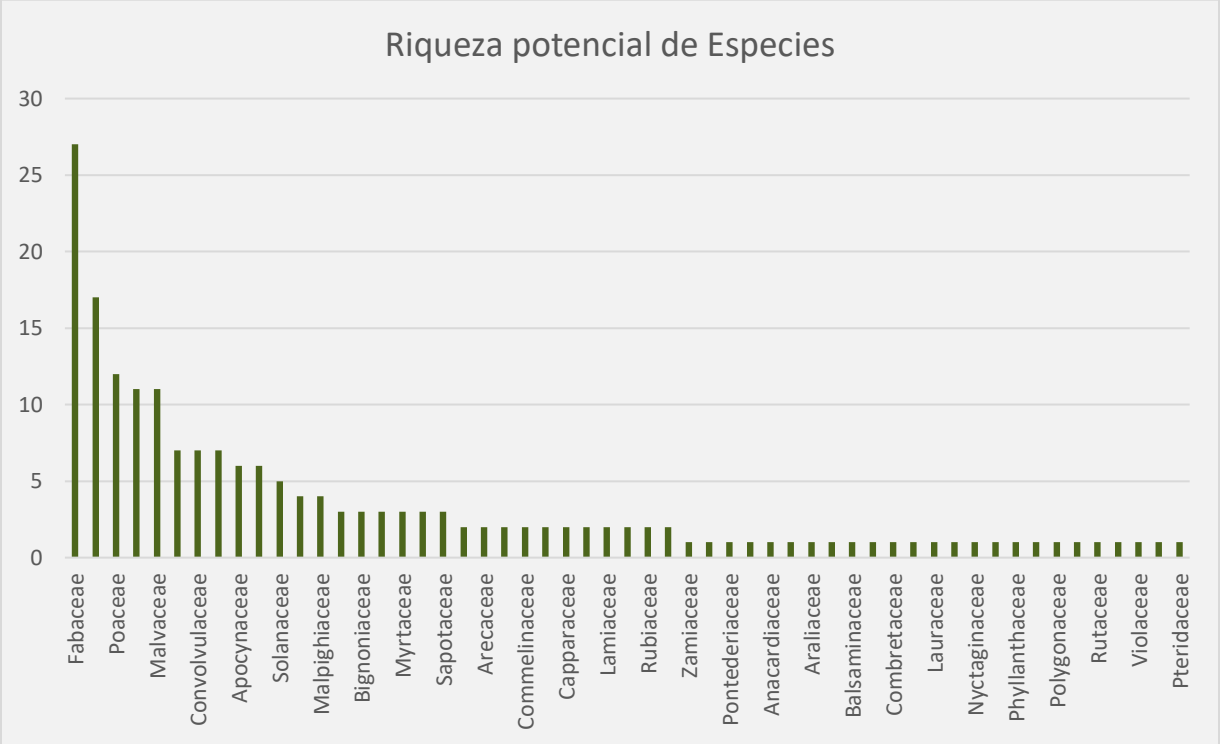


Figura IV-39 Riqueza potencial de especies presentes en el Sistema Ambiental Regional.

IV.2.2.1.4.2 Ubicación de los sitios de muestreo

La ubicación final de los puntos de muestreo es un trabajo conjunto de gabinete (diseño de la metodología) y campo (búsqueda de puntos de acuerdo con las condiciones generales de la vegetación en sitio) con el fin de realizar un muestreo representativo de la vegetación. En total se realizaron 26 sitios de muestreo, 13 sitios en el SAR y 13 sitios en el Área de Proyecto, lo que equivale a un área muestreada de 1.04 hectáreas (10 400 m^2).

- Ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR.

En el Sistema Ambiental Regional se realizaron 13 sitios de muestreo. La ubicación de estos sitios se realizó tomando en cuenta los tipos de vegetación presentes en el SAR, de acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI y las características identificadas mediante la imagen satelital y la ortofoto. En la siguiente tabla se enlistan las coordenadas UTM de los sitios de muestreo del SAR y el tipo de vegetación que se identificó con el trabajo de campo realizado.

En la siguiente tabla se registran las coordenadas UTM de los sitios de muestreo del SAR.

Tabla IV-9 Coordenadas centrales en UTM de los sitios de muestreo dentro del SAR.

Sitio de muestreo	Zona	X	Y	Vegetación identificada en campo
SAR-01	16Q	275925	2223500	Selva mediana subcaducifolia
SAR-02	16Q	274819	2221041	Selva mediana subcaducifolia
SAR-03	16Q	272910	2226613	Selva mediana subcaducifolia
SAR-04	16Q	274854	2221578	Selva mediana subcaducifolia
SAR-05	16Q	274534	2221422	Selva mediana subcaducifolia
SAR-06	16Q	268626	2230428	Selva mediana subcaducifolia
SAR-07	16Q	268651	2227672	Selva mediana subcaducifolia
SAR-08	16Q	267114	2230029	Selva mediana subcaducifolia
SAR-09	16Q	269449	2227115	Selva mediana subcaducifolia
SAR-10	16Q	270703	2228011	Selva mediana subcaducifolia
SAR-11	16Q	264767	2228854	Selva mediana subcaducifolia
SAR-12	16Q	263445	2230149	Selva mediana subcaducifolia

Sitio de muestreo	Zona	X	Y	Vegetación identificada en campo
SAR-13	16Q	265217	2233383	Selva mediana subcaducifolia

En el siguiente mapa se muestra la ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR.

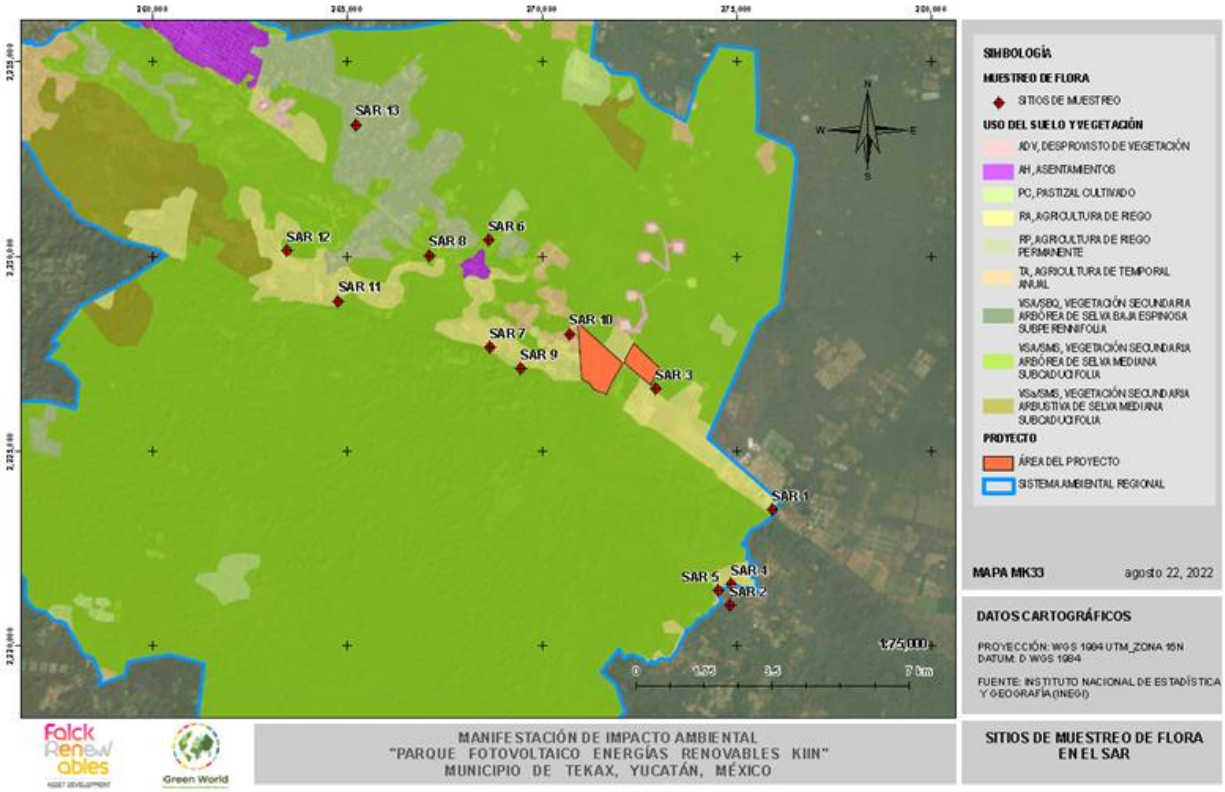


Figura IV-40 Ubicación de los sitios de muestreo de flora dentro del SAR.

- **Ubicación de los sitios de muestreo dentro del Área de Proyecto**

En total se realizaron 13 sitios de muestreo distribuidos en la totalidad del polígono donde se pretende realizar las actividades del proyecto. En la siguiente tabla se muestran las coordenadas UTM del punto central de los sitios realizados y el tipo de vegetación identificado mediante el trabajo de campo.

Tabla IV-10 Coordenadas centrales en UTM de los sitios de muestreo dentro del Área de Proyecto.

Sitio de muestreo	Zona	X	Y	Vegetación identificada en campo
AP-01	16Q	272860	2227207	Selva mediana subcaducifolia
AP-02	16Q	272777	2226869	Selva mediana subcaducifolia
AP-03	16Q	272386	2227627	Selva mediana subcaducifolia
AP-04	16Q	272663	2227180	Selva mediana subcaducifolia
AP-05	16Q	272393	2227169	Vegetación inducida
AP-06	16Q	271905	2227255	Vegetación inducida
AP-07	16Q	270944	2228088	Vegetación inducida
AP-08	16Q	271067	226924	Vegetación inducida
AP-09	16Q	271679	2226720	Vegetación inducida
AP-10	16Q	271286	2227442	Vegetación inducida
AP-11	16Q	271012	2227353	Vegetación inducida
AP-12	16Q	271607	2227020	Vegetación inducida
AP-13	16Q	271172	2227723	Vegetación inducida

En el siguiente mapa se muestra la ubicación de los sitios de muestreo dentro del AP.

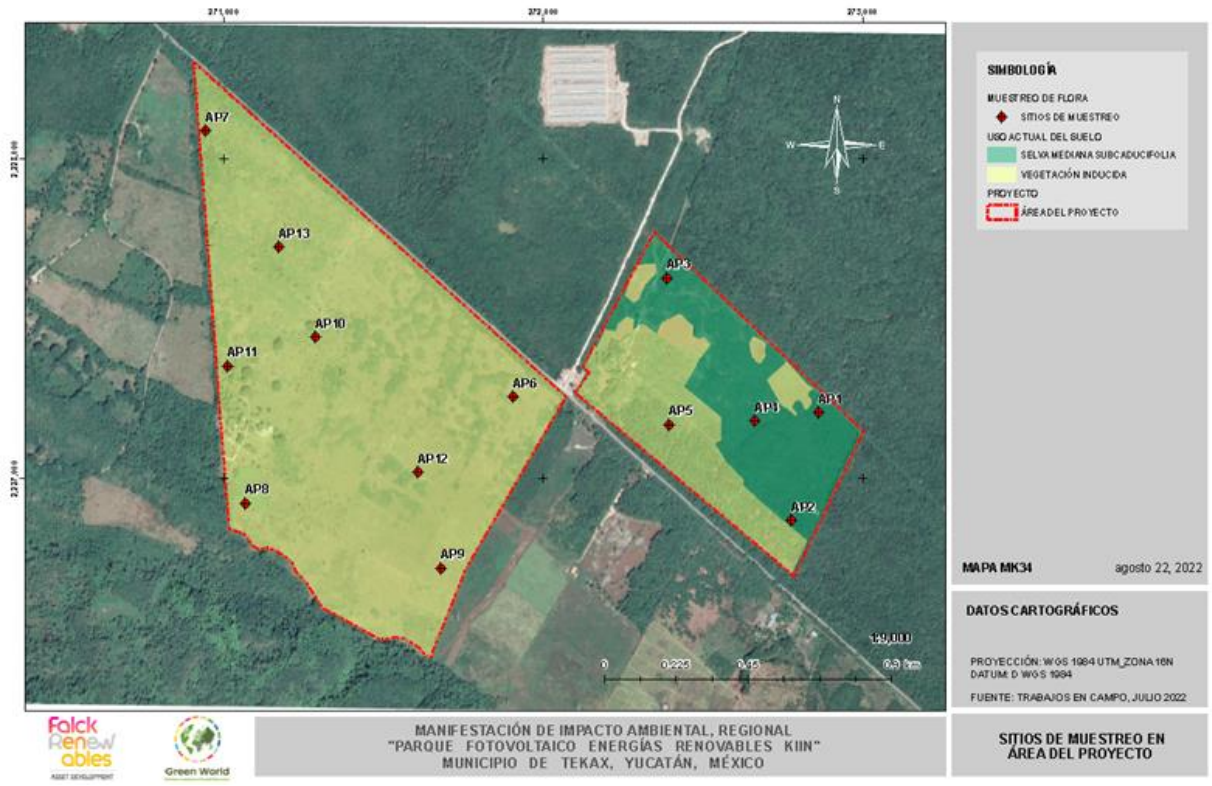


Figura IV-41 Ubicación de los puntos de muestreo de flora dentro del AP.

IV.2.2.1.4.3 Composición florística del Sistema Ambiental Regional

Para el análisis de flora en el Sistema Ambiental Regional se realizaron 13 sitios de muestreo contabilizando un total de 2 224 individuos. Derivado del análisis de los sitios de muestreo se registró a 130 especies pertenecientes a 36 familias, en donde se determinó que el tipo de vegetación corresponde a selva mediana subcaducifolia.

Las familias mejor representadas fueron: Fabaceae con 26 especies, Rubiaceae con 11 y Euphorbiaceae con 7. En el **Anexo IV_02_Base de datos y memoria de cálculo flora** se presenta la Base de Datos Flora con los datos de registro de cada individuo, así como los análisis realizados. En la siguiente tabla se presentan las especies de flora registradas en el SAR, su estatus de origen y su estatus dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-11 Listado de especies de flora registradas en el SAR.

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus de origen	NOM-059
Acanthaceae	*Ruellia*	*Ruellia nudiflora*	berraco xiiw	nativa	-
Acanthaceae	*Aphelandra*	*Aphelandra scabra*	cola de gallo	nativa	-
Anacardiaceae	*Spondias*	*Spondias mombin*	jobo	nativa	-
Annonaceae	*Annona*	*Annona squamosa*	saramuyo	nativa	-
Annonaceae	*Mosannona*	*Mosannona depressa*	boox éelemuy	nativa	-
Annonaceae	*Sapranthus*	*Sapranthus campechianus*	sak éelemuy	nativa	-
Apocynaceae	*Cascabela*	*Cascabela gaumeri*	aak'its	nativa	-
Apocynaceae	*Tabernaemontana*	*Tabernaemontana amygdalifolia*	uts'um péek	nativa	-
Araceae	*Anthurium*	*Anthurium schlechtendalii*	boobtúum	nativa	-
Arecaceae	*Acrocomia*	*Acrocomia aculeata*	cocoyol	nativa	-
Arecaceae	*Sabal*	*Sabal mexicana*	guano	nativa	-
Asteraceae	*Otopappus*	*Otopappus scaber*	bejuco raspador	nativa	-
Asteraceae	*Calea*	*Calea urticifolia*	Desconocido	nativa	-
Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	tajonal	nativa	-
Bignoniaceae	*Amphilophium*	*Amphilophium crucigerum*	xaa che' xtáabay	nativa	-
Bignoniaceae	*Bignonia*	*Bignonia diversifolia*	anilkab	nativa	-
Bignoniaceae	*Arrabidaea*	*Arrabidaea floribunda*	anilkab	nativa	-
Bignoniaceae	-	*Bignoniaceae sp*	Desconocido	nativa	-
Boraginaceae	*Cordia*	*Cordia alliodora*	bojón prieto	nativa	-
Boraginaceae	*Bourreria*	*Bourreria pulchra*	bakal che'	nativa	-
Boraginaceae	*Ehretia*	*Ehretia tinifolia*	roble	nativa	-
Bromeliaceae	*Bromelia*	*Bromelia karatas*	piñuela	nativa	-

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus de origen	NOM-059
Burseraceae	*Bursera*	*Bursera simaruba*	chaca	nativa	-
Cactaceae	*Acanthocereus*	*Acanthocereus tetragonus*	tsakam	nativa	-
Caricaceae	*Carica*	*Carica papaya*	papaya	nativa	-
Celastraceae	*Crossopetalum*	*Crossopetalum rhacoma*	Desconocido	nativa	-
Celastraceae	*Semialarium*	*Semialarium mexicanum*	chun tok	nativa	-
Commelinaceae	*Commelina*	*Commelina erecta*	hierba de lluvia	nativa	-
Convolvulaceae	*Distimake*	*Distimake tuberosus*	X-kup ak	nativa	-
Ebenaceae	*Diospyros*	*Diospyros vera-crucis*	uchul che	nativa	-
Ebenaceae	*Diospyros*	*Diospyros salicifolia*	u chul che	nativa	-
Ebenaceae	*Diospyros*	*Diospyros anisandra*	k'aakalche	nativa	-
Ebenaceae	*Diospyros*	*Diospyros tetrasperma*	siliil	nativa	-
Ebenaceae	*Diospyros*	*Diospyros yatesiana*	boox siliil	nativa	-
Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton icche*	sak pereskutz	nativa / endémica PBPY	-
Euphorbiaceae	*Acalypha*	*Acalypha alopecuroidea*	cola de gato	nativa	-
Euphorbiaceae	*Dalechampia*	*Dalechampia scandens*	sak p'opox	nativa	-
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus*	*Cnidoscolus aconitifolius*	chaya de monte	nativa	-
Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton chichenensis*	éck baalam	nativa / endémica PBPY	-
Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton reflexifolius*	pereskutz	nativa	-
Euphorbiaceae	*Tragia*	*Tragia yucatanensis*	p'op ox	nativa	-
Fabaceae	*Albizia*	*Albizia tomentosa*	sak píich	nativa	-
Fabaceae	*Mimosa*	*Mimosa pigra*	zarza	nativa	-
Fabaceae	*Mimosa*	*Mimosa bahamensis*	sak káatsim	nativa	-
Fabaceae	*Centrosema*	*Centrosema sp*	Desconocido	nativa	-
Fabaceae	*Chaetocalyx*	*Chaetocalyx scandens*	aak' k'an	nativa	-
Fabaceae	*Erythrostemon*	*Erythrostemon yucatanensis*	taa k'in che'	nativa	-

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus de origen	NOM-059
Fabaceae	*Lysiloma*	*Lysiloma latisiliquum*	tzalam	nativa	-
Fabaceae	*Senna*	*Senna pallida*	k'an lool che	nativa	-
Fabaceae	*Tephrosia*	*Tephrosia cinerea*	mañanitas	nativa	-
Fabaceae	*Chloroleucon*	*Chloroleucon mangense*	ya' ax eek'	nativa	-
Fabaceae	*Phaseolus*	*Phaseolus sp*	Desconocido	nativa	-
Fabaceae	*Platymiscium*	*Platymiscium yucatanum*	granadillo	nativa / endémica PBPY	-
Fabaceae	*Vachellia*	*Vachellia pennatula*	chimay	nativa	-
Fabaceae	*Enterolobium*	*Enterolobium cyclocarpum*	pich	nativa	-
Fabaceae	*Pithecellobium*	*Pithecellobium dulce*	tsiuché	nativa	-
Fabaceae	*Dalbergia*	*Dalbergia glabra*	Desconocido	nativa	-
Fabaceae	*Senegalia*	*Senegalia gaumeri*	box kaatsim	nativa	-
Fabaceae	*Havardia*	*Havardia albicans*	chukum	nativa	-
Fabaceae	*Albizia*	*Albizia niopoides*	cantemo	nativa	-
Fabaceae	*Bauhinia*	*Bauhinia ungulata*	cola de gallo	nativa	-
Fabaceae	*Vachellia*	*Vachellia cornigera*	subin	nativa	-
Fabaceae	*Lonchocarpus*	*Lonchocarpus rugosus*	k'anasín	nativa	-
Fabaceae	*Piscidia*	*Piscidia piscipula*	jabin	nativa	-
Fabaceae	*Bauhinia*	*Bauhinia divaricata*	pata de vaca	nativa	-
Fabaceae	*Leucaena*	*Leucaena leucocephala*	waaxim	nativa	-
Fabaceae	*Lonchocarpus*	*Lonchocarpus xuul*	k'an xu'ul	nativa	-
Lamiaceae	*Vitex*	*Vitex gaumeri*	yaxnic	nativa	-
Lamiaceae	*Cornutia*	*Cornutia pyramidata*	xóolte' xnuuk	nativa	-
Lamiaceae	*Callicarpa*	*Callicarpa acuminata*	pukin	nativa	-
Malpighiaceae	*Malpighia*	*Malpighia glabra*	wayate	nativa	-
Malpighiaceae	*Bunchosia*	*Bunchosia swartziana*	sip che'	nativa	-

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus de origen	NOM-059
Malvaceae	*Helicteres*	*Helicteres baruensis*	sutup	nativa	-
Malvaceae	*Hampea*	*Hampea trilobata*	majaua	nativa / endémica PBPY	-
Malvaceae	*Luehea*	*Luehea candida*	k'askáat	nativa	-
Malvaceae	*Guazuma*	*Guazuma ulmifolia*	pixoy	nativa	-
Malvaceae	*Malvaviscus*	*Malvaviscus arboreus*	tulipan	nativa	-
Malvaceae	*Ayenia*	*Ayenia fasciculata*	ch'ilib tuux	nativa / endémica PBPY	-
Meliaceae	*Swietenia*	*Swietenia macrophylla*	caoba	nativa	-
Meliaceae	*Trichilia*	*Trichilia glabra*	ch'oben che'	nativa	-
Menispermaceae	*Hyperbaena*	*Hyperbaena winzerlingii*	naranjillo	nativa	-
Moraceae	*Maclura*	*Maclura tinctoria*	mora	nativa	-
Myrtaceae	*Psidium*	*Psidium sartorianum*	guayabillo	nativa	-
Myrtaceae	*Eugenia*	*Eugenia axillaris*	escobillo	nativa	-
Nyctaginaceae	*Neea*	*Neea psychotrioides*	ta'tsi'	nativa	-
Nyctaginaceae	*Pisonia*	*Pisonia aculeata*	uña de gato	nativa	-
Nyctaginaceae	*Neea*	*Neea coriophylla*	ta'tsi'	nativa	-
Phyllanthaceae	*Phyllantus*	*Phyllantus acuminatus*	juul im che	nativa	-
Piperaceae	*Piper*	*Piper sp*	Desconocido	nativa	-
Poaceae	*Paspalum*	*Paspalum caespitosum*	k'u weech	nativa	-
Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon nlemfuensis*	pasto estrella	nativa	-
Poaceae	*Lasiacis*	*Lasiacis divaricata*	bambu	nativa	-
Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon nlemfuensis*	pasto estrella	nativa	-
Polygonaceae	*Coccoloba*	*Coccoloba acapulcencis*	toj yuub	nativa	-
Polygonaceae	*Neomillspaughia*	*Neomillspaughia emarginata*	sak iitsa'	nativa / endémica PBPY	-
Polygonaceae	*Coccoloba*	*Coccoloba spicata*	boob	nativa	-
Polygonaceae	*Coccoloba*	*Coccoloba diversifolia*	ch'iich' boob	nativa	-

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus de origen	NOM-059
Polygonaceae	*Gymnopodium*	*Gymnopodium floribundum*	ts'iits'ilche'	nativa	-
Polypodiaceae	*Microgramma*	*Microgramma nitida*	Desconocido	nativa	-
Primulaceae	*Ardisia*	*Ardisia escallonioides*	pimienta de monte	nativa	-
Rhamnaceae	*Karwinskia*	*Karwinskia humboldtiana*	l u'um che'	nativa	-
Rhamnaceae	*Colubrina*	*Colubrina elliptica*	Desconocido	nativa	-
Rubiaceae	*Chiococca*	*Chiococca alba*	madreselva	nativa	-
Rubiaceae	*Guettarda*	*Guettarda gaumeri*	boox kibche	nativa	-
Rubiaceae	*Machaonia*	*Machaonia lindeniana*	k'uch'eel	nativa	-
Rubiaceae	*Randia*	*Randia longiloba*	cruz k'iix	nativa / endémica PBPY	-
Rubiaceae	*Guettarda*	*Guettarda elliptica*	kibche'	nativa	-
Rubiaceae	*Asemnantha*	*Asemnantha pubescens*	ch'iilib tuux	nativa	-
Rubiaceae	*Guettarda*	*Guettarda combsii*	taastaab	nativa	-
Rubiaceae	*Randia*	*Randia monantha*	Desconocido	nativa	-
Rubiaceae	*Hamelia*	*Hamelia patens*	k'anan	nativa	-
Rubiaceae	*Randia*	*Randia obcordata*	cruz k'iix	nativa / endémica PBPY	-
Rubiaceae	*Margaritopsis*	*Margaritopsis microdon*	baake aak	nativa	-
Rutaceae	*Esenbeckia*	*Esenbeckia pentaphylla*	naranja che'	nativa	-
Salicaceae	*Casearia*	*Casearia yucatanensis*	jazmín de monte	nativa / endémica PBPY	-
Salicaceae	*Casearia*	*Casearia laetioides*	palo volador	nativa	-
Salicaceae	*Casearia*	*Casearia thamnia*	ch'aw che'	nativa	-
Sapindaceae	*Melicoccus*	*Melicoccus oliviformis*	huaya de monte	nativa	-
Sapindaceae	*Thouinia*	*Thouinia paucidentata*	k'an chuunup	nativa	-
Sapotaceae	*Sideroxylon*	*Sideroxylon obtusifolium*	puuts' mukuy	nativa	-
Sapotaceae	*Chrysophyllum*	*Chrysophyllum mexicanum*	cayumito silvestre	nativa	-
Sapotaceae	*Pouteria*	*Pouteria reticulata*	sapotillo	nativa	-

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus de origen	NOM-059
Simaroubaceae	*Alvaradoa*	*Alvaradoa amorphoides*	bel siinik che'	nativa	-
Solanaceae	*Solanum*	*Solanum erianthum*	ukuuch	nativa	-
Ulmaceae	*Trema*	*Trema micrantha*	sak pixoy	nativa	-
Urticaceae	*Cecropia*	*Cecropia peltata*	guarumbo	nativa	-
Verbenaceae	*Duranta*	*Duranta erecta*	k'an pok'ool che'	nativa	-
Verbenaceae	*Petrea*	*Petrea volubilis*	tostada de caballo	nativa	-
Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana camara*	orégano xiiw	nativa	-
Violaceae	*Hybanthus*	*Hybanthus yucatanensis*	sak baakel kaan	nativa	-

IV.2.2.1.4.3.1 Esfuerzo de muestreo basado en curvas de acumulación de especies e intervalos de confianza en el SAR

La vegetación de selva mediana subcaducifolia en las zonas de su máximo desarrollo presenta árboles cuya altura máxima oscila entre 25 y 30m. La densidad de los árboles es mucho menor que en 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.

En el SAR se levantaron 13 sitios de muestreo (5 200 m^2), en donde se registraron un total de 130 especies. Los estimadores que mejor describieron el comportamiento de la riqueza en el SAR, tanto de incidencia como de abundancia, fueron: Bootstrap con una riqueza estimada de 156.79 especies y Chao 1 con una riqueza estimada de 157.18 especies. De acuerdo con lo anterior, el porcentaje de completitud para el estimador de incidencia de Bootstrap fue de 82.91% mientras que el estimador de abundancia de Chao 1 fue de 82.71%. A continuación, se presenta la información detallada por tipo de estimador.

Tabla IV-12 Riqueza observada, esperada y su porcentaje de completitud para el SAR.

SAR	Parámetro	S (obs)	Estimadores de incidencia		Estimadores de abundancia	
			Bootstrap	Chao 2	ACE	Chao 1
	Riqueza	130	156.79	194	158.05	157.18
	Completitud		82.91%	67.01%	82.25%	82.71%

De acuerdo con la comparación entre los diferentes estimadores, una riqueza de 156.79 especies fue la mejor estimación disponible para el SAR, esto mediante el estimador de Bootstrap. Este valor confirma la idoneidad y la suficiencia del muestreo que se realizó en el SAR porque indica que se observó en campo un 82.91 % del total de especies presentes en el área de estudio.

En el siguiente gráfico aparecen las curvas de acumulación de especies en el SAR construidas con los diferentes estimadores empleados. Se observa que todos los estimadores (líneas continuas) tuvieron un comportamiento similar y se incrementaron hasta aproximarse a la asíntota (máximo número posible de especies) conforme aumentaron los sitios de muestreo. El comportamiento de todas las curvas apoya la conclusión de que el esfuerzo de muestreo (número de sitios de muestreo) realizado fue suficiente para capturar un alto porcentaje de especies de flora representativas de la vegetación presente en el SAR. Realizar más sitios de muestreo hubiera tenido una baja contribución en el número de especies. Otro punto que apoya el esfuerzo de muestreo realizado, fue que los intervalos de confianza (líneas punteadas) de los diferentes estimadores se sobrepusieron, indicando que las estimaciones no mostraron diferencias significativas en términos del número de especies.

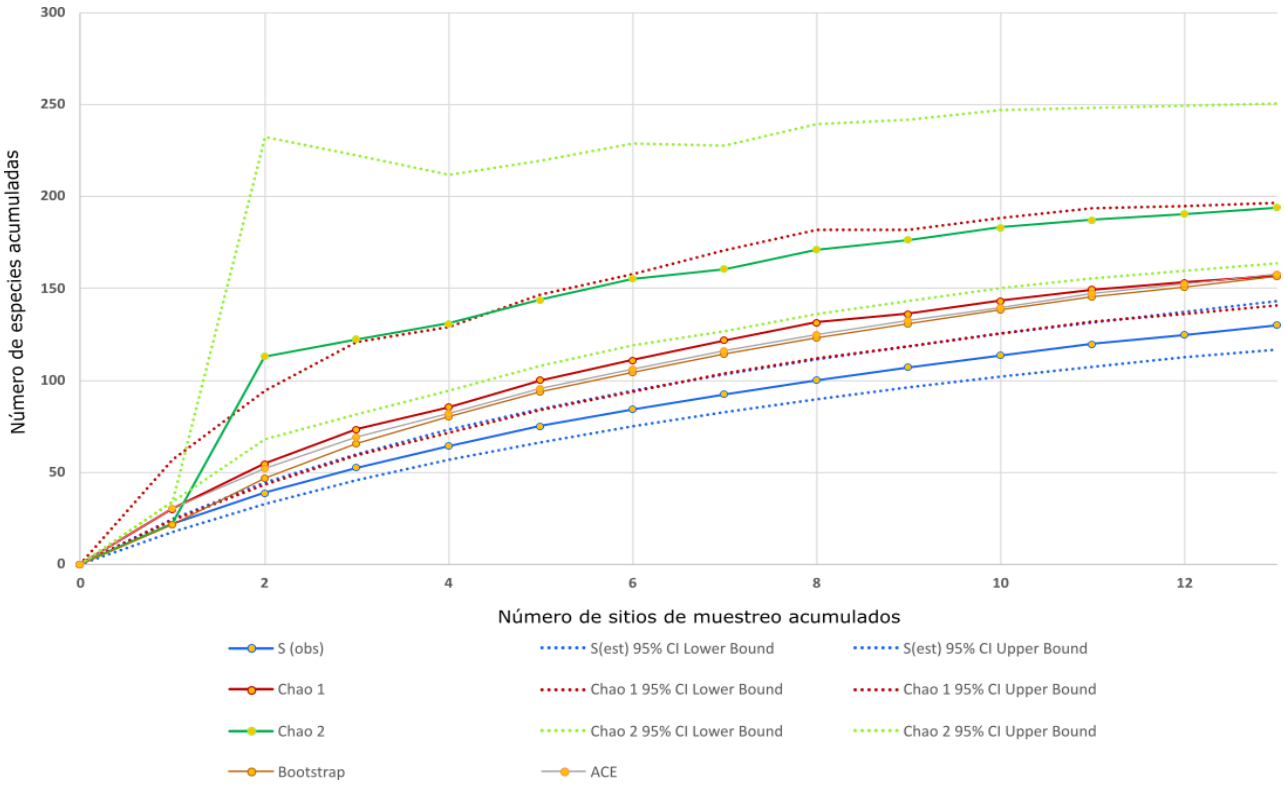


Figura IV-42 Curvas de acumulación de especies en el SAR estimadas con Chao 1, Chao 2 (límites de confianza al 95%), Bootstrap y ACE.

IV.2.2.1.4.3.2 Esfuerzo de muestreo basado en modelo matemático en el SAR

Para el Sistema Ambiental Regional se calculó el número de sitios de muestreo necesarios para caracterizar la flora empleando un modelo matemático y 10 sitios de muestreo como muestra aleatoria. El modelo indicó que se necesitarían establecer **12 sitios de muestreo** para tener información representativa de la flora con un error aceptable. Este resultado confirma que el esfuerzo de muestreo realizado en el SAR fue suficiente y estadísticamente aceptable porque establecimos **13 sitios de muestreo**, lo que representa un número mayor al estimado por el modelo.

Tabla IV-13 Resultados de la aplicación del modelo matemático para estimar la suficiencia de muestreo en el SAR.

Área	Número de sitios de muestreo necesarios estimados por modelo matemático	Número real de sitios de muestreo establecidos en campo
SAR	12	13

El esfuerzo de muestreo (número de sitios de muestreo) realizado en el SAR fue aceptable y suficiente considerando los resultados del modelo matemático. El modelo estimó **12 sitios de muestreo** para caracterizar la flora y en campo se estableció un número mayor que fue de **13 sitios de muestro**.

IV.2.2.1.4.3.3 Índice de valor de importancia (IVI) de la vegetación en el SAR

El índice de valor de importancia (IVI) define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema, dando un peso ecológico a cada especie registrada. Para la estimación del IVI en el Sistema Ambiental Regional, se realizaron los cálculos utilizando los datos registrados en el levantamiento en campo en los sitios de muestreo. Con este análisis y considerando la riqueza de especies registradas, se determinó que la vegetación de los sitios de muestreo corresponde a **selva mediana subcaducifolia**. A continuación, se presentan los datos del análisis de IVI.

- **Selva mediana subcaducifolia**

Dentro de la vegetación de selva mediana subcaducifolia se realizaron 13 sitios de muestreo que equivalen a un área de 5 200 m^2, en esta área se registraron 2 224 individuos y se determinaron 130 especies en cuatro estratos. A continuación, se presenta el análisis de la vegetación.

- ✓ **Abundancia e IVI del estrato arbóreo de la vegetación de selva mediana subcaducifolia en el Sistema Ambiental Regional**

En el estrato arbóreo se identificaron 42 especies diferentes. La especie más abundante fue *Bursera simaruba* con 61 individuos seguida de *Gymnopodium floribundum* con 31 individuos, *Guazuma ulmifolia* con 30 y *Lonchocarpus xuul* con 27. Las especies restantes se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV-14 Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI de las especies arbóreas de la selva mediana subcaducifolia dentro del SAR.

Arbóreo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Albizia niopoides	14	0.0027	3.83	0.231	3.61	0.047	7.21	14.65
Albizia tomentosa	1	0.0002	0.27	0.077	1.20	0.001	0.18	1.65
Bauhinia divaricata	1	0.0002	0.27	0.077	1.20	0.002	0.28	1.76
Bursera simaruba	61	0.0117	16.67	0.462	7.23	0.098	15.04	38.93
Chloroleucon mangense	2	0.0004	0.55	0.154	2.41	0.002	0.30	3.26
Coccoloba diversifolia	12	0.0023	3.28	0.231	3.61	0.011	1.63	8.52
Coccoloba spicata	11	0.0021	3.01	0.308	4.82	0.020	3.01	10.83
Croton reflexifolius	6	0.0012	1.64	0.231	3.61	0.006	0.88	6.14
Diospyros anisandra	3	0.0006	0.82	0.077	1.20	0.006	0.88	2.90
Diospyros salicifolia	17	0.0033	4.64	0.154	2.41	0.013	2.03	9.08
Diospyros tetrasperma	21	0.0040	5.74	0.231	3.61	0.022	3.37	12.72
Diospyros yatesiana	1	0.0002	0.27	0.077	1.20	0.002	0.25	1.72
Ehretia tinifolia	1	0.0002	0.27	0.077	1.20	0.001	0.18	1.66
Enterolobium cyclocarpum	8	0.0015	2.19	0.154	2.41	0.026	4.00	8.60
Eugenia axillaris	1	0.0002	0.27	0.077	1.20	0.001	0.14	1.62
Guazuma ulmifolia	30	0.0058	8.20	0.154	2.41	0.093	14.37	24.98
Guettarda combsii	2	0.0004	0.55	0.077	1.20	0.002	0.32	2.07
Guettarda elliptica	2	0.0004	0.55	0.077	1.20	0.005	0.74	2.50
Gymnopodium floribundum	31	0.0060	8.47	0.077	1.20	0.049	7.51	17.19
Havardia albicans	12	0.0023	3.28	0.231	3.61	0.029	4.41	11.30
Leucaena leucocephala	14	0.0027	3.83	0.231	3.61	0.030	4.61	12.05
Lonchocarpus rugosus	6	0.0012	1.64	0.077	1.20	0.009	1.38	4.23
Lonchocarpus xuul	27	0.0052	7.38	0.154	2.41	0.031	4.72	14.51
Lysiloma latisiliquum	1	0.0002	0.27	0.077	1.20	0.012	1.78	3.26

Arbóreo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Maclura tinctoria	13	0.0025	3.55	0.077	1.20	0.023	3.51	8.26
Mimosa bahamensis	1	0.0002	0.27	0.077	1.20	0.001	0.12	1.60
Mosannona depressa	1	0.0002	0.27	0.077	1.20	0.001	0.12	1.60
Neea coriophylla	2	0.0004	0.55	0.154	2.41	0.003	0.41	3.37
Neea psychotrioides	6	0.0012	1.64	0.154	2.41	0.006	0.96	5.00
Phyllantus acuminatus	1	0.0002	0.27	0.077	1.20	0.002	0.25	1.72
Piscidia piscipula	21	0.0040	5.74	0.462	7.23	0.033	5.09	18.05
Pithecellobium dulce	2	0.0004	0.55	0.077	1.20	0.001	0.13	1.88
Platymiscium yucatanum	2	0.0004	0.55	0.077	1.20	0.002	0.32	2.07
Pouteria reticulata	4	0.0008	1.09	0.154	2.41	0.005	0.76	4.26
Psidium sartorianum	3	0.0006	0.82	0.154	2.41	0.005	0.70	3.93
Semialarium mexicanum	7	0.0013	1.91	0.231	3.61	0.011	1.65	7.18
Senegalia gaumeri	8	0.0015	2.19	0.231	3.61	0.023	3.50	9.30
Spondias mombin	2	0.0004	0.55	0.077	1.20	0.005	0.79	2.54
Thouinia paucidentata	3	0.0006	0.82	0.231	3.61	0.004	0.65	5.09
Trema micrantha	2	0.0004	0.55	0.077	1.20	0.003	0.47	2.22
Trichilia glabra	1	0.0002	0.27	0.077	1.20	0.001	0.21	1.69
Vachellia pennatula	2	0.0004	0.55	0.154	2.41	0.008	1.16	4.12

En el siguiente gráfico se presentan los valores de IVI de las especies arbóreas registradas dentro de la selva mediana subcaducifolia en el SAR; *Bursera simaruba* con un valor de 38.93, seguida de *Guazuma ulmifolia* con 24.98, *Piscidia piscipula* con 18.05 y *Gymnopodium floribundum* con 17.19, estas especies son de importancia en la región para actividades melíferas.

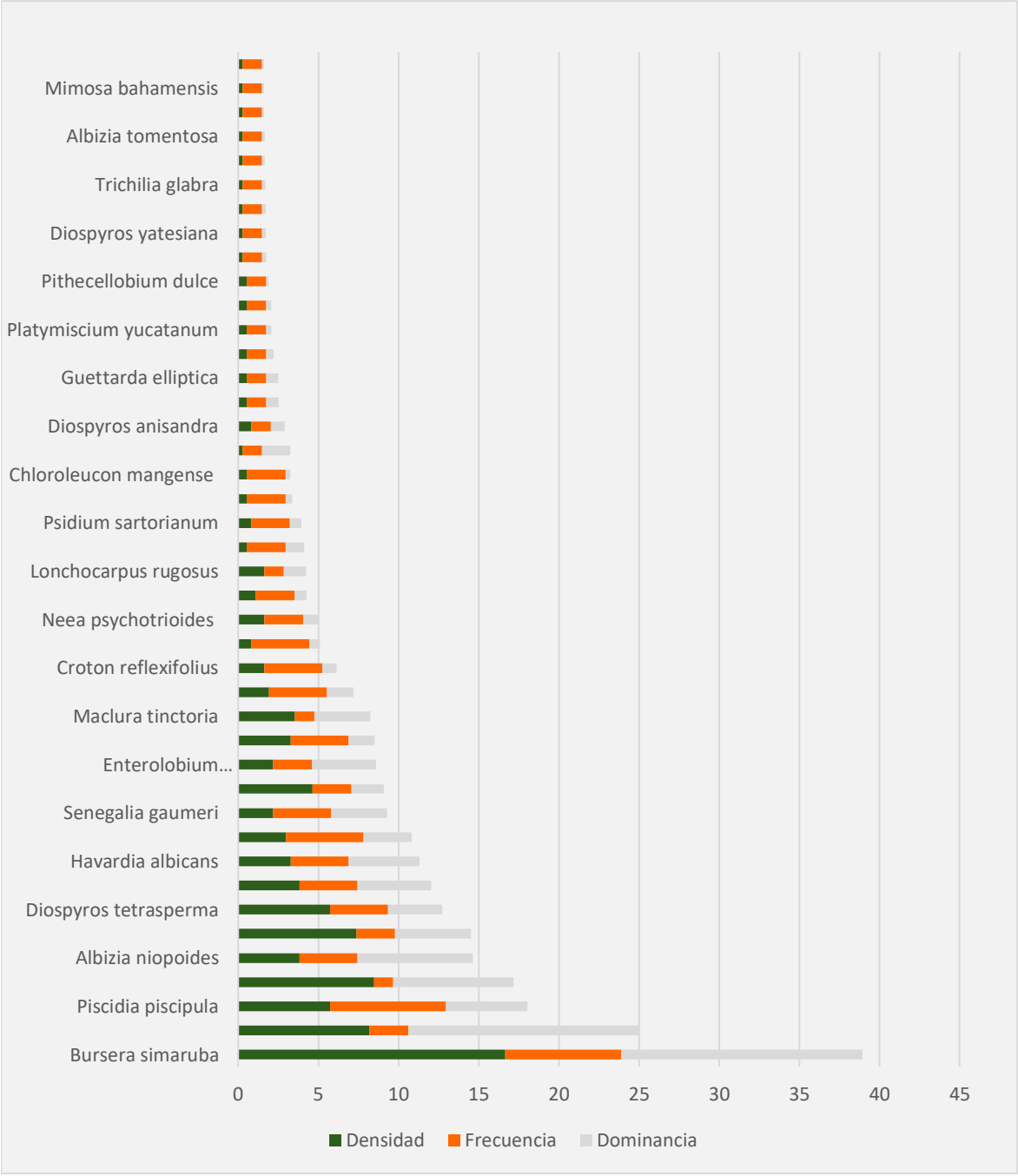


Figura IV-43 . Índice de valor de Importancia de las especies del estrato arbóreo de la selva mediana subcaducifolia en el SAR.

- Abundancia e IVI del estrato de cactáceas, agaves y palmas en la vegetación de la Selva mediana subcaducifolia en el Sistema Ambiental Regional.

En el estrato de cactáceas, agaves y palmas en la selva mediana subcaducifolia en el Sistema Ambiental Regional se identificaron 6 especies. La especie más abundante y representativa fue *Lasiacis divaricata* con 23 individuos, las especies restantes presentan 4 o menos individuos. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia y dominancia.

Tabla IV-15 Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato de cactáceas, agaves y palmas en la selva mediana subcaducifolia dentro del SAR.

Cactáceas, agaves y palmas								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Acanthocereus tetragonus	1	0.000	3.0	0.08	11.1111	0.0000	0.0208	14.16
Acrocomia aculeata	2	0.000	6.1	0.08	11.1111	0.0034	47.4612	64.63
Anthurium schlechtendalii	2	0.000	6.1	0.15	22.2222	0.0002	2.9595	31.24
Bromelia karatas	1	0.000	3.0	0.08	11.1111	0.0002	3.2508	17.39
Lasiacis divaricata	23	0.004	69.7	0.08	11.1111	0.0000	0.1872	81.00
Sabal mexicana	4	0.001	12.1	0.23	33.3333	0.0033	46.1205	91.58

Contrario a lo observado con los valores de abundancia, la especie con el valor de IVI más alto fue *Sabal mexicana* con 91.58, seguido de *Lasiacis divaricata* con un valor de 81. El valor de IVI de *S. mexicana* se explica por la frecuencia y la dominancia de la especie en los sitios de muestreo, a diferencia de *L. divaricata*, que el alto valor de IVI se obtiene solo por su abundancia. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

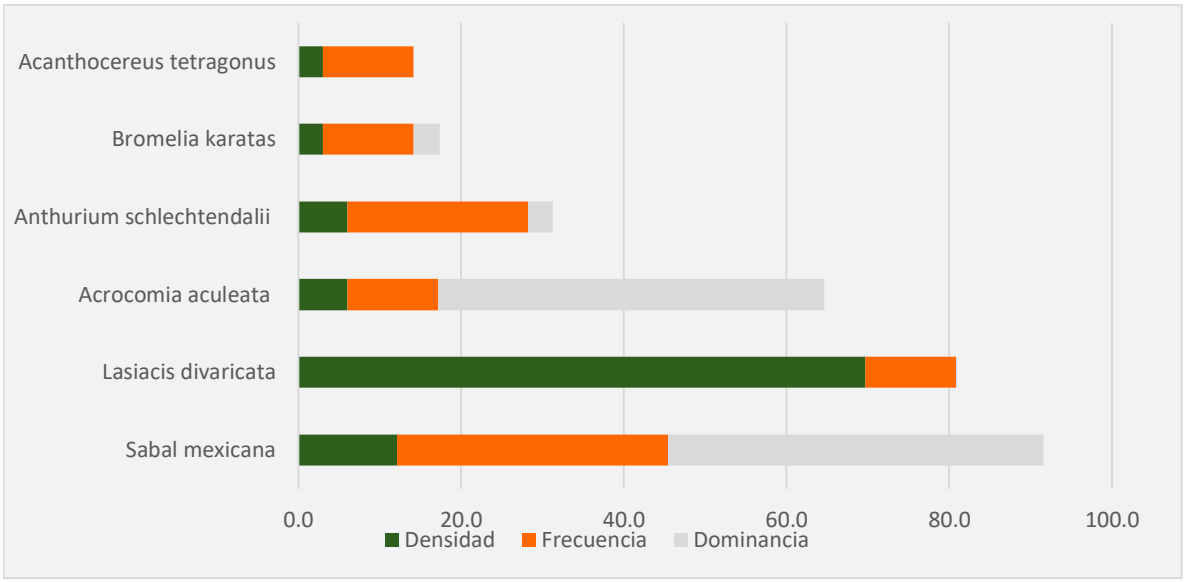


Figura IV-44 Índice de valor de importancia del estrato de cactáceas, agaves y palmas de la selva mediana subcaducifolia en el SAR.

- ✓ Abundancia e IVI del estrato arbustivo en la vegetación de la selva mediana subcaducifolia en el Sistema Ambiental Regional

En el estrato arbustivo de la selva mediana subcaducifolia en el Sistema Ambiental Regional se identificaron 102 especies. La especie arbustiva más abundante fue *Commelina erecta* con 177 individuos seguido de *Viguiera dentata* con 105, *Ayenia fasciculata* 77 *y Diospyros yatesiana* con 71 individuos cada uno. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia y dominancia.

Tabla IV-16 Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo de la selva mediana subcaducifolia dentro del SAR

Arbustivo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Albizia niopoides	4	0.003	0.275	0.154	0.985	0.000	0.016	1.276
Alvaradoa amorphoides	16	0.012	1.098	0.077	0.493	0.003	0.585	2.175
Amphilophium crucigerum	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.004	0.823	1.384
Annona squamosa	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.000	0.051	0.613
Aphelandra scabra	35	0.027	2.402	0.077	0.493	0.001	0.195	3.090
Ardisia escallonioides	19	0.015	1.304	0.077	0.493	0.004	0.755	2.551
Asemnantha pubescens	6	0.005	0.412	0.077	0.493	0.003	0.579	1.483
Ayenia fasciculata	26	0.020	1.784	0.308	1.970	0.002	0.451	4.206
Ayenia fasciculata	77	0.059	5.285	0.077	0.493	0.006	1.300	7.078
Bauhinia divaricata	36	0.028	2.471	0.462	2.956	0.021	4.272	9.698
Bauhinia ungulata	22	0.017	1.510	0.154	0.985	0.012	2.359	4.854
Bourreria pulchra	3	0.002	0.206	0.154	0.985	0.000	0.030	1.222
Bunchosia swartziana	14	0.011	0.961	0.231	1.478	0.010	1.935	4.374
Bursera simaruba	23	0.018	1.579	0.308	1.970	0.008	1.561	5.110
Calea urticifolia	8	0.006	0.549	0.077	0.493	0.002	0.352	1.393
Callicarpa acuminata	2	0.002	0.137	0.077	0.493	0.000	0.001	0.631
Carica papaya	4	0.003	0.275	0.077	0.493	0.001	0.122	0.889
Cascabela gaumeri	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.000	0.019	0.581
Casearia laetioides	5	0.004	0.3	0.15	0.9852	0.0045	0.9148	2.24
Casearia thamnia	6	0.005	0.412	0.154	0.985	0.003	0.666	2.063
Casearia yucatanensis	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.000	0.015	0.576
Cecropia peltata	8	0.006	0.549	0.154	0.985	0.003	0.517	2.052
Centrosema sp	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.001	0.122	0.683
Chloroleucon mangense	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.002	0.487	1.048
Chrysophyllum mexicanum	3	0.002	0.206	0.077	0.493	0.000	0.099	0.797
Cnidoscolus acotinifolius	8	0.006	0.549	0.308	1.970	0.008	1.694	4.214
Coccoloba acapulcencis	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.000	0.013	0.574
Coccoloba diversifolia	21	0.016	1.441	0.077	0.493	0.011	2.191	4.124
Coccoloba spicata	6	0.005	0.412	0.231	1.478	0.006	1.307	3.197
Colubrina elliptica	3	0.002	0.206	0.077	0.493	0.002	0.312	1.010

Arbustivo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Commelina erecta	177	0.136	12.148	0.077	0.493	0.000	0.023	12.663
Cordia alliodora	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.005	1.059	1.621
Cornutia pyramidata	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.000	0.015	0.576
Crossopetalum rhacoma	9	0.007	0.618	0.154	0.985	0.000	0.048	1.650
Croton chichenensis	10	0.008	0.686	0.154	0.985	0.001	0.160	1.831
Croton icche	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.001	0.239	0.800
Croton reflexifolius	32	0.025	2.196	0.154	0.985	0.035	7.136	10.317
Dalbergia glabra	8	0.006	0.549	0.231	1.478	0.005	1.015	3.042
Diospyros anisandra	33	0.025	2.265	0.308	1.970	0.022	4.352	8.588
Diospyros salicifolia	9	0.007	0.618	0.077	0.493	0.006	1.253	2.363
Diospyros tetrasperma	38	0.029	2.608	0.385	2.463	0.014	2.793	7.864
Diospyros vera-crucis	3	0.002	0.206	0.154	0.985	0.001	0.152	1.343
Diospyros yatesiana	71	0.055	4.873	0.462	2.956	0.014	2.919	10.748
Duranta erecta	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.000	0.030	0.592
Ehretia tinifolia	9	0.007	0.618	0.154	0.985	0.001	0.238	1.841
Erythrostemon yucatanensis	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.002	0.394	0.956
Esenbeckia pentaphylla	9	0.007	0.618	0.154	0.985	0.005	0.996	2.599
Eugenia axillaris	42	0.032	2.883	0.385	2.463	0.015	3.069	8.414
Guazuma ulmifolia	8	0.006	0.549	0.231	1.478	0.002	0.360	2.387
Guettarda combsii	7	0.005	0.480	0.077	0.493	0.004	0.860	1.833
Guettarda elliptica	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.003	0.672	1.233
Guettarda gaumeri	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.001	0.175	0.737
Gymnopodium floribundum	6	0.005	0.412	0.154	0.985	0.004	0.848	2.245
Hamelia patens	21	0.016	1.441	0.154	0.985	0.003	0.558	2.985
Hampea trilobata	8	0.006	0.549	0.308	1.970	0.007	1.331	3.851
Havardia albicans	5	0.004	0.343	0.231	1.478	0.002	0.324	2.145
Helicteres baruensis	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.003	0.616	1.178
Hybanthus yucatanensis	2	0.002	0.137	0.154	0.985	0.000	0.030	1.152
Hyperbaena winzerlingii	4	0.003	0.275	0.077	0.493	0.004	0.887	1.654
Karwinskia humboldtiana	2	0.002	0.137	0.154	0.985	0.004	0.816	1.939
Lantana camara	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.000	0.003	0.564
Lasiacis divaricata	9	0.007	0.618	0.077	0.493	0.001	0.240	1.351
Leucaena leucocephala	26	0.020	1.784	0.231	1.478	0.019	3.834	7.096

Arbustivo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Lonchocarpus rugosus	21	0.016	1.441	0.154	0.985	0.004	0.775	3.202
Lonchocarpus xuul	45	0.035	3.089	0.308	1.970	0.025	5.001	10.060
Luehea candida	15	0.012	1.030	0.077	0.493	0.003	0.658	2.180
Machaonia lindeniana	2	0.002	0.137	0.077	0.493	0.002	0.352	0.982
Maclura tinctoria	13	0.010	0.892	0.077	0.493	0.008	1.648	3.033
Malpighia glabra	3	0.002	0.206	0.077	0.493	0.001	0.227	0.926
Malvaviscus arboreus	37	0.028	2.539	0.154	0.985	0.010	1.920	5.444
Margaritopsis microdon	37	0.028	2.539	0.077	0.493	0.005	0.995	4.028
Melicoccus oliviformis	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.000	0.005	0.566
Mimosa pigra	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.001	0.110	0.671
Mosannona depressa	5	0.004	0.343	0.077	0.493	0.024	4.784	5.620
Neea coriophylla	23	0.018	1.579	0.308	1.970	0.005	0.947	4.496
Neomillspaughia emarginata	2	0.002	0.137	0.077	0.493	0.000	0.011	0.641
Otopappus scaber	2	0.002	0.137	0.154	0.985	0.001	0.183	1.305
Petrea volubilis	4	0.003	0.275	0.077	0.493	0.000	0.006	0.773
Phaseolus sp	3	0.002	0.206	0.077	0.493	0.000	0.008	0.706
Phyllantus acuminatus	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.000	0.078	0.639
Piper sp	3	0.002	0.206	0.077	0.493	0.003	0.524	1.223
Piscidia piscipula	9	0.007	0.618	0.462	2.956	0.007	1.492	5.065
Pisonia aculeata	11	0.008	0.755	0.308	1.970	0.011	2.178	4.903
Pithecellobium dulce	6	0.005	0.412	0.231	1.478	0.003	0.586	2.475
Platymiscium yucatanum	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.001	0.161	0.722
Psidium sartorianum	7	0.005	0.480	0.231	1.478	0.007	1.375	3.333
Randia longiloba	3	0.002	0.206	0.154	0.985	0.011	2.244	3.435
Randia monantha	10	0.008	0.686	0.154	0.985	0.001	0.199	1.870
Randia obcordata	28	0.022	1.922	0.385	2.463	0.003	0.535	4.920
Sapranthus campechianus	9	0.007	0.618	0.231	1.478	0.018	3.663	5.758
Semialarium mexicanum	21	0.016	1.441	0.308	1.970	0.003	0.666	4.078
Senegalia gaumeri	4	0.003	0.275	0.154	0.985	0.002	0.320	1.580
Senna pallida	2	0.002	0.137	0.077	0.493	0.000	0.044	0.674
Sideroxylon obtusifolium	2	0.002	0.137	0.077	0.493	0.003	0.701	1.331
Solanum erianthum	11	0.008	0.755	0.231	1.478	0.005	1.065	3.297
Swietenia macrophylla	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.000	0.013	0.574

Arbustivo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Tabernaemontana amygdalifolia	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.002	0.394	0.956
Thouinia paucidentata	14	0.011	0.961	0.308	1.970	0.009	1.781	4.713
Tragia yucatanensis	50	0.038	3.432	0.077	0.493	0.005	0.921	4.845
Vachellia cornigera	22	0.017	1.510	0.154	0.985	0.002	0.387	2.882
Vachellia pennatula	2	0.002	0.137	0.077	0.493	0.009	1.797	2.427
Viguiera dentata	105	0.081	7.207	0.077	0.493	0.000	0.055	7.754
Vitex gaumeri	1	0.001	0.069	0.077	0.493	0.000	0.005	0.566

Las especies con el índice de valor de importancia más elevados fueron *Commelina erecta* con un valor de 12.66, *Diospyros yatesiana* con 10.75, *Croton reflexifolius con 10.32* y *Lonchocaarpus xuul* con 10.06. Estas 4 especies fueron las que presentaron el valor de IVI más alto, sin embargo, los valores no mostraron diferencias significativas entre unos y otros.

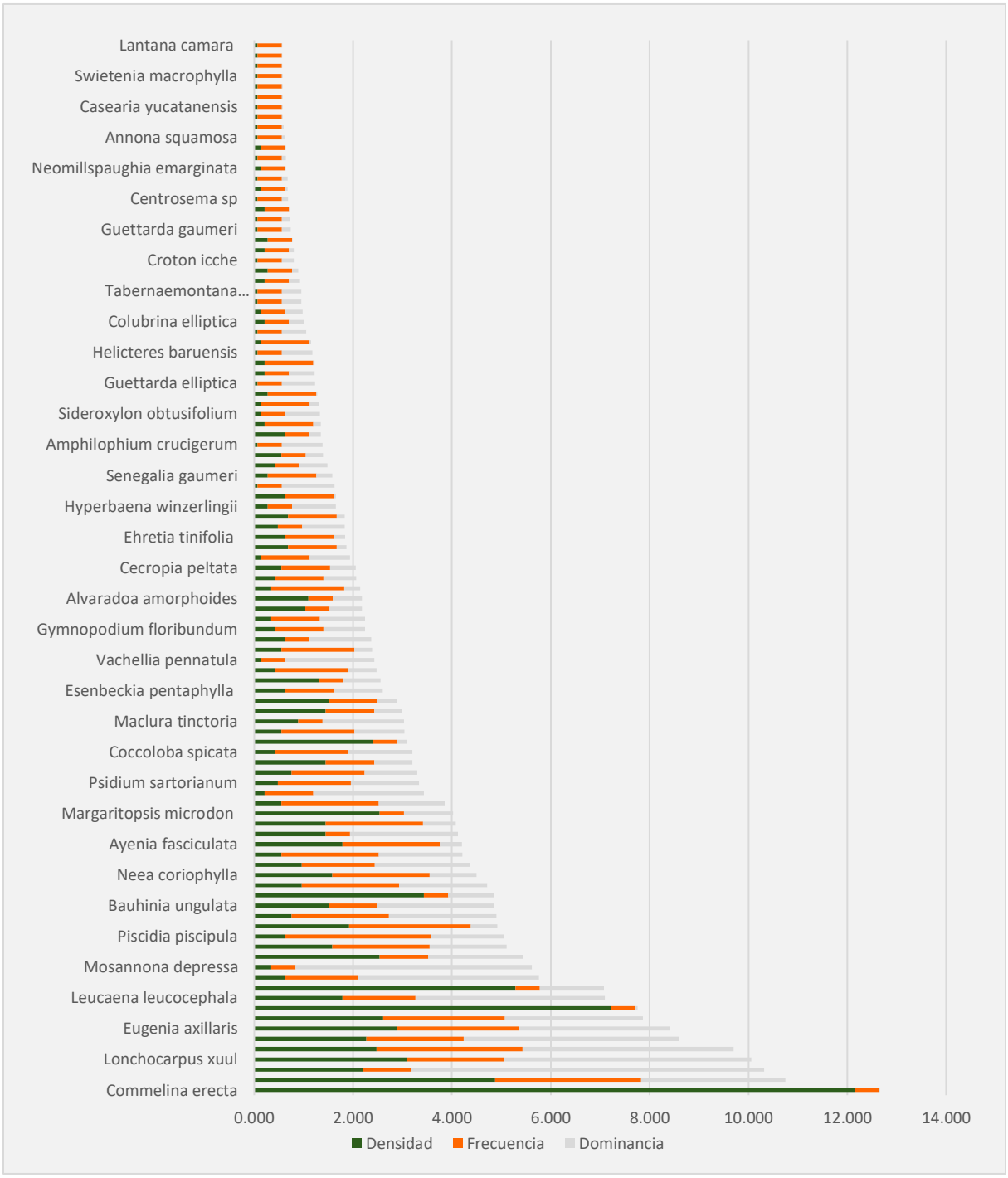


Figura IV-45 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de la selva mediana subcaducifolia en el SAR.

- ✓ **Abundancia e IVI del estrato Herbáceo en la vegetación de la selva mediana subcaducifolia en el Sistema Ambiental Regional**

En el estrato herbáceo de la vegetación de selva mediana subcaducifolia en el Sistema Ambiental Regional se identificaron 45 especies, donde la especie más abundante fue *Cynodon nlemfuensis* con 250, las especies restantes presentan 20 o menos individuos. Estas especies son anuales por lo cual su presencia está dominada por la estacionalidad. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia y dominancia.

Tabla IV-17 Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo de la selva mediana subcaducifolia dentro del SAR.

Herbáceo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Acalypha alopecuroidea	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	0.40	2.43
Albizia niopoides	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	0.40	2.43
Aphelandra scabra	2	0.15	0.54	0.08	1.75	0.00	0.80	3.10
Arrabidaea floribunda	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.01	4.02	6.04
Bauhinia divaricata	2	0.15	0.54	0.08	1.75	0.00	0.80	3.10
Bauhinia ungulata	2	0.15	0.54	0.08	1.75	0.00	0.80	3.10
Bignonia diversifolia	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.01	4.02	6.04
Bignoniaceae sp	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	1.61	3.63
Bursera simaruba	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	0.40	2.43
Casearia thamnia	2	0.15	0.54	0.08	1.75	0.00	0.80	3.10
Chaetocalyx scandens	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	1.20	3.23
Chiococca alba	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	0.40	2.43
Coccoloba spicata	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	0.40	2.43
Colubrina elliptica	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	0.40	2.43
Commelina erecta	3	0.23	0.82	0.08	1.75	0.00	1.20	3.77
Croton chichenensis	5	0.38	1.36	0.08	1.75	0.00	2.01	5.12
Cynodon nlemfuensis	250	19.23	67.93	0.15	3.51	0.07	36.14	107.59
Cynodon plectostachyus	20	1.54	5.43	0.08	1.75	0.00	0.80	7.99
Dalechampia scandens	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	0.40	2.43
Diospyros tetrasperma	4	0.31	1.09	0.31	7.02	0.00	2.01	10.11
Distimake tuberosus	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	0.40	2.43
Duranta erecta	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	0.40	2.43
Eugenia axillaris	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	1.20	3.23
Gymnopodium floribundum	2	0.15	0.54	0.08	1.75	0.00	2.01	4.31
Lantana camara	4	0.31	1.09	0.08	1.75	0.01	3.21	6.05

Herbáceo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Lasiacis divaricata	7	0.54	1.90	0.15	3.51	0.01	3.21	8.62
Leucaena leucocephala	5	0.38	1.36	0.23	5.26	0.00	2.41	9.03
Lonchocarpus xuul	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	0.40	2.43
Malvaviscus arboreus	3	0.23	0.82	0.15	3.51	0.00	1.20	5.53
Melicoccus oliviformis	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	0.80	2.83
Microgramma nitida	2	0.15	0.54	0.15	3.51	0.01	4.42	8.47
Mosannona depressa	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	1.20	3.23
Neea coriophylla	4	0.31	1.09	0.23	5.26	0.01	3.61	9.96
Neomillspaughia emarginata	2	0.15	0.54	0.08	1.75	0.01	4.02	6.31
Paspalum caespitosum	10	0.77	2.72	0.08	1.75	0.00	2.01	6.48
Petrea volubilis	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	0.40	2.43
Pisonia aculeata	2	0.15	0.54	0.08	1.75	0.00	0.80	3.10
Psidium sartorianum	2	0.15	0.54	0.15	3.51	0.00	1.20	5.26
Randia obcordata	2	0.15	0.54	0.08	1.75	0.00	0.80	3.10
Ruellia nudiflora	4	0.31	1.09	0.08	1.75	0.00	1.61	4.45
Spondias mombin	2	0.15	0.54	0.08	1.75	0.00	1.20	3.50
Tephrosia cinerea	2	0.15	0.54	0.08	1.75	0.00	0.80	3.10
Tragia yucatanensis	1	0.08	0.27	0.08	1.75	0.00	1.20	3.23
Vachellia cornigera	3	0.23	0.82	0.08	1.75	0.00	1.20	3.77
Viguiera dentata	3	0.23	0.82	0.08	1.75	0.00	1.20	3.77

En este caso el índice de valor de importancia de *Cynodon nlemfuensis* fue de 107.59, diez veces mayor al de *Diospyros tetrasperma* con 10.11. La dominancia de *C. nlemfuensis* está relacionada con la época de muestreo porque se realizó en la temporada de lluvias, además de su rápida propagación. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

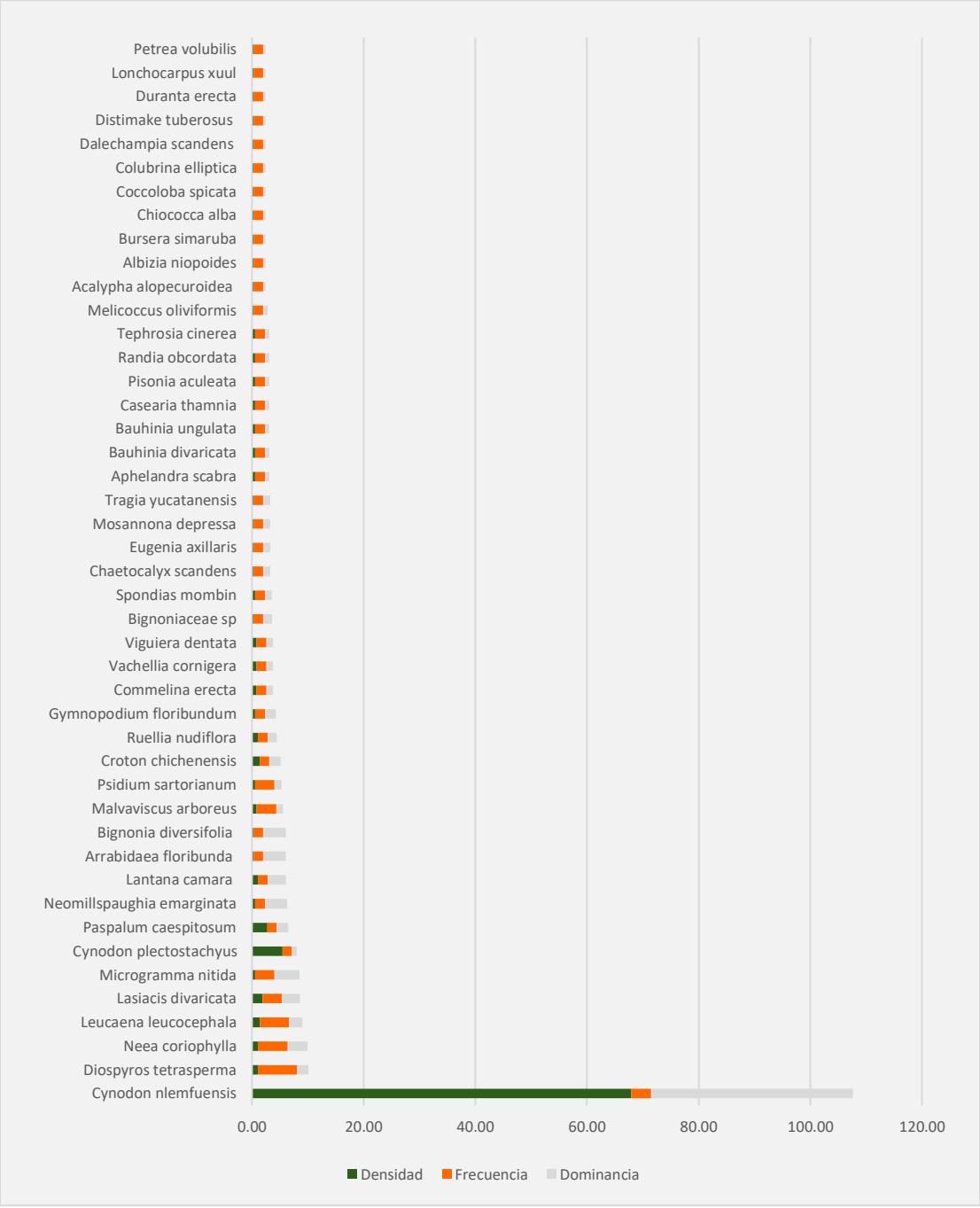


Figura IV-46 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de la selva medina subcaducifolia en el SAR.

IV.2.2.1.4.3.4 Índice de Diversidad de Shannon (H') y Equidad de Pielou

- **Índice de Diversidad de Shannon (H')**

En general, en el SAR se registraron 130 especies, distribuidas en cuatro diferentes estratos. En el estrato **arbóreo** se registraron un total de 42 especies, el valor del índice de Shannon fue de 3.1032, un valor que representa una diversidad de especies media, lo cual refleja que es un ecosistema con un moderado grado de conservación. Para estrato de **cactáceas, agaves y palmas** se registraron 6 especies diferentes con un valor del índice de Shannon de 1.0591, lo cual representa una diversidad baja. En el estrato **arbustivo** se registraron 102 especies, con un valor del índice de Shannon de 3.8079, lo que representa un valor de diversidad alto en este estrato. Finalmente, en el estrato de **herbáceas** se registraron 45 especies, que se considera una baja diversidad con un valor de 1.7097.

En el siguiente gráfico se presentan los valores del índice de Shannon para cada estrato en el SAR.

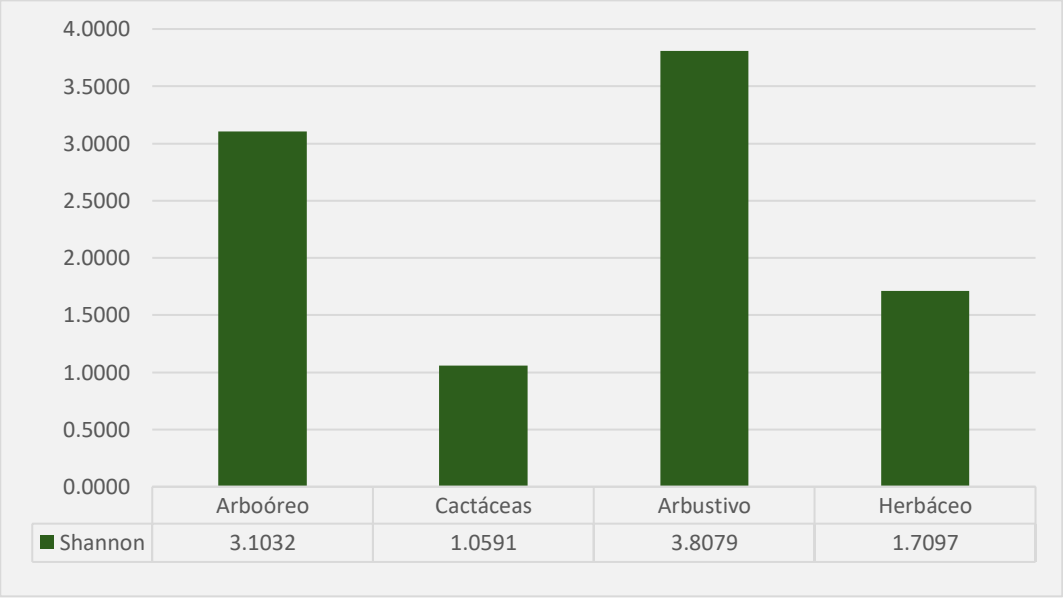


Figura IV-47 Índice de biodiversidad de Shannon (H') de los diferentes estratos de flora del SAR.

- **Índice de Equidad de Pielou (J')**

El índice de Equidad de Pielou considera la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas, asumiendo que el valor máximo de equidad es 1. A continuación se presentan los valores de los diferentes estratos: para el estrato arbóreo fue de 0.8303, para el estrato de cactáceas, agaves y palmas fue de 0.5911, en el caso del estrato arbustivo el valor fue de 0.8233, finalmente, el estrato de herbáceas para la época de lluvias tuvo un valor de 0.4491.

Los resultados muestran que las especies de los estratos arbóreo y arbustivo, tienen una tendencia a mostrar abundancias muy similares, ya que presentan valores entre 0.8233 y 0.8303, por el contrario, el estrato herbáceo y de cactáceas, agaves y palmas, presentaron un valor entre 0.4491 a 0.5911, lo cual nos dice que hay especies con una marcada dominancia, por lo tanto, no hay homogeneidad entre las especies. En el siguiente gráfico se muestran los valores de Equidad para los diferentes estratos del SAR.

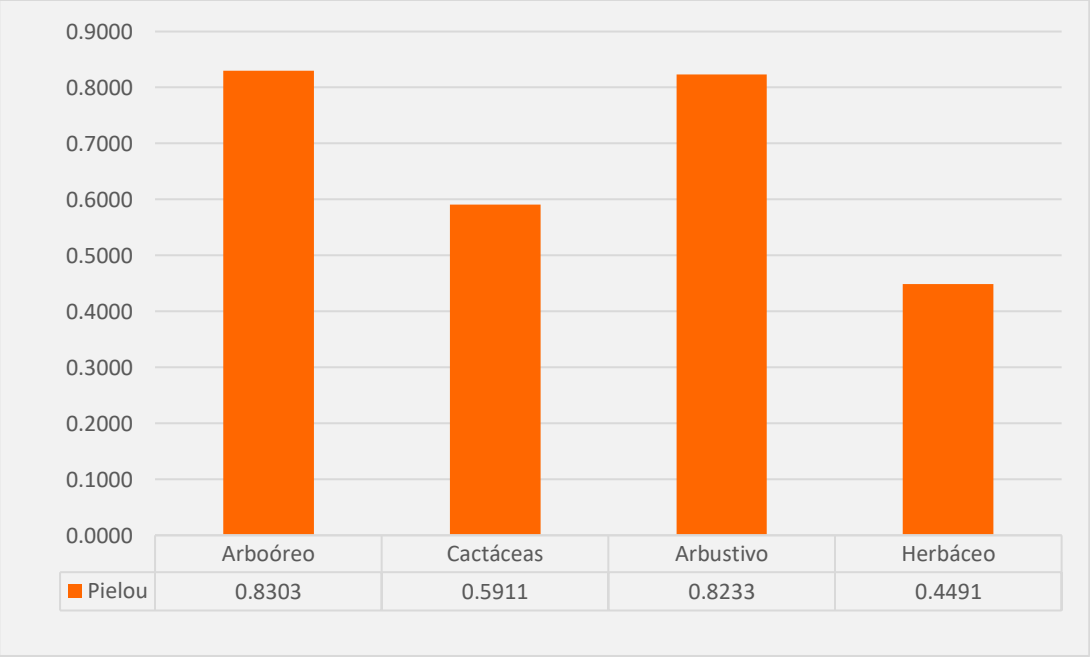


Figura IV-48 Índice de Equidad de Pielou de los diferentes estratos de flora del SAR.

IV.2.2.1.4.3.5 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del Sistema Ambiental Regional

Después de realizar los muestreos, recorridos e identificación de las especies de flora en el Sistema Ambiental Regional, no se encontraron especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.2.2.1.4.3.6 Estatus de Origen

El estatus de origen se refiere a la distribución de las especies, donde se pueden clasificar como especies Endémicas, Nativas, Exóticas y Exótica-Invasora. De acuerdo con CONABIO (2021), gran parte de la amplia diversidad de especies de México está constituida por especies que sólo habitan en nuestro país.

Dentro del área del SAR, se registraron 130 especies de las cuales, 121 son nativas y 9 nativas /endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán (PBPY), tal como se muestra en la siguiente gráfica.

Es importante señalar que, aunque el Sistema Ambiental Regional se encuentra en constante presión por las actividades antropogénicas, la estructura de la vegetación se mantiene compuesta de especies nativas y endémicas. En el siguiente gráfico se muestra la proporción del estatus de origen de las especies del SAR en la temporada de lluvias.

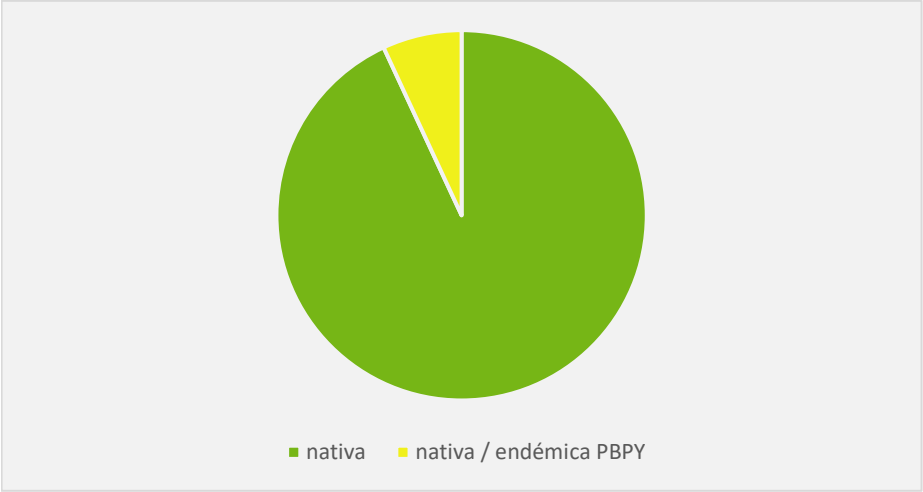


Figura IV-49 Estatus de Origen de las especies presentes en el SAR en la época de lluvias

En el **Anexo IV_04_Catálogo de flora** se puede encontrar una muestra fotográfica representativa de las especies registradas en el Sistema Ambiental Regional.

IV.2.2.1.4.4 Caracterización de la vegetación en el Área de Proyecto (AP)

IV.2.2.1.4.4.1 Composición florística del Área de Proyecto

Para el análisis de flora en el Área de Proyecto se realizaron 13 sitios de muestreo, 4 sitios se ubicaron en vegetación de tipo selva mediana subcaducifolia y 9 sitios en áreas identificadas como vegetación inducida (pastizal inducido, agricultura temporal anual y agricultura de riego permanente). Derivado del análisis de los sitios de muestreo se registraron 87 especies pertenecientes a 34 familias taxonómicas. Las familias mejor representadas fueron: Fabaceae con 19 especies, Euphorbiaceae con 8 y Rubiaceae con 6, cada una de las familias restantes presentaron 4 especies o menos. En el **Anexo IV_02_Base de datos y memoria de cálculo flora** se presenta la base de datos con los registros de las especies identificadas, así como los análisis realizados. En la siguiente tabla se presenta el listado de especies registradas en el área de proyecto.

Tabla IV-18 Listado de especies de flora registradas en el Área de Proyecto

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus de origen	NOM-059
Acanthaceae	*Ruellia*	*Ruellia nudiflora*	berraco xiiw	nativa	-
Annonaceae	*Mosannona*	*Mosannona depressa*	boox éelemuy	nativa	-
Annonaceae	*Sapranthus*	*Sapranthus campechianus*	sak éelemuy	nativa	-
Apocynaceae	-	*Apocynaceae sp*	Desconocido	nativa	-
Apocynaceae	*Thevetia*	*Thevetia ahouai*	huevo de perro	nativa	-
Arecaceae	*Acrocomia*	*Acrocomia aculeata*	cocoyol	nativa	-
Arecaceae	*Sabal*	*Sabal mexicana*	guano	nativa	-
Asteraceae	*Calea*	*Calea urticifolia*	Desconocido	nativa	-
Asteraceae	*Viguiera*	*Viguiera dentata*	tajonal	nativa	-
Bignoniaceae	*Bignonia*	*Bignonia diversifolia*	anilkab	nativa	-
Bixaceae	*Cochlospermum*	*Cochlospermum vitifolium*	chuun	nativa	-
Burseraceae	*Bursera*	*Bursera simaruba*	chaca	nativa	-
Celastraceae	*Semialarium*	*Semialarium mexicanum*	chun tok	nativa	-
Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea sp*	Desconocido	nativa	-
Ebenaceae	*Diospyros*	*Diospyros vera-crucis*	uchul che	nativa	-
Ebenaceae	*Diospyros*	*Diospyros anisandra*	k'aakalche	nativa	-
Ebenaceae	*Diospyros*	*Diospyros tetrasperma*	siliil	nativa	-
Ebenaceae	*Diospyros*	*Diospyros yatesiana*	boox siliil	nativa	-
Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton icche*	sak pereskutz	nativa / endémica PBPY	-
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus*	*Cnidoscolus aconitifolius*	chaya de monte	nativa	-
Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton chichenensis*	éck baalam	nativa / endémica PBPY	-
Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton reflexifolius*	pereskutz	nativa	-

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus de origen	NOM-059
Euphorbiaceae	*Tragia*	*Tragia yucatanensis*	p'op ox	nativa	-
Euphorbiaceae	*Acalypha*	*Acalypha sp*	Desconocido	nativa	-
Euphorbiaceae	*Croton*	*Croton flavens*	oreja de burro	nativa	-
Euphorbiaceae	*Jatropha*	*Jatropha gaumeri*	pomol che'	nativa / endémica PBPY	-
Fabaceae	*Albizia*	*Albizia tomentosa*	sak píich	nativa	-
Fabaceae	*Mimosa*	*Mimosa pigra*	zarza	nativa	-
Fabaceae	*Mimosa*	*Mimosa bahamensis*	sak káatsim	nativa	-
Fabaceae	*Vachellia*	*Vachellia pennatula*	chimay	nativa	-
Fabaceae	*Enterolobium*	*Enterolobium cyclocarpum*	pich	nativa	-
Fabaceae	*Pithecellobium*	*Pithecellobium dulce*	tsiuché	nativa	-
Fabaceae	*Dalbergia*	*Dalbergia glabra*	Desconocido	nativa	-
Fabaceae	*Havardia*	*Havardia albicans*	chukum	nativa	-
Fabaceae	*Bauhinia*	*Bauhinia ungulata*	cola de gallo	nativa	-
Fabaceae	*Vachellia*	*Vachellia cornigera*	subin	nativa	-
Fabaceae	*Lonchocarpus*	*Lonchocarpus rugosus*	k'anasín	nativa	-
Fabaceae	*Piscidia*	*Piscidia piscipula*	jabin	nativa	-
Fabaceae	*Bauhinia*	*Bauhinia divaricata*	pata de vaca	nativa	-
Fabaceae	*Leucaena*	*Leucaena leucocephala*	waaxim	nativa	-
Fabaceae	*Mariosousa*	*Mariosousa dolichostachya*	xaax che	nativa	-
Fabaceae	*Mimosa*	*Mimosa pudica*	dormilona	nativa	-
Fabaceae	*Senna*	*Senna atomaria*	X-tu jabin	nativa	-
Fabaceae	*Chamaecrista*	*Chamaecrista nictitans*	tamarindillo	nativa	-
Fabaceae	*Cenostigma*	*Cenostigma gaumeri*	kitimche	nativa	-
Lamiaceae	*Vitex*	*Vitex gaumeri*	yaxnic	nativa	-
Malpighiaceae	*Bunchosia*	*Bunchosia swartziana*	sip che'	nativa	-

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus de origen	NOM-059
Malvaceae	*Guazuma*	*Guazuma ulmifolia*	pixoy	nativa	-
Malvaceae	*Abutilon*	*Abutilon permolle*	sak xiiw	nativa	-
Malvaceae	*Sida*	*Sida acuta*	chi'chi'bej	nativa	-
Meliaceae	*Cedrela*	*Cedrela odorata*	cedro	nativa	Pr
Myrtaceae	*Psidium*	*Psidium sartorianum*	guayabillo	nativa	-
Myrtaceae	*Eugenia*	*Eugenia axillaris*	escobillo	nativa	-
Myrtaceae	*Calyptranthes*	*Calyptranthes pallens*	Desconocido	nativa	-
Nyctaginaceae	*Neea*	*Neea psychotrioides*	ta'tsi'	nativa	-
Nyctaginaceae	*Pisonia*	*Pisonia aculeata*	uña de gato	nativa	-
Phytolaccaceae	*Rivina*	*Rivina humilis*	coral	nativa	-
Piperaceae	*Piper*	*Piper auritum*	hoja santa	nativa	-
Poaceae	*Lasiacis*	*Lasiacis divaricata*	bambu	nativa	-
Poaceae	*Pennisetum*	*Pennisetum purpureum*	pasto taiwán	introducido	-
Poaceae	*Panicum*	*Panicum maximum*	pasto guinea	introducido	-
Polygonaceae	*Neomillspaughia*	*Neomillspaughia emarginata*	sak iitsa'	nativa / endémica PBPY	-
Polygonaceae	*Coccoloba*	*Coccoloba spicata*	boob	nativa	-
Polygonaceae	*Coccoloba*	*Coccoloba diversifolia*	ch'iich' boob	nativa	-
Polygonaceae	*Gymnopodium*	*Gymnopodium floribundum*	ts'iits'ilche'	nativa	-
Primulaceae	*Ardisia*	*Ardisia escallonioides*	pimienta de monte	nativa	-
Rhamnaceae	*Colubrina*	*Colubrina yucatanensis*	pimienta che'	nativa	-
Rubiaceae	*Randia*	*Randia longiloba*	cruz k'iix	nativa / endémica PBPY	-
Rubiaceae	*Guettarda*	*Guettarda combsii*	taastaab	nativa	-
Rubiaceae	*Randia*	*Randia monantha*	Desconocido	nativa	-
Rubiaceae	*Hamelia*	*Hamelia patens*	k'anan	nativa	-
Rubiaceae	*Randia*	*Randia obcordata*	cruz k'iix	nativa / endémica PBPY	-

Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Estatus de origen	NOM-059
Rubiaceae	*Margaritopsis*	*Margaritopsis microdon*	baake aak	nativa	-
Rutaceae	*Citrus*	*Citrus × aurantium*	Limon real	Exotica	
Rutaceae	*Amyris*	*Amyris elemifera*	palo de gas	nativa	-
Salicaceae	*Casearia*	*Casearia thamnia*	ch'aw che'	nativa	-
Sapindaceae	*Cardiospermum*	*Cardiospermum corindum*	boox aak	nativa	-
Sapotaceae	*Sideroxylon*	*Sideroxylon obtusifolium*	puuts' mukuy	nativa	-
Sapotaceae	*Chrysophyllum*	*Chrysophyllum mexicanum*	cayumito silvestre	nativa	-
Sapotaceae	*Pouteria*	*Poteria sapota*	Mamey zapote	nativa	
Simaroubaceae	*Alvaradoa*	*Alvaradoa amorphoides*	bel siinik che'	nativa	-
Solanaceae	*Solanum*	*Solanum erianthum*	ukuuch	nativa	-
Verbenaceae	*Duranta*	*Duranta erecta*	k'an pok'ool che'	nativa	-
Verbenaceae	*Petrea*	*Petrea volubilis*	tostada de caballo	nativa	-
Verbenaceae	*Lantana*	*Lantana camara*	orégano xiiw	nativa	-
Verbenaceae	*Priva*	*Priva lappulacea*	pega pega	nativa	-
Violaceae	*Hybanthus*	*Hybanthus yucatanensis*	sak baakel kaan	nativa	-

IV.2.2.1.4.4.2 Esfuerzo de muestreo basado en curvas de acumulación de especies e intervalos de confianza en el Área de Proyecto

En el Área de Proyecto se levantaron 13 sitios de muestreo y se registró un total de 87 especies. Los estimadores que mejor se ajustaron a los datos, tanto de incidencia como de abundancia, aproximaron una riqueza global esperada de 103.23 en el estimador de Bootstrap y 103.77 para el estimador de ACE; de acuerdo con lo anterior, el porcentaje de completitud se situó, para esos mismos estimadores, entre el 84.28% (Bootstrap) y 83.84% (ACE). A continuación, se presenta la información detallada por tipo de estimador (ver siguiente tabla).

Tabla IV-19 Riqueza observada, esperada y su porcentaje de completitud para el Área del proyecto.

AP	Parámetro	S (obs)	Estimadores de incidencia		Estimadores de abundancia	
			Bootstrap	Chao 2	ACE	Chao 1
	Riqueza	87	103.23	123	103.77	113.24
	Completitud		84.28%	70.73%	83.84%	76.83%

En el siguiente gráfico se presentan las curvas de acumulación de especies del Área de Proyecto construidas con los diferentes estimadores. De igual forma, se observó que el comportamiento de los estimadores (líneas continuas: ACE, Bootstrap, Chao 1 y Chao 2) fue similar y tuvieron una tendencia hacia la asíntota (máximo número posible de especies) conforme se incrementó el número de sitios de muestreo. Lo anterior también sostiene que el esfuerzo de muestreo (número de sitios de muestreo) realizado en el Área de Proyecto fue suficiente para capturar un alto porcentaje de especies de flora representativas del sitio. Los intervalos de confianza de los diferentes estimadores también se sobrepusieron indicando respuestas similares entre ellos sin diferencias significativas.

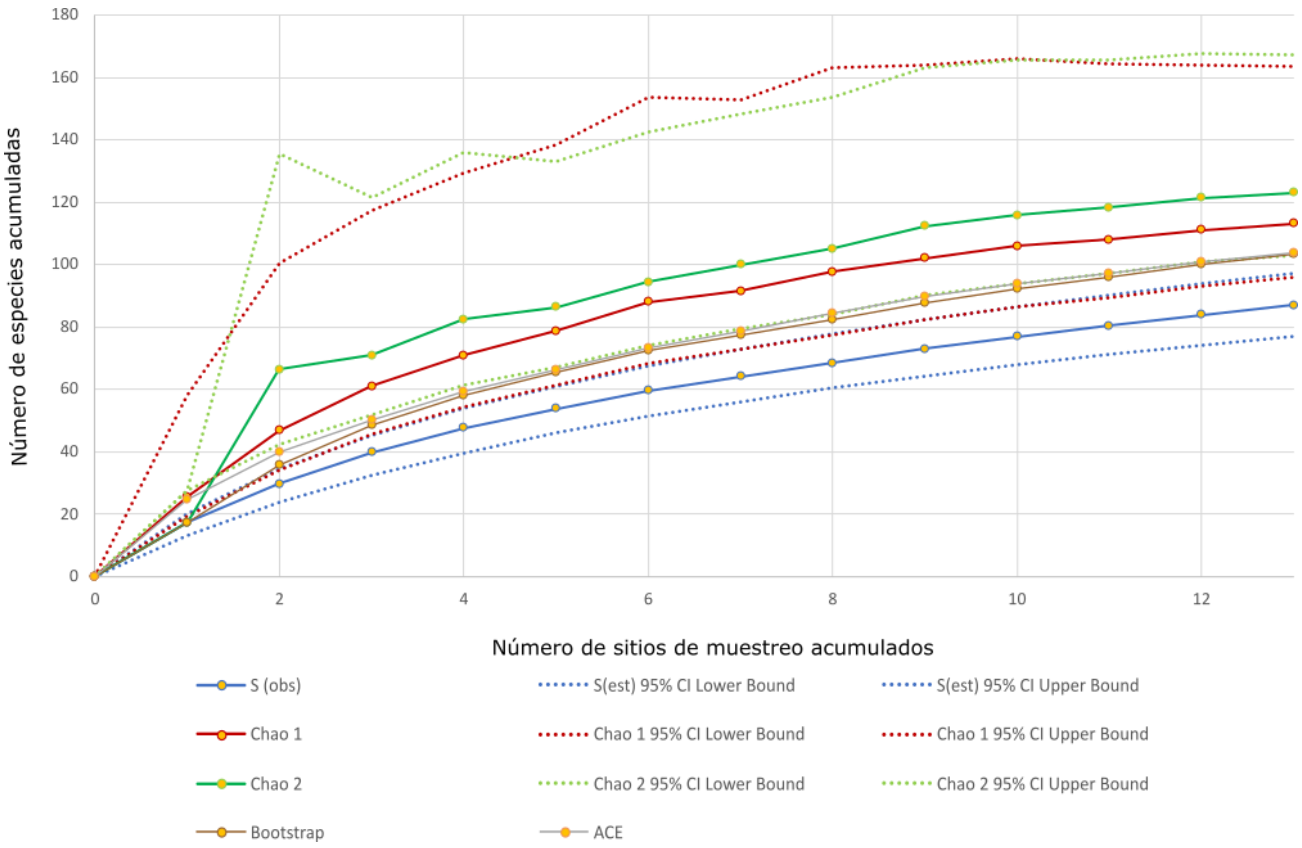


Figura IV-50 Curvas de acumulación de especies en el Área de Proyecto estimadas con Chao 1, Chao 2 (límites de confianza al 95%), Bootstrap y ACE.

IV.2.2.1.4.4.3 Esfuerzo de muestreo basado en modelo matemático en el AP

Para el Área de Proyecto también se calculó el número de sitios de muestreo necesarios para caracterizar la flora aplicando un modelo matemático y tomando 10 sitios de muestreo como muestra aleatoria. El modelo indicó que se necesitarían establecer **11 sitios de muestreo** para contar con información representativa de la flora. De nuevo, este resultado sostiene que el esfuerzo de muestreo realizado en el AP fue suficiente y estadísticamente correcto porque establecimos **13 sitios de muestreo**, un número mayor al que predice el modelo.

Tabla IV-20 Resultados de la aplicación del modelo matemático para estimar la suficiencia de muestreo en el AP.

Área	Número de sitios de muestreo necesarios estimados por modelo matemático	Número real de sitios de muestreo establecidos en campo
AP	11	13

El esfuerzo de muestreo (número de sitios de muestreo) realizado en el AP también fue aceptable y suficiente según los resultados del modelo matemático. El modelo estimó **11 sitios de muestreo** para caracterizar la flora y en campo se estableció un número mayor que fue de **13 sitios de muestro**.

IV.2.2.1.4.4.4 Índice de valor de importancia (IVI) de la vegetación en el Área de Proyecto

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa.
Para la estimación del IVI en el Área de Proyecto se realizaron los cálculos utilizando los datos registrados al realizar el levantamiento en campo en los sitios de muestreo, considerando el tipo de vegetación en el Área de Proyecto, se registró vegetación de tipo selva mediana subcaducifolia y un uso de suelo con vegetación inducida.

- **Selva mediana subcaducifolia**

Dentro de la vegetación de selva mediana subcaducifolia se realizaron 4 sitios de muestreo que equivalen a un área de 1 600 m^2, en esta área se registraron 945 individuos y se determinaron 58 especies en cuatro estratos. A continuación, se presenta el análisis de la vegetación.

- ✓ Abundancia e IVI del estrato arbóreo de la vegetación de selva mediana subcaducifolia en el Área de Proyecto

En el estrato arbóreo se identificaron 6 especies. Las especies más abundantes fueron *Bursera simaruba* con 9 individuos y *Piscidia piscipula* con 5. El resto de las especies tuvieron solo un individuo, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla IV-21 Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI de las especies arbóreas de la selva mediana subcaducifolia dentro del AP.

Arbóreo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Bursera simaruba	9	0.0056	50.00	0.250	16.67	0.032	33.38	100.04
Piscidia piscipula	5	0.0031	27.78	0.250	16.67	0.029	30.10	74.55
Havardia albicans	1	0.0006	5.56	0.250	16.67	0.021	21.80	44.03
Cenostigma gaumeri	1	0.0006	5.56	0.250	16.67	0.006	6.32	28.54
Leucaena leucocephala	1	0.0006	5.56	0.250	16.67	0.004	4.49	26.71
Cnidoscolus acotinifolius	1	0.0006	5.56	0.250	16.67	0.004	3.90	26.12

En el siguiente gráfico se representan los valores de IVI de las especies arbóreas registradas dentro de la selva mediana subcaducifolia en el Área de Proyecto donde *Bursera simaruba* fue la especie con el valor ecológico más alto, con 100.04, esta especie es de importancia cultural y con múltiples usos en las comunidades de la Península de Yucatán.

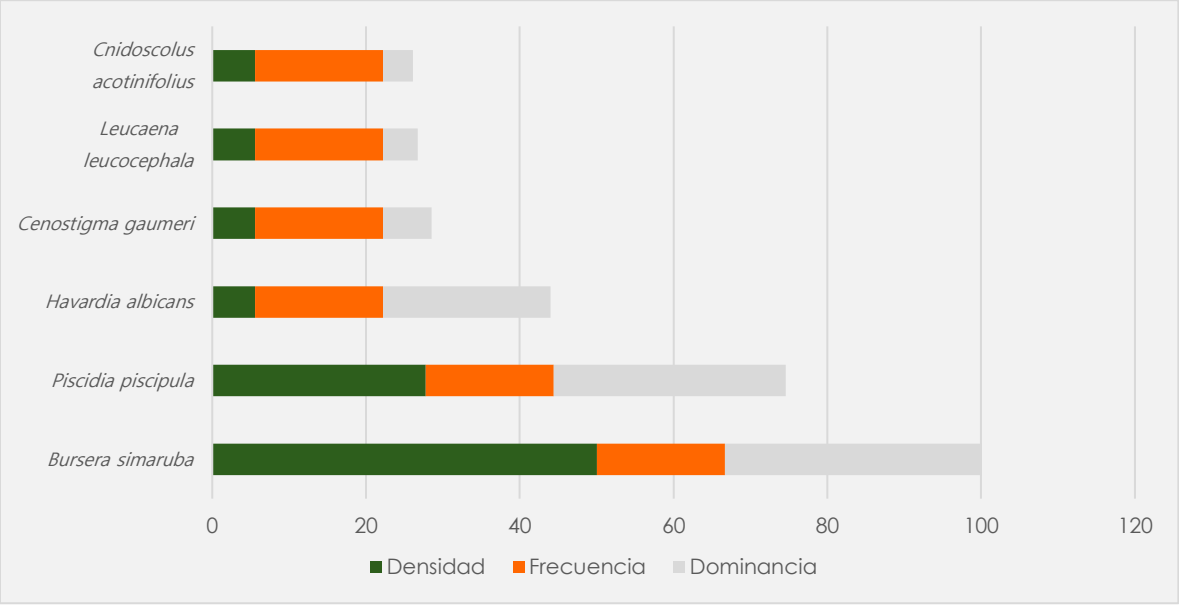


Figura IV-51 Índice de valor de Importancia de las especies del estrato arbóreo de la selva mediana subcaducifolia en el AP.

- ✓ Abundancia e IVI del estrato de cactáceas en la vegetación de la selva mediana subcaducifolia en el Área de Proyecto

En el estrato de cactáceas, agaves y palmas en la selva mediana subcaducifolia en el Área de Proyecto se registró un solo individuo de *Sabal mexicana*. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, frecuencia y dominancia. La baja densidad de este estrato se debe probablemente a que el estrato arbustivo es denso, lo cual dificulta el establecimiento de otras especies.

Tabla IV-22 Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato de cactáceas en la selva mediana subcaducifolia dentro del AP.

Cactáceas, agaves y palmas								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Sabal mexicana	1	0.001	100.0	0.3	100.0	0.007	100.0	300.00

- ✓ Abundancia e IVI del estrato Arbustivo en la vegetación de la selva mediana subcaducifolia en el Área de Proyecto

En el estrato arbustivo de la selva mediana subcaducifolia en el Área de Proyecto se identificaron 51 especies. La especie arbustiva más abundante fue *Mimosa bahamensis* con 118 individuos, seguido de *Neomillspaughia emarginata* con 111*, Croton chichenensis con 100 y Leucaena* leucocephala con 85, la suma de estas 4 especies representó el 46.36% del total de individuos registrados. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, densidad, frecuencia y dominancia.

Tabla IV-23 Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo de la selva mediana subcaducifolia dentro del AP.

Arbustivo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Abutilon permolle	1	0.003	0.1	0.25	1.1111	0.0007	0.0925	1.32
Acalypha sp	1	0.003	0.1	0.25	1.1111	0.0001	0.0103	1.23
Albizia tomentosa	1	0.003	0.1	0.25	1.1111	0.0020	0.2571	1.48
Amyris elemifera	2	0.005	0.2	0.25	1.1111	0.0041	0.5405	1.88
Ardisia escallonioides	8	0.020	0.9	0.25	1.1111	0.0022	0.2828	2.29
Bauhinia divaricata	18	0.045	2.0	0.75	3.3333	0.0311	4.0745	9.42
Bauhinia ungulata	1	0.003	0.1	0.25	1.1111	0.0083	1.0803	2.30
Bunchosia swartziana	57	0.143	6.4	0.50	2.2222	0.0092	1.2057	9.81
Bursera simaruba	4	0.010	0.4	0.25	1.1111	0.0020	0.2571	1.82
Calea urticifolia	2	0.005	0.2	0.25	1.1111	0.0012	0.1544	1.49
Calyptranthes pallens	5	0.013	0.6	0.50	2.2222	0.0068	0.8891	3.67
Cardiospermum corindum	9	0.023	1.0	0.25	1.1111	0.0227	2.9717	5.09
Cenostigma gaumeri	4	0.010	0.4	0.25	1.1111	0.0130	1.7031	3.26
Chamaecrista nictitans	3	0.008	0.3	0.25	1.1111	0.0033	0.4308	1.88
Coccoloba diversifolia	8	0.020	0.9	0.75	3.3333	0.0083	1.0855	5.31
Coccoloba spicata	6	0.015	0.7	0.50	2.2222	0.0026	0.3425	3.24
Cochlospermum vitifolium	1	0.003	0.1	0.25	1.1111	0.0060	0.7873	2.01
Colubrina yucatanensis	1	0.003	0.1	0.25	1.1111	0.0005	0.0643	1.29
Croton chichenensis	100	0.250	11.2	1.00	4.4444	0.0092	1.2000	16.84

Arbustivo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Croton flavens	1	0.003	0.1	0.25	1.1111	0.0005	0.0643	1.29
Croton icche	25	0.063	2.8	0.25	1.1111	0.0037	0.4781	4.39
Croton reflexifolius	19	0.048	2.1	0.75	3.3333	0.0399	5.2211	10.68
Dalbergia glabra	27	0.068	3.0	0.50	2.2222	0.0585	7.6600	12.91
Diospyros tetrasperma	11	0.028	1.2	0.75	3.3333	0.0028	0.3683	4.93
Diospyros yatesiana	11	0.028	1.2	0.75	3.3333	0.0272	3.5572	8.12
Eugenia axillaris	11	0.028	1.2	0.75	3.3333	0.0047	0.6179	5.18
Gymnopodium floribundum	15	0.038	1.7	0.25	1.1111	0.0168	2.1986	4.99
Hybanthus yucatanensis	7	0.018	0.8	0.25	1.1111	0.0004	0.0521	1.95
Jatropha gaumeri	4	0.010	0.4	0.25	1.1111	0.0045	0.5913	2.15
Lantana camara	2	0.005	0.2	0.25	1.1111	0.0067	0.8798	2.21
Lasiacis divaricata	32	0.080	3.6	0.50	2.2222	0.0037	0.4846	6.29
Leucaena leucocephala	85	0.213	9.5	1.00	4.4444	0.0619	8.0988	22.06
Lonchocarpus rugosus	34	0.085	3.8	0.50	2.2222	0.0235	3.0771	9.11
Margaritopsis microdon	2	0.005	0.2	0.25	1.1111	0.0011	0.1446	1.48
Mariosousa dolichostachya	1	0.003	0.1	0.25	1.1111	0.0036	0.4685	1.69
Mimosa bahamensis	118	0.295	13.2	1.00	4.4444	0.1062	13.9105	31.57
Mosannona depressa	9	0.023	1.0	0.50	2.2222	0.0088	1.1510	4.38
Neea psychotrioides	3	0.008	0.3	0.25	1.1111	0.0020	0.2571	1.70
Neomillspaughia emarginata	111	0.278	12.4	0.50	2.2222	0.0122	1.5977	16.25
Piscidia piscipula	31	0.078	3.5	0.50	2.2222	0.0566	7.4110	13.10
Pisonia aculeata	5	0.013	0.6	0.50	2.2222	0.1146	15.0006	17.78
Psidium sartorianum	9	0.023	1.0	1.00	4.4444	0.0143	1.8670	7.32
Randia obcordata	20	0.050	2.2	0.25	1.1111	0.0028	0.3724	3.72
Sapranthus campechianus	1	0.003	0.1	0.25	1.1111	0.0005	0.0643	1.29
Semialarium mexicanum	34	0.085	3.8	0.75	3.3333	0.0175	2.2855	9.43
Senna atomaria	1	0.003	0.1	0.25	1.1111	0.0022	0.2834	1.51
Sideroxylon obtusifolium	1	0.003	0.1	0.25	1.1111	0.0006	0.0778	1.30
Solanum erianthum	6	0.015	0.7	0.50	2.2222	0.0150	1.9635	4.86
Vachellia cornigera	3	0.008	0.3	0.50	2.2222	0.0005	0.0606	2.62
Vachellia pennatula	5	0.013	0.6	0.25	1.1111	0.0167	2.1812	3.85
Viguiera dentata	17	0.043	1.9	0.50	2.2222	0.0010	0.1248	4.25

Las especies con el índice de valor de importancia más elevado fueron *Mimosa bahamensis* con 31.57, *Leucaena leucocephala* con 22.06, *Pisonia aculeata* con 17.78 y *Croton chichenensis* con16.84, las especies restantes tuvieron un valor menor a 13. Es notable que, en el estrato arbustivo, solo se registraron 5 individuos de *P. aculeata,* sin embargo, su valor de importancia esta dado por la cobertura que abarca en los sitios de muestreo. En el siguiente gráfico se observa los valores de importancia de todas las especies.

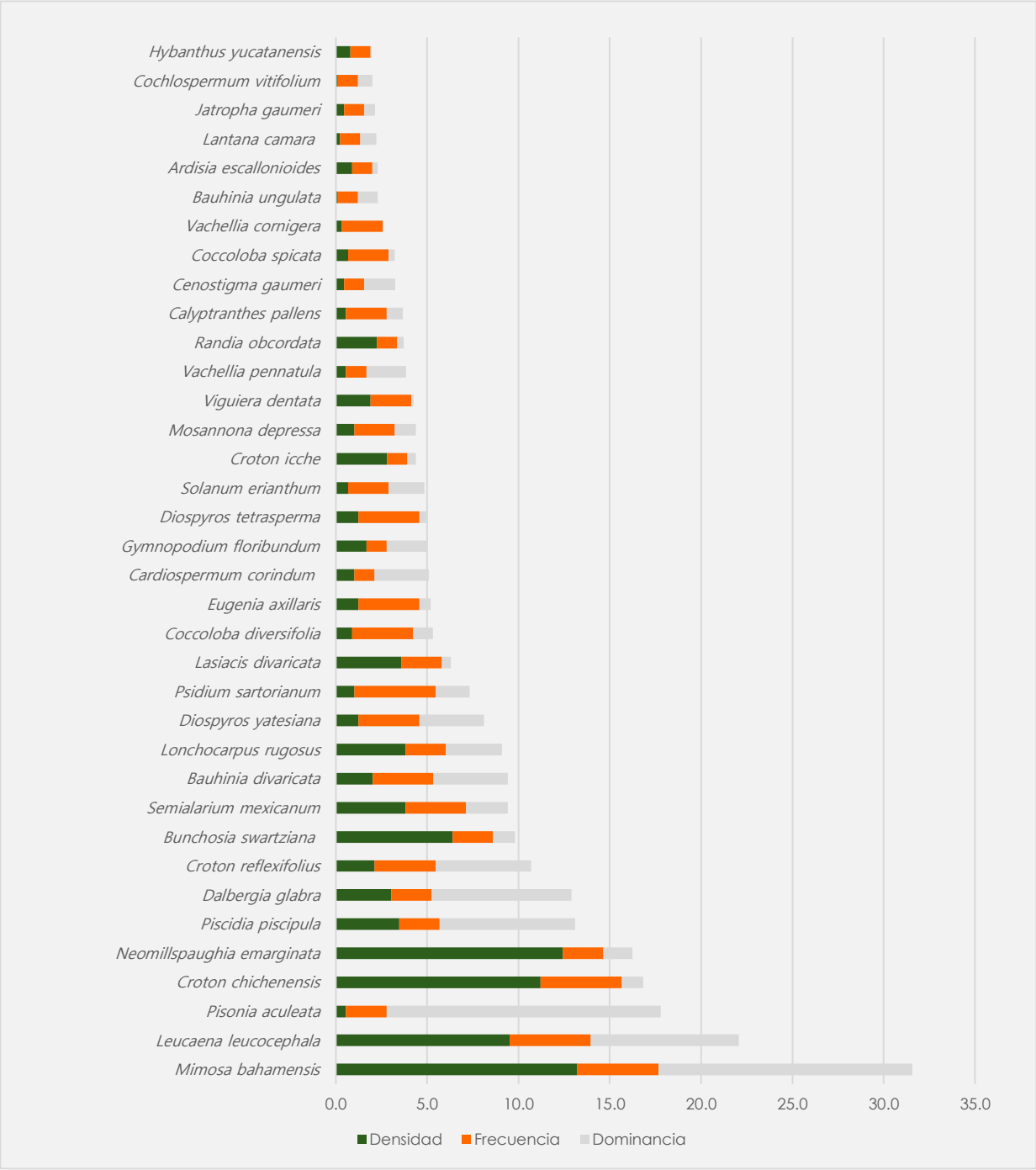


Figura IV-52 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo en selva mediana subcaducifolia en el AP.

- ✓ Abundancia e IVI del estrato Herbáceo en la vegetación de selva mediana subcaducifolia en el Área de Proyecto

En el estrato herbáceo de la vegetación de selva mediana subcaducifolia en el Área de Proyecto se identificaron 10 especies, las cuales presentan abundancias menores a 10 individuos. Estas especies son plántulas de árboles y enredaderas, por lo que, es un reservorio importante para la conservación y preservación de esta vegetación. La especie más abundante fue *Cardiospermum corindum* con 6 individuos. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, densidad, frecuencia y dominancia.

Tabla IV-24 Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo de la selva mediana subcaducifolia dentro del AP.

Herbáceo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Cardiospermum corindum	6	1.500	18.2	0.3	9.1	0.015	15.8	43.06
Leucaena leucocephala	5	1.250	15.2	0.3	9.1	0.013	13.2	37.40
Priva lappulacea	5	1.250	15.2	0.3	9.1	0.013	13.2	37.40
Ipomoea sp	4	1.000	12.1	0.3	9.1	0.010	10.5	31.74
Psidium sartorianum	4	1.000	12.1	0.3	9.1	0.010	10.5	31.74
Bignonia diversifolia	4	1.000	12.1	0.5	18.2	0.010	10.5	40.83
Bunchosia swartziana	2	0.500	6.1	0.3	9.1	0.005	5.3	20.41
Solanum erianthum	1	0.250	3.0	0.3	9.1	0.003	2.6	14.75
Vachellia cornigera	1	0.250	3.0	0.3	9.1	0.003	2.6	14.75
Diospyros anisandra	1	0.250	3.0	0.3	9.1	0.015	15.8	27.91

En este caso, el índice de valor de importancia de *Cardiospermum corindum* fue de 43.06, seguido de *Bignonia diversifolia* con 40.83. En general, en este estrato, el 80% de las especies registradas presentó valores de IVI superiores a 20. En el siguiente gráfico se presentan los datos de IVI.

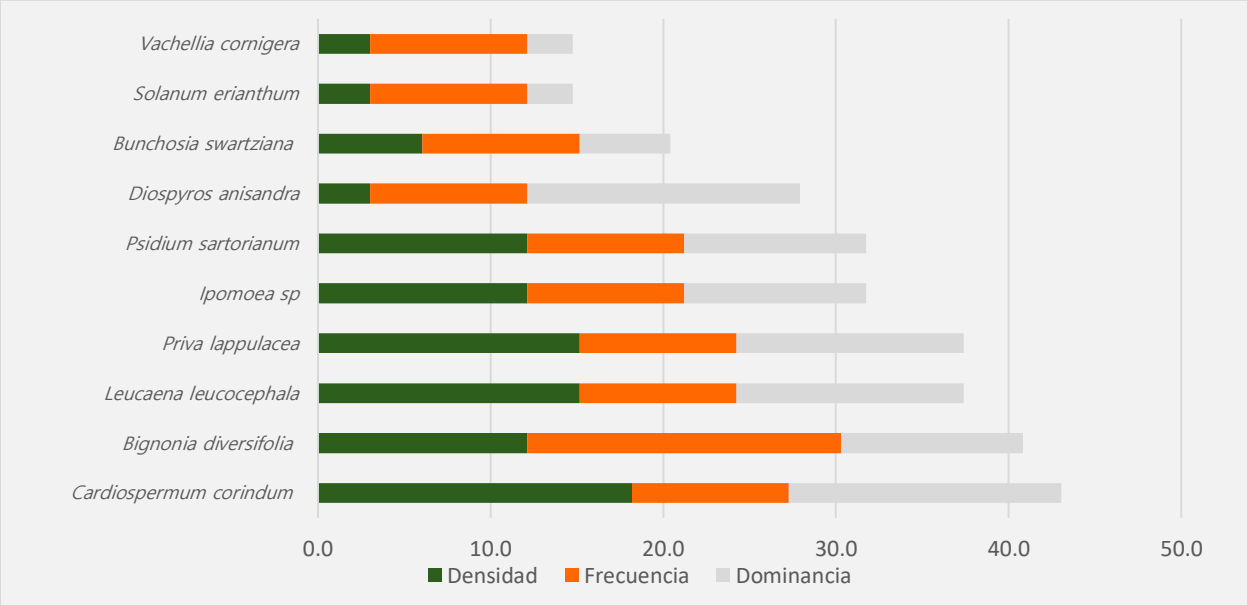


Figura IV-53 índice de valor de importancia del estrato herbáceo de la selva medina subcaducifolia en el AP.

➢ Vegetación inducida

Dentro del Área de Proyecto se identificaron zonas con vegetación inducida, aquí se levantaron 9 sitios de muestreo, que equivalen a un área de 3 600 m^2, donde se registraron 1 140 individuos y se determinaron 60 especies en 4 estratos.

En la vegetación inducida se considera la agrupación de comunidades vegetales que son favorecidas al interrumpirse el proceso natural de sucesión vegetal debido a las actividades humanas o bien a circunstancias especiales que favorecen su aparición. A continuación, se presenta el análisis de la vegetación.

- ✓ Abundancia e IVI del estrato arbóreo de la vegetación inducida en el Área de Proyecto

En el estrato arbóreo se registraron 9 individuos de 5 especies diferentes, 4 individuos de los 9 fueron de *Pouteria sapota* (mamey), especie plantada en las áreas de huertos frutales. En la siguiente tabla se presentan los datos de abundancia, densidad, frecuencia, cobertura e IVI.

Tabla IV-25 Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI de las especies arbóreas de la vegetación inducida dentro del AP.

Arbóreo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Pouteria sapota	4	0.0011	44.44	0.111	20.00	0.054	59.27	123.72
Vitex gaumeri	1	0.0003	11.11	0.111	20.00	0.031	34.21	65.32
Piscidia piscipula	2	0.0006	22.22	0.111	20.00	0.002	2.41	44.63
Guazuma ulmifolia	1	0.0003	11.11	0.111	20.00	0.003	2.91	34.02
Citrus × aurantium	1	0.0003	11.11	0.111	20.00	0.001	1.20	32.31

En el siguiente gráfico se representan los valores de IVI de las especies arbóreas registradas dentro de la vegetación inducida en el Área de Proyecto, la especie con el IVI más alto fue *Pouteria sapota* con un valor de 123.72.

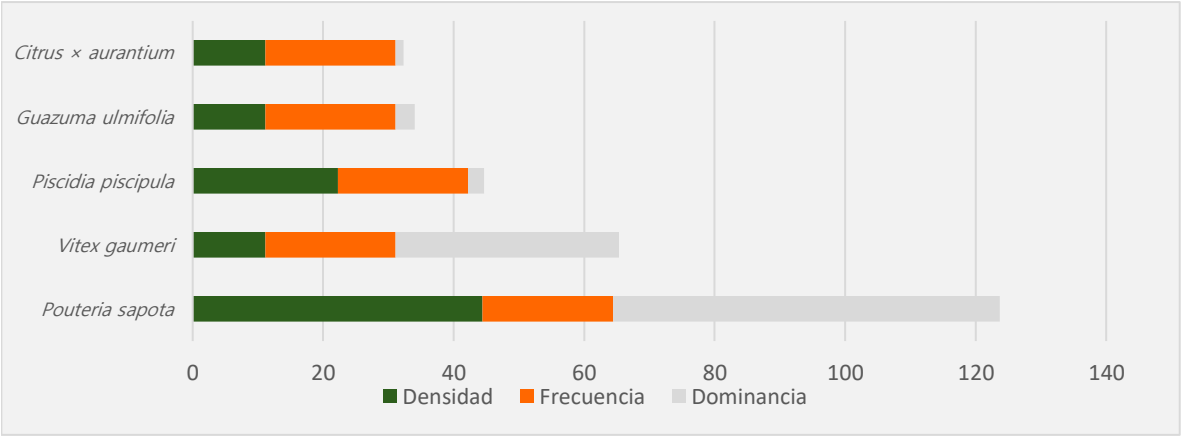


Figura IV-54 Índice de valor de importancia de las especies del estrato arbóreo de la vegetación inducida en el AP.

- ✓ Abundancia e IVI del estrato de Cactáceas, agaves y palmas en la vegetación inducida en el Área de Proyecto

Para el estrato de cactáceas, agaves y palmas en la vegetación inducida no se registraron individuos en los 9 sitios levantados en el Área de Proyecto.

- ✓ Abundancia e IVI del estrato Arbustivo en la vegetación inducida en el Área de Proyecto

En el estrato arbustivo de la vegetación inducida en el Área de Proyecto se identificaron 49 especies. Las especies más abundantes fueron: *Croton chichenensis* con 142 individuos, *Bauhinia divaricata* con 89 individuos seguido de *Randia obcordata* con 64 y finalmente *Diospyros tetrasperma* con 47 individuos, estas 4 especies representaron el 50.89% del total de individuos registrados en el estrato arbustivo. En la siguiente tabla se muestran los valores de abundancia, densidad, frecuencia, dominancia e IVI.

Tabla IV-26 Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo en la vegetación inducida en el AP.

Arbustivo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Abutilon permolle	4	0.004	0.6	0.22	2.0000	0.0001	0.0646	2.66
Acrocomia aculeata	1	0.001	0.1	0.11	1.0000	0.0000	0.0313	1.18
Alvaradoa amorphoides	1	0.001	0.1	0.11	1.0000	0.0016	1.4262	2.58
Bauhinia divaricata	89	0.099	13.2	0.67	6.0000	0.0080	7.1356	26.38
Bunchosia swartziana	22	0.024	3.3	0.11	1.0000	0.0005	0.4441	4.72
Bursera simaruba	13	0.014	1.9	0.22	2.0000	0.0011	0.9787	4.91
Calea urticifolia	3	0.003	0.4	0.11	1.0000	0.0000	0.0313	1.48
Casearia thamnia	6	0.007	0.9	0.11	1.0000	0.0011	1.0017	2.89
Cedrela odorata	5	0.006	0.7	0.22	2.0000	0.0003	0.2724	3.02
Chrysophyllum mexicanum	2	0.002	0.3	0.22	2.0000	0.0005	0.4324	2.73
Cnidoscolus acotinifolius	6	0.007	0.9	0.22	2.0000	0.0023	2.0523	4.95
Colubrina yucatanensis	10	0.011	1.5	0.22	2.0000	0.0066	5.9104	9.40
Croton chichenensis	142	0.158	21.1	0.67	6.0000	0.0026	2.2895	29.42

Arbustivo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Croton reflexifolius	16	0.018	2.4	0.33	3.0000	0.0002	0.2054	5.59
Dalbergia glabra	7	0.008	1.0	0.22	2.0000	0.0068	6.1138	9.16
Diospyros anisandra	1	0.001	0.1	0.11	1.0000	0.0004	0.3306	1.48
Diospyros tetrasperma	47	0.052	7.0	0.56	5.0000	0.0047	4.2543	16.25
Diospyros vera-crucis	5	0.006	0.7	0.11	1.0000	0.0018	1.6062	3.35
Diospyros yatesiana	5	0.006	0.7	0.33	3.0000	0.0004	0.3213	4.07
Duranta erecta	2	0.002	0.3	0.11	1.0000	0.0002	0.1956	1.49
Enterolobium cyclocarpum	1	0.001	0.1	0.11	1.0000	0.0002	0.1956	1.34
Eugenia axillaris	12	0.013	1.8	0.22	2.0000	0.0014	1.2702	5.06
Guettarda combsii	10	0.011	1.5	0.11	1.0000	0.0008	0.7356	3.22
Hamelia patens	5	0.006	0.7	0.11	1.0000	0.0035	3.1582	4.90
Havardia albicans	3	0.003	0.4	0.22	2.0000	0.0010	0.8726	3.32
Hybanthus yucatanensis	19	0.021	2.8	0.33	3.0000	0.0015	1.3891	7.22
Lantana camara	8	0.009	1.2	0.11	1.0000	0.0017	1.5338	3.72
Leucaena leucocephala	5	0.006	0.7	0.22	2.0000	0.0002	0.1565	2.90
Lonchocarpus rugosus	11	0.012	1.6	0.44	4.0000	0.0115	10.3476	15.98
Mimosa pigra	2	0.002	0.3	0.22	2.0000	0.0006	0.5674	2.86
Mosannona depressa	6	0.007	0.9	0.11	1.0000	0.0014	1.2521	3.14
Neea psychotrioides	3	0.003	0.4	0.11	1.0000	0.0001	0.0959	1.54
Neomillspaughia emarginata	11	0.012	1.6	0.11	1.0000	0.0001	0.0626	2.70
Petrea volubilis	1	0.001	0.1	0.11	1.0000	0.0000	0.0313	1.18
Piper auritum	1	0.001	0.1	0.11	1.0000	0.0006	0.5008	1.65
Piscidia piscipula	6	0.007	0.9	0.22	2.0000	0.0041	3.6903	6.58
Pisonia aculeata	16	0.018	2.4	0.56	5.0000	0.0228	20.4877	27.87
Pithecellobium dulce	11	0.012	1.6	0.33	3.0000	0.0093	8.3109	12.95
Psidium sartorianum	3	0.003	0.4	0.22	2.0000	0.0008	0.6828	3.13
Randia longiloba	4	0.004	0.6	0.22	2.0000	0.0002	0.2079	2.80
Randia monantha	3	0.003	0.4	0.11	1.0000	0.0013	1.1269	2.57
Randia obcordata	64	0.071	9.5	0.44	4.0000	0.0022	1.9569	15.48
Rivina humilis	6	0.007	0.9	0.11	1.0000	0.0001	0.0827	1.98
Semialarium mexicanum	13	0.014	1.9	0.22	2.0000	0.0007	0.6026	4.54
Sida acuta	18	0.020	2.7	0.22	2.0000	0.0002	0.1883	4.87

Arbustivo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Solanum erianthum	1	0.001	0.1	0.11	1.0000	0.0011	0.9469	2.10
Thevetia ahouai	1	0.001	0.1	0.11	1.0000	0.0008	0.7063	1.86
Vachellia cornigera	6	0.007	0.9	0.22	2.0000	0.0028	2.5121	5.40
Viguiera dentata	35	0.039	5.2	0.33	3.0000	0.0014	1.2306	9.44

Las especies con el índice de valor de importancia más altos fueron *Croton chichenensis* con 29.42, *Pisonia aculeata* con 27.87 y *Bauhinia divaricata* con 26.38, el grupo restante de especies presentaron valores inferiores a 20. En el siguiente gráfico se muestran los datos de IVI del estrato arbustivo.

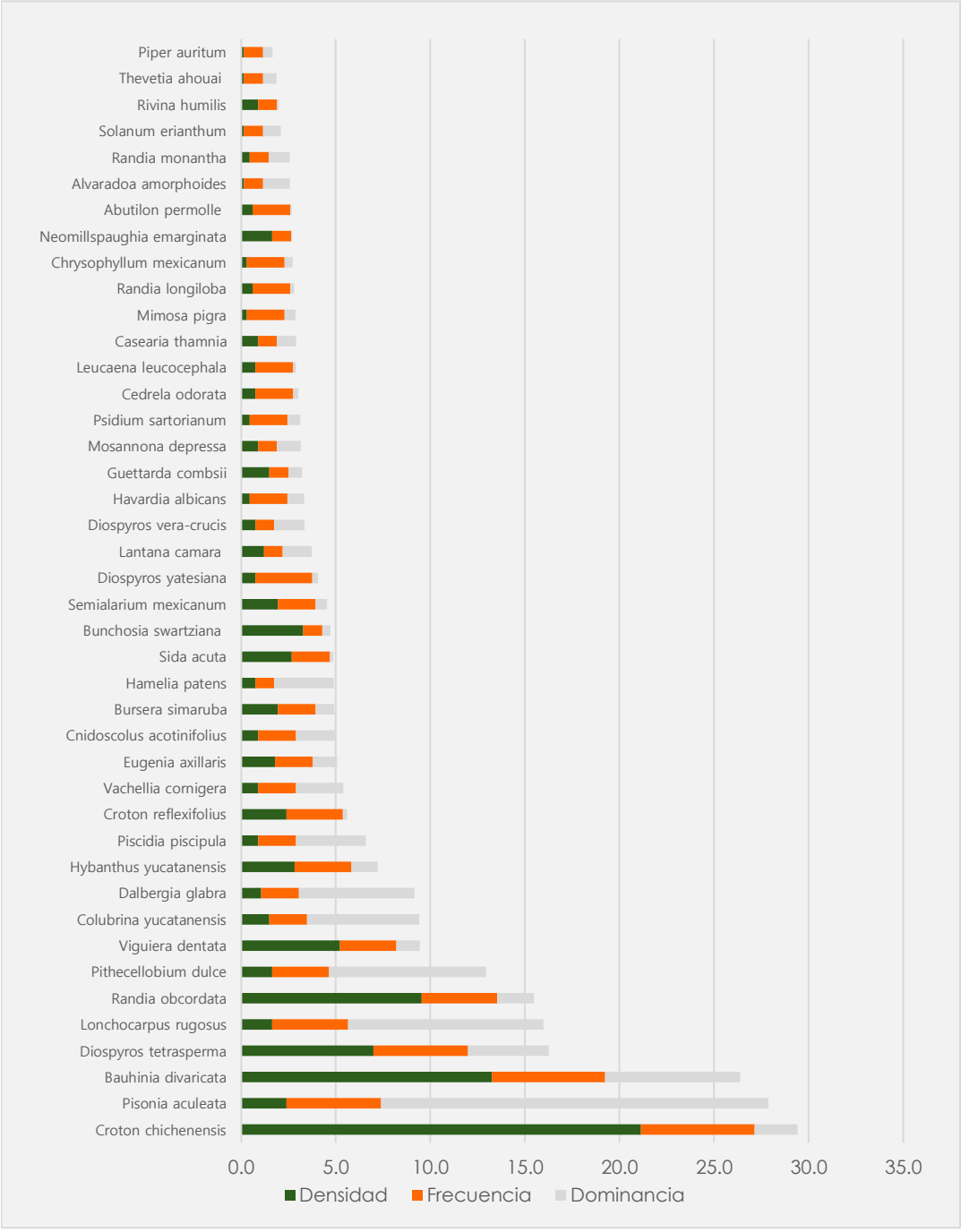


Figura IV-55 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de la vegetación inducida en el AP.

- ✓ Abundancia e IVI del estrato Herbáceo en la vegetación inducida en el Área de Proyecto

En el estrato herbáceo de la vegetación inducida en el Área de Proyecto se identificaron 11 especies, entre las cuales la más abundante fue *Panicum maximum* con 410 individuos. La dominancia de este pasto hace constatar que el Área de Proyecto cuenta con una extensa zona de pastizal inducido. En la siguiente tabla se enlistan los valores de abundancia, densidad, frecuencia, dominancia e IVI.

Tabla IV-27 Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo de la vegetación inducida del AP.

Herbáceo								
Especie	Abundancia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Panicum maximum	410	45.556	89.3	0.7	26.1	0.389	82.7	198.15
Croton chichenensis	8	0.889	1.7	0.6	21.7	0.022	4.7	28.21
Tragia yucatanensis	6	0.667	1.3	0.2	8.7	0.017	3.5	13.55
Pennisetum purpureum	20	2.222	4.4	0.1	4.3	0.022	4.7	13.43
Bauhinia divaricata	4	0.444	0.9	0.2	8.7	0.006	1.2	10.75
Ruellia nudiflora	2	0.222	0.4	0.2	8.7	0.003	0.7	9.84
Neomillspaughia emarginata	5	0.556	1.1	0.1	4.3	0.006	1.2	6.62
Guettarda combsii	1	0.111	0.2	0.1	4.3	0.002	0.5	5.04
Apocynaceae sp	1	0.111	0.2	0.1	4.3	0.001	0.2	4.80
Mimosa pudica	1	0.111	0.2	0.1	4.3	0.001	0.2	4.80
Vachellia pennatula	1	0.111	0.2	0.1	4.3	0.001	0.2	4.80

En este caso, el índice de valor de importancia de *Panicum maximum* presentó un valor de 198.15, especie que cubre grandes áreas en poco tiempo por su rápido crecimiento.

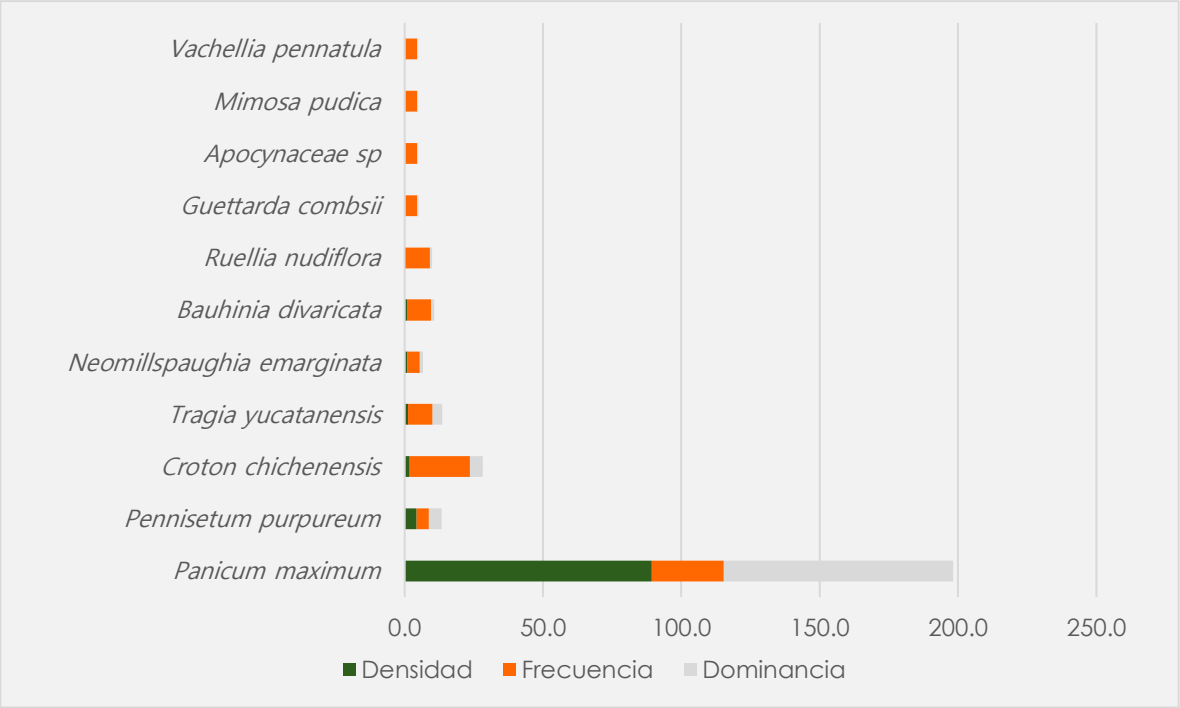


Figura IV-56 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo en la vegetación inducida en el AP.

IV.2.2.1.4.4.5 Índice de Diversidad de Shannon (H') y Equidad de Pielou (J') en el Área de Proyecto

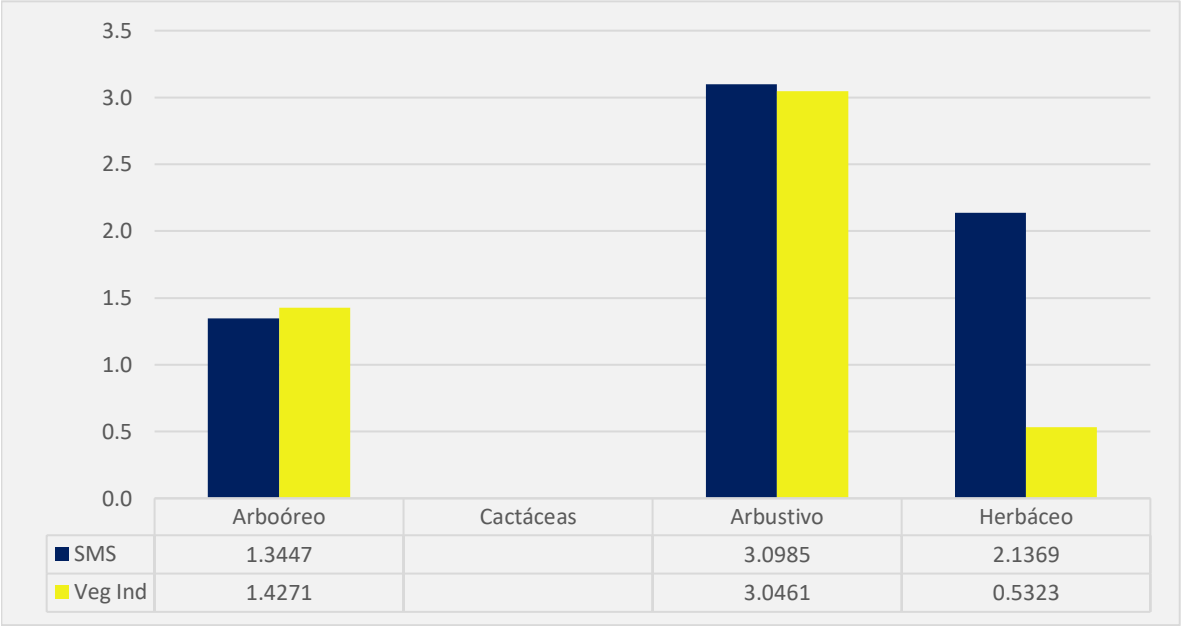
- **Índice de Diversidad de Shannon (H')**

En la siguiente gráfica se presenta el valor de diversidad de Shannon en los diferentes tipos de vegetación presentes en el Área de Proyecto. El valor del índice de Shannon fue en la selva mediana subcaducifolia para el estrato arbóreo de 1.3447, el arbustivo de 3.0985 y el estrato de herbáceas de 2.1369. Para los diferentes estratos en la vegetación inducida, los valores fueron: arbóreo de 1.4271, estrato arbustivo 3.0461 y estrato de herbáceas 0.5323. En el Área de Proyecto no se observó el estrato de cactáceas, agaves y palmas.

A excepción del estrato arbustivo de la selva mediana subcaducifolia y vegetación inducida (3.0985 y 3.0461) que exhibieron una diversidad de moderada a alta, en general, los valores

del índice de Shannon para la vegetación del área del proyecto mostraron que la diversidad es baja, considerando que, ecosistemas conservados presentan valores superiores a 3; esto se debe a que existe una marcada dominancia de algunas especies.

En el estrato arbustivo de los diferentes tipos de vegetación se presentaron los valores de diversidad más altos, esto se explica porque los arbustos son un componente fundamental de los ecosistemas tropicales de nuestro país.



	Arbooreo	Cactáceas	Arbustivo	Herbáceo
SMS	1.3447		3.0985	2.1369
Veg Ind	1.4271		3.0461	0.5323

Figura IV-57 Índice de diversidad de Shannon (H') en los dos tipos de vegetación presentes en el Área de Proyecto.

- **Índice de Equidad de Pielou (J')**

El índice de Equidad de Pielou toma en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniforme es su distribución, considerando que el valor máximo de equidad es 1. En la vegetación de selva mediana subcaducifolia los valores de equitatividad para los estratos fueron: árboles, 0.7505; arbustos, 0.78980 y herbáceas, 0.9280. Finalmente, para la vegetación

inducida los valores fueron los siguientes: árboles, 0.8867; arbustos, 0.7827 y el estrato herbáceo, 0.2220.

La equidad en los diferentes tipos de vegetación que se presentan fue de 0.7505 a 0.9280; estos valores indican que la vegetación en el Área de Proyecto presenta cierta uniformidad en relación a las especies y sus abundancias, sin embargo, como consecuencia del impacto antropogénico que se presenta en el Área de Proyecto, el estrato herbáceo en la vegetación inducida presentó una clara dominancia de una sola especie, por lo que, tuvo un valor de 0.2220, en el siguiente gráfico se muestran los valores del índice de Pielou en los diferentes tipos de vegetación y estratos.

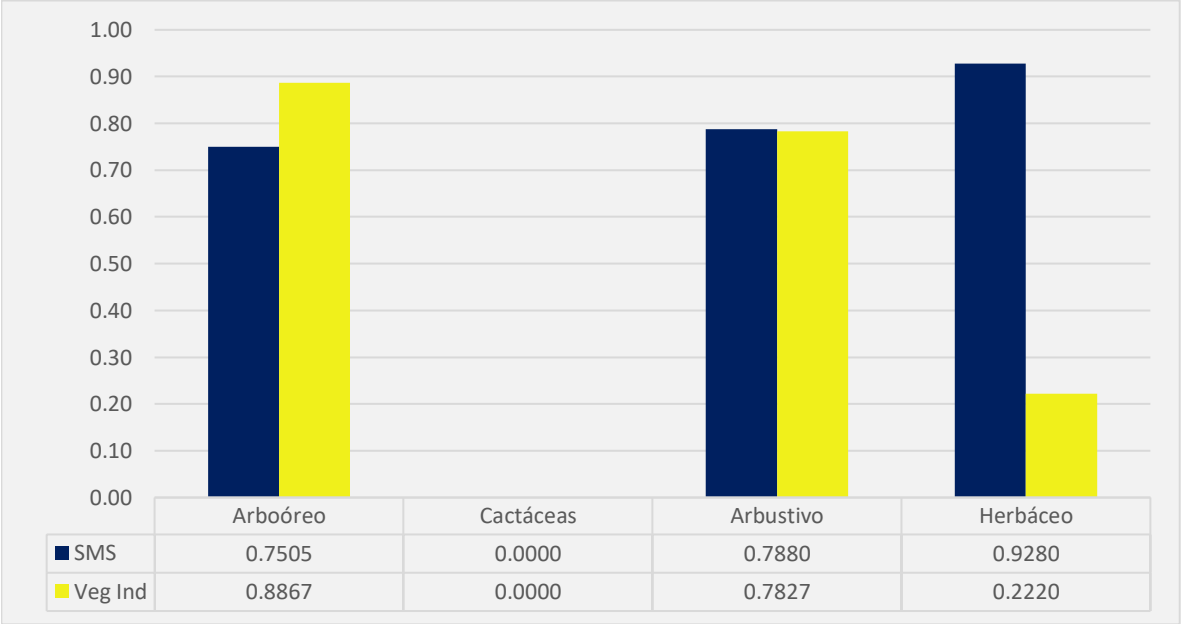


Figura IV-58 Índice de Equidad de Pielou (J') en los dos tipos de vegetación presentes en el Área del Proyecto

IV.2.2.1.4.4.6 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del Área de Proyecto

Después de realizar muestreos, recorridos e identificación de las especies de flora en el Área de Proyecto únicamente se registraron arbustos de ***Cedrela odorata***, una especie **Sujeta a Protección Especial** dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-28 Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Sitio	Número de individuos	Tipo de vegetación	Estrato	Nombre cientifico	Nombre común
AP 05	2	Vegetación inducida	Arbustivo	*Cedrela odorata*	Cedro rojo
AP 11	3	Vegetación inducida	Arbustivo	*Cedrela odorata*	Cedro rojo

Cedrela odorata L. (Meliaceae), especie conocida como cedro rojo, es una de las principales riquezas de los bosques mesoamericanos. En la república mexicana se distribuye de forma natural en las vertientes del Golfo de México y del Pacífico; así como en Centro, Sudamérica y las islas del Caribe. El interés en este taxon se debe a las cualidades de su madera: como la alta durabilidad, color, jaspeado y aroma; por lo que, se utiliza para la fabricación de muebles finos, instrumentos musicales, artesanías, elaboración de cajas de tabaco, además de tener usos medicinales y aportar servicios ambientales. Por su relevancia económica se ha introducido en África, el sudeste asiático y al noreste de Australia, ya que es la segunda especie arbórea tropical más comercializada del mundo, después de la caoba (*Swietenia macrophylla* King).

En consecuencia, el cedro rojo se ha sobreexplotado sin planes adecuados de manejo, lo que ha ocasionado el decremento y fragmentación de sus poblaciones naturales con la consiguiente restricción de flujo de genes entre las poblaciones. Además del daño antropogénico, presenta problemas de regeneración natural; pérdida rápida de viabilidad de las semillas; lento crecimiento, ya que tarda alrededor de 40 años en alcanzar la talla para su

aprovechamiento maderable; y el ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller (barrenador de las meliáceas).

Por lo anterior, *C. odorata* se incluye en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) como especie vulnerable (IUCN, 2017), y en la lista de especies protegidas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES). En México, está catalogada como Sujeta a Protección Especial en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT 2010 (Semarnat, 2010); sin embargo, se ha planteado que no cumple con los estándares establecidos que justifiquen su permanencia en dicha disposición[1], pero deberá ser considerada como una especie protegida por la normativa ambiental aplicable.

Considerando lo mencionado anteriormente se puede concluir que los individuos de *Cedrela odorata* han sido introducidos de manera intencionada en el sitio por los mismos pobladores ya que esta especie no es característica del tipo de vegetación que se reporta en el área del proyecto, por lo que si bien es una especie que requiere protección por su estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, su remoción no ocasionará efectos adversos en el ecosistema y por ende bastará la aplicación de medidas de protección y mitigación oportunas para el resguardo y reubicación de los ejemplares que se logren ubicar.

IV.2.2.1.4.4.7 Estatus de Origen

El estatus de origen se refiere a la distribución de las especies, donde se pueden clasificar como especies Endémicas, Nativas, Exóticas y Exótica-Invasora. Dentro del Área de Proyecto, se registraron 87 especies de las cuales 78 son nativas, 6 son endémica/nativa, 2 especies introducidas (*P. máximum* y *P. purpureum*) y 1 especie exótica (*Citrus* × *aurantium*). El gran

[1] Gálvez López, Lorena, Vallejo Reyna, Miguel Ángel, Méndez Espinoza, Claudia, & López Upton, Javier. (2020). Cedrela odorata L.: oportunidades para su conservación y mejoramiento genético. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 11(58), 4-25.

número de especies nativas y endémicas que se registraron sugiere que la zona que compone el Área de Proyecto tiene una composición de especies representativas de la Región de la Península de Yucatán. No obstante, la presencia de pastos introducidos y su dominancia entre las herbáceas exhiben la perturbación que prevalece en el Área del Proyecto como resultado de la remoción de la cubierta vegetal para el cultivo de estas gramíneas y su uso como forraje animal.

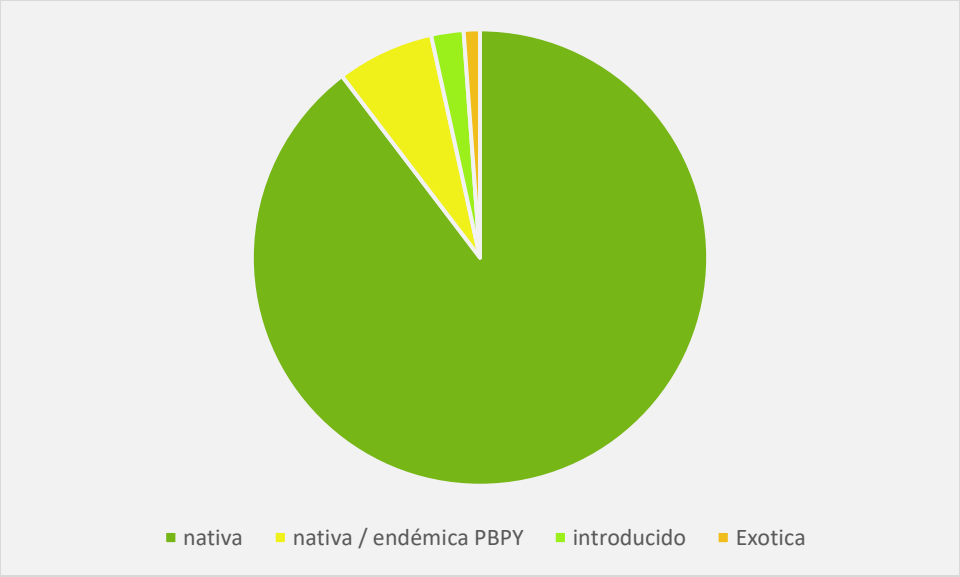


Figura IV-59 Estatus de Origen de las especies presentes en el Área de Proyecto

IV.2.2.1.4.5 Conclusión de la caracterización de la vegetación del Sistema Ambiental Regional y el Área de Proyecto

IV.2.2.1.4.5.1 Sistema Ambiental Regional (SAR)

- De acuerdo con el trabajo realizado para la caracterización de la flora en el Sistema Ambiental Regional, el tipo de vegetación que se identificó fue **selva mediana subcaducifolia.**
- En el Sistema Ambiental Regional se realizaron 13 sitios de muestreo, en donde se identificaron 130 especies pertenecientes a 36 familias taxonómicas. Las familias mejor representadas fueron: Fabaceae con 26 especies, Rubiaceae con 11 y Euphorbiaceae con 7.
- Realizado el análisis del esfuerzo de muestreo, los estimadores que mejor describieron el comportamiento de la riqueza en el SAR, tanto de incidencia como de abundancia, fueron: Bootstrap con una riqueza estimada de 156.79 y Chao 1 con una riqueza estimada de 157.18 especies. De acuerdo a lo anterior, el porcentaje de completitud para el estimador de incidencia de Bootstrap fue de 82.91%, mientras que el estimador de abundancia de Chao 1 fue de 82.71%.
- Los valores del índice de Shannon para el estrato arbóreo registraron un total de 42 especies, el valor del índice de Shannon fue de 3.1032, un valor que representa una diversidad de especies media, lo cual refleja que es un ecosistema con un moderado grado de conservación. En el estrato de cactáceas, agaves y palmas se registraron 6 especies diferentes con un valor del índice de Shannon de 1.0591, lo cual representa una diversidad baja. En el estrato arbustivo se registraron 102 especies, con un valor del índice de Shannon de 3.8079, lo que representa un valor de diversidad alto. Finalmente, para el estrato de herbáceas se registraron 45 especies, una diversidad que se considera baja y su valor fue de 1.7097.
- No se registraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la vegetación de selva mediana subcaducifolia en el Sistema Ambiental Regional.

- Dentro del área del SAR, se registraron 130 especies de las cuales, 121 son nativas y 9 nativas /endémicas, aunque el Sistema Ambiental Regional se encuentra en constante presión por las actividades antropogénicas, la estructura de la vegetación se compone de especies nativas y endémicas.

IV.2.2.1.4.5.2 Área de Proyecto

- Se identificó que, dentro del Área de Proyecto la vegetación inducida (pastizal inducido, agricultura de temporal y agricultura de riego permanente) es la que ocupa una mayor superficie, acompañada por vegetación de selva mediana subcaducifolia en áreas más reducidas.
- Para el análisis de la flora en el Área de Proyecto se realizaron 13 sitios de muestreo en donde se identificaron 87 especies pertenecientes a 34 familias taxonómicas. Las familias mejor representadas fueron: Fabaceae con 19 especies, Euphorbiaceae con 8 especies y Rubiaceae con 6 especies.
- Los estimadores para determinar el esfuerzo de muestreo que mejor se ajustaron a los datos, tanto de incidencia como de abundancia, aproximaron una riqueza global esperada de 103.23 en el estimador de Bootstrap y 103.77 para el estimador de ACE; de acuerdo con lo anterior, el porcentaje de completitud fue, para esos mismos estimadores, entre el 84.28% (Bootstrap) y 83.84% (ACE).
- Los valores del índice de Shannon en la selva mediana subcaducifolia para el estrato arbóreo fueron de 1.3447, el arbustivo de 3.0985 y el estrato de herbáceas de 2.1369. Para los diferentes estratos en la vegetación inducida, los valores fueron: arbóreo de 1.4271, estrato arbustivo 3.0461 y estrato de herbáceas 0.5323. En el Área de Proyecto no se presentó un estrato de cactáceas, agaves y palmas. A excepción del estrato arbustivo de la selva mediana subcaducifolia y vegetación inducida (3.0985 y 3.0461) que presentaron una diversidad de moderada a alta, en general, los valores del índice de Shannon para la vegetación del Área de Proyecto mostraron una baja diversidad, comparado con

ecosistemas conservados que presentan valores superiores a 3, esto se debe a una marcada dominancia de algunas especies.

- Se registró una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la vegetación inducida en el Área de Proyecto, se trata de *Cedrela odorata* catalogada como Especie Sujeta a Protección Especial (Pr).
- Dentro del Área de Proyecto, se registraron 87 especies de las cuales 78 son nativas, 6 son endémica/nativa, 2 especies introducidas y 1 especie exótica. El gran número de especies nativas y endémicas que se registraron sugiere que la zona que compone el Área de Proyecto tiene una composición de especies representativas de la Región de la Península de Yucatán. La presencia de pastos introducidos y su dominancia también expone el grado de perturbación que existe en esta área.

IV.2.2.2 Fauna

En este apartado se presentan los resultados obtenidos del estudio faunístico realizado en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y en el Área del Proyecto (AP; en la cual se incluye la línea de transmisión) delimitados para el proyecto "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin", que consistió: de una visita al sitio cuya duración fue del 22 al 30 de julio de 2022 y en la cual se empleó un diseño de muestreo específico para cada uno de los grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos); así como, en la elaboración de un listado potencial de los mismos grupos para la zona.

IV.2.2.2.1 Metodología

IV.2.2.2.1.1 Listado potencial de especies de fauna

Para cada grupo (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se elaboró un listado bibliográfico de las especies con distribución potencial en el área de estudio. Para su elaboración se

consultaron las siguientes fuentes: Naturalista2, eBird3 y GBIF4 (Global Biodiversity Information Facility). Asimismo, se comparó y complementó el listado con estudios faunísticos estatales (Díaz-Gamboa et al., 2020; MacKinnon, 2013; Reid, 1997). La información recabada corresponde al orden, familia, especie, nombre común en español, estatus de protección, endemismo y estatus de residencia. En el **Anexo IV_05_Listado de Fauna Potencial PFV Energías Renovables Kiin**, se encuentra la información completa.

IV.2.2.2.1.2 Diseño de Muestreo

Los métodos a continuación descritos fueron desarrollados con el objetivo de caracterizar la fauna silvestre presente en la zona del desarrollo "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" del 22 al 30 de julio del 2022. Podemos encontrar más detalles del diseño de campo en el **Anexo IV_06_KMZ Diseño Muestreo de Fauna PFV Energías Renovables Kiin**, las coordenadas de todos los sitios de muestreo se registran en el **Anexo IV:07_Coordenadas Sitios de Muestreo PFV Energías Renovables Kiin**.

IV.2.2.2.1.2.1 Herpetofauna

El registro de la herpetofauna (anfibios y reptiles) se llevó a cabo mediante el método de búsqueda intensiva en 20 transectos de 250 metros de largo y cinco metros de ancho, distribuidos diez en el AP y diez en el SAR del proyecto.

La búsqueda intensiva, consiste en revisar los sitios de refugio como la vegetación, rocas, troncos y hojarasca que se encuentren dentro del ancho de banda establecido. La manipulación se realizó (solamente en caso de ser necesaria) con ayuda de gancho herpetológico y guantes, sin embargo, la mayoría de los individuos fueron identificados y

[2] https://www.naturalista.mx/
[3] https://ebird.org/explore
[4] https://www.gbif.org/

fotografiados *in situ*. La identificación de los individuos se realizó con ayuda de guías de campo especializadas como Campbell, 1998; Lee, 2000; Diaz-Gamboa et al., 2021.

Los transectos fueron realizados a media mañana (9:00 am) para el registro de las especies diurnas y replicados al anochecer (7:00 pm) para el registro de las especies nocturnas. Para cada registro se obtuvo: especie, número de individuos y coordenadas.

Adicionalmente, con el objetivo de enriquecer el listado y conocer la estructura, dinámica y distribución, como parte del muestreo se realizó una búsqueda de herpetofauna en microhábitats (borde de cuerpos de agua, pozos, bebederos, etc.).

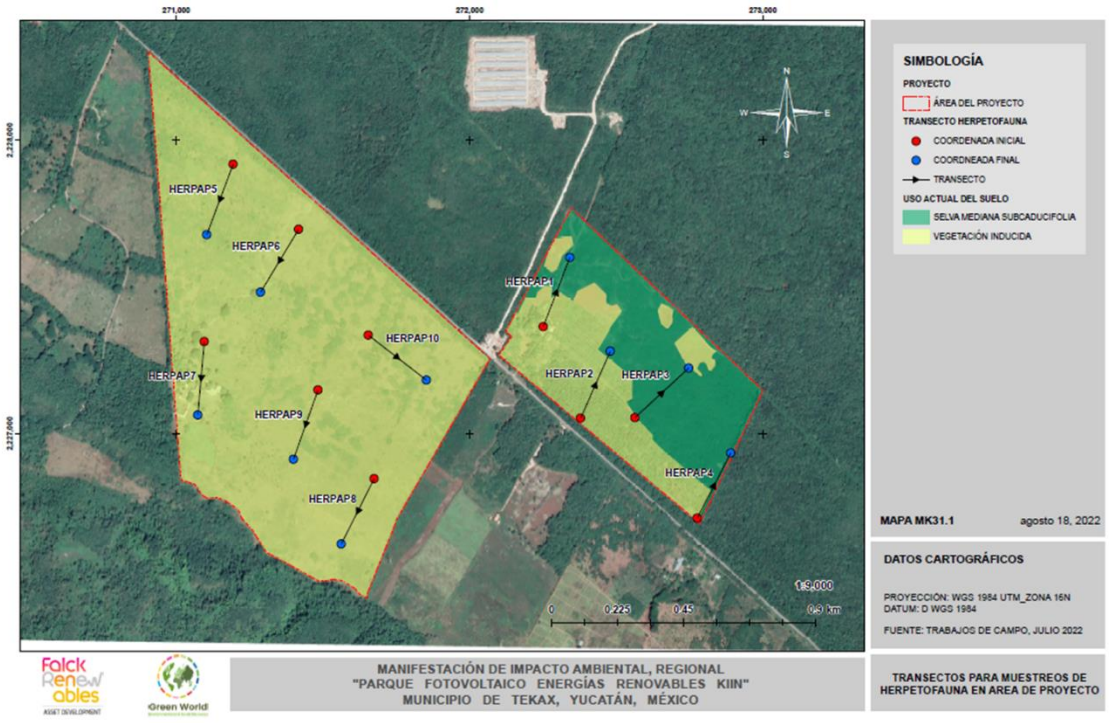


Figura IV-60 Ubicación de los transectos para el muestreo de herpetofauna en el AP.

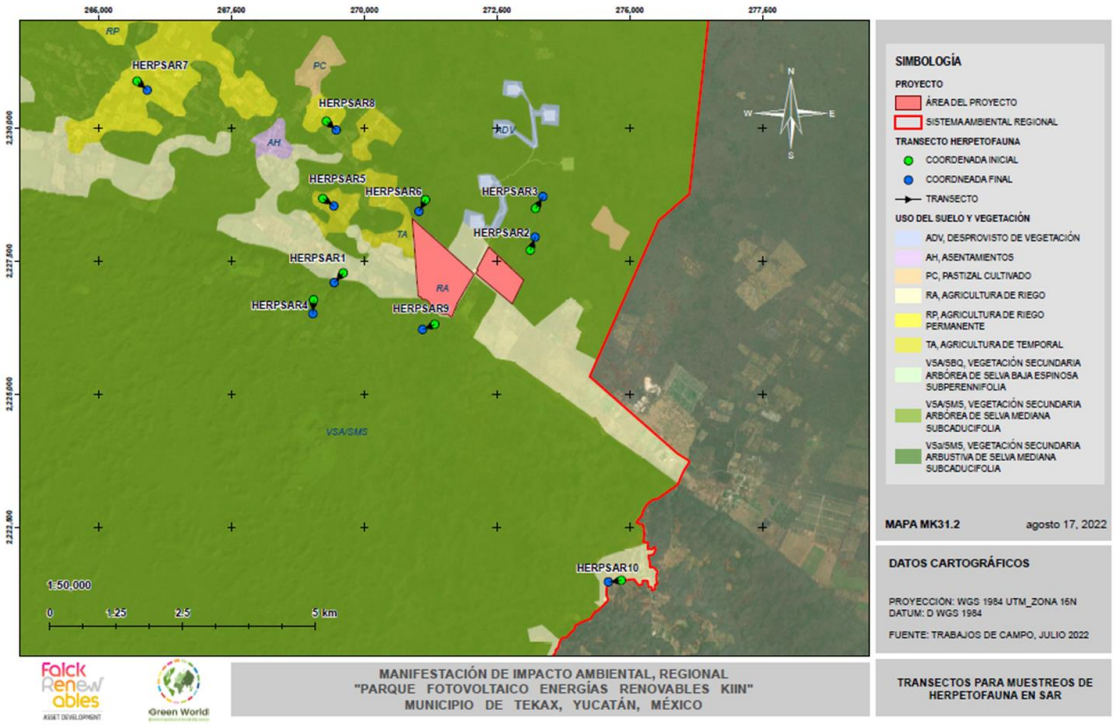


Figura IV-61 Ubicación de los transectos para el muestreo de herpetofauna en el SAR.

Tabla IV-29 Coordenadas de los transectos de muestreo para herpetofauna en el AP.

Coordenadas transectos Herpetofauna AP				
Trans	Inicio		Final	
	x	y	x	y
HERPAP1	272252	2227365	272342	2227600
HERPAP2	272379	2227053	272480	2227281
HERPAP3	272564	2227055	272748	2227224
HERPAP4	272777	2226713	272891	2226934
HERPAP5	271194	2227918	271104	2227678
HERPAP6	271417	2227696	271288	2227482
HERPAP7	271096	2227314	271074	2227064
HERPAP8	271675	2226847	271563	2226624
HERPAP9	271484	2227149	271400	2226913

Coordenadas transectos Herpetofauna AP				
Trans	Inicio		Final	
	x	y	x	y
HERPAP10	271655	2227336	271853	2227183

Tabla IV-30 Coordenadas de los transectos de muestreo para herpetofauna en el SAR.

Coordenadas transectos Herpetofauna SAR				
Trans	Inicio		Final	
	x	y	x	y
HERPSAR1	269609	2227277	269440	2227095
HERPSAR2	273131	2227702	273220	2227948
HERPSAR3	273229	2228487	273368	2228710
HERPSAR4	269047	2226774	269035	2226509
HERPSAR5	269223	2228675	269432	2228535
HERPSAR6	271156	2228651	271036	2228431
HERPSAR7	265728	2230878	265916	2230708
HERPSAR8	269289	2230125	269476	2229960
HERPSAR9	271331	2226310	271103	2226214
HERPSAR10	274844	2221503	274597	2221471



Figura IV-62 Labores de campo para el registro de la herpetofauna.



Figura IV-63 Registro fotográfico de herpetofauna.

IV.2.2.2.1.2.2 Avifauna

De acuerdo con las características de la zona de estudio, el método seleccionado para el registro de aves corresponde al conocido como "puntos de conteo"; uno de los más utilizados para estudiar la riqueza, abundancia, distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en el tiempo (Reynolds et al., 1980; Bibby et al., 1992; Ralph et al., 1996). Consiste en que un observador permanece fijo en un lugar durante un tiempo determinado y registra toda ave detectada, visual o auditivamente, en un radio previamente establecido. El observador debe acceder al punto de conteo procurando evitar la perturbación de las aves y debe comenzar a contar tan pronto como se ubique en el mismo (Chávez–León & Velázquez, 2004).

El registro de las aves se realizó mediante la implementación de 40 puntos de conteo con un radio fijo de 25 metros (distribuidos 20 en el AP y 20 en el SAR del proyecto), con ayuda de binoculares (10X42) y cámara fotográfica, anotando el nombre de la especie y su número de individuos dentro y fuera del límite definido; el tiempo de observación para cada punto fue de diez minutos. La identificación de las aves se realizó mediante la experiencia del observador y con ayuda de guías de campo especializadas (Sibley, 2009; Howell & Webb, 1995; National Geographic, 2006) y la identificación auditiva con apoyo de la aplicación Merlin Bird ID de Cornell Lab para celular. El muestreo se realizó al amanecer, procurando el horario de mayor actividad para la zona (6:30-9:30 am).

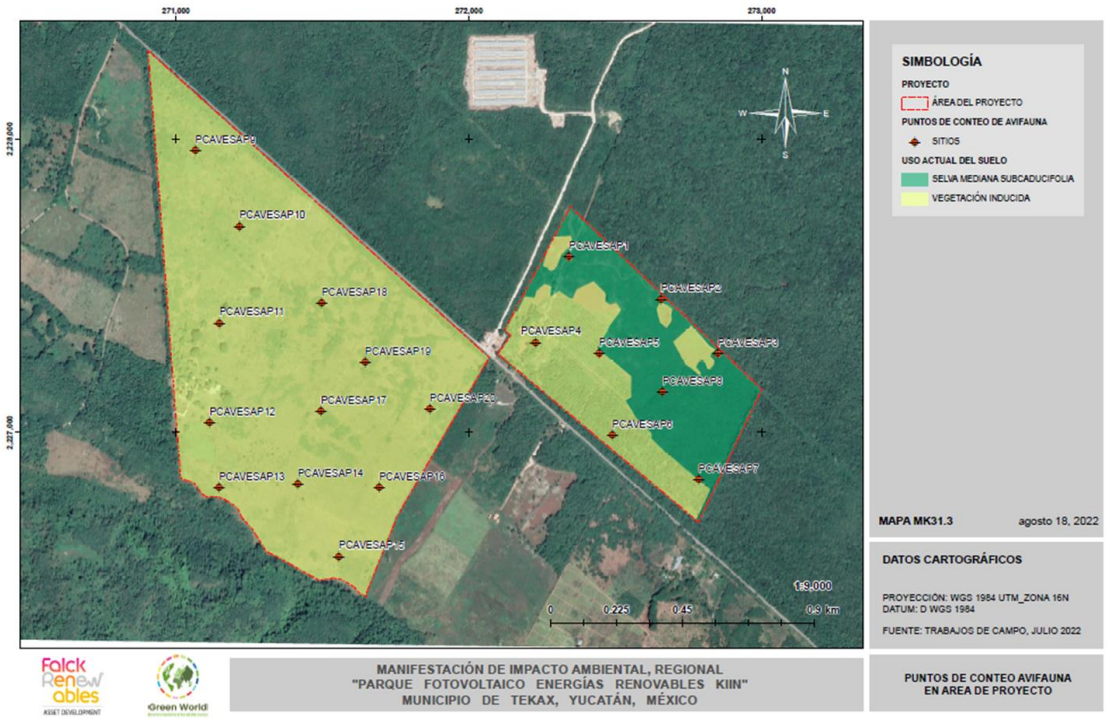


Figura IV-64 Ubicación de los puntos de conteo para el registro de avifauna en el AP.

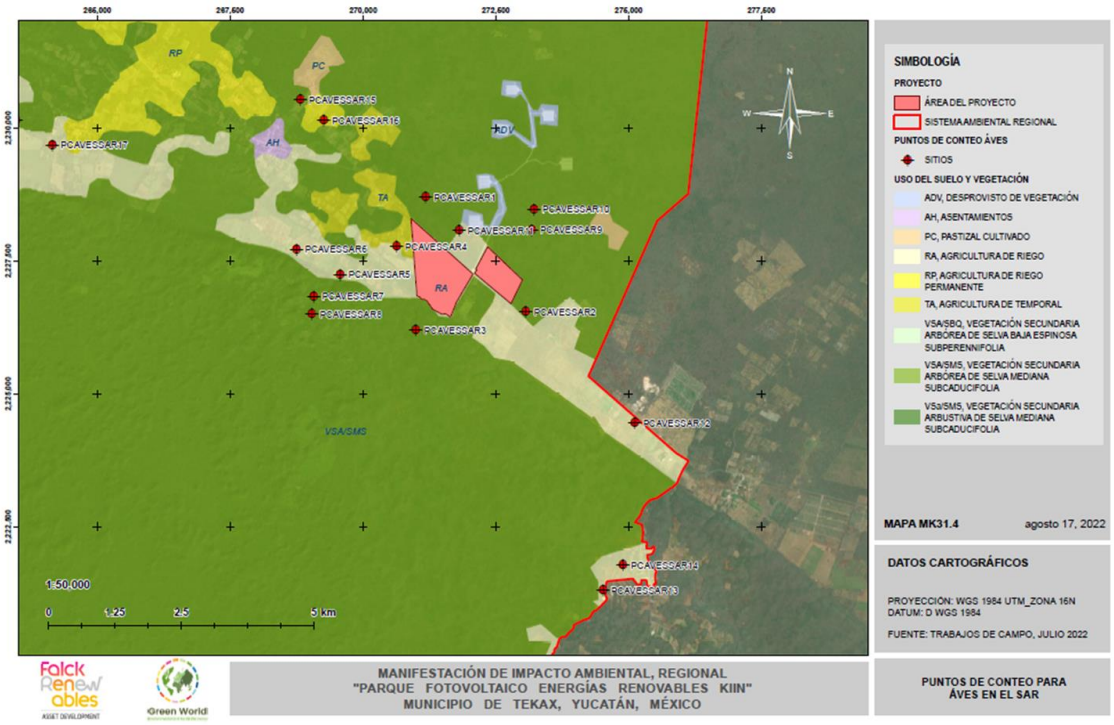


Figura IV-65 Ubicación de los puntos de conteo para el registro de avifauna en el SAR.

Tabla IV-31 Coordenadas de los puntos de conteo para el registro de la avifauna en el AP.

Punto	Puntos de conteo Aves AP	
	x	y
PCAVESAP1	272342	2227599
PCAVESAP2	272656	2227455
PCAVESAP3	272851	2227269
PCAVESAP4	272228	2227307
PCAVESAP5	272445	2227269
PCAVESAP6	272490	2226990
PCAVESAP7	272785	2226840
PCAVESAP8	272662	2227139
PCAVESAP9	271066	2227960
PCAVESAP10	271217	2227703
PCAVESAP11	271148	2227373

Punto	Puntos de conteo Aves AP	
	x	y
PCAVESAP12	271115	2227033
PCAVESAP13	271147	2226812
PCAVESAP14	271416	2226825
PCAVESAP15	271556	2226578
PCAVESAP16	271694	2226813
PCAVESAP17	271495	2227072
PCAVESAP18	271497	2227441
PCAVESAP19	271646	2227240
PCAVESAP20	271867	2227080

Tabla IV-32 Coordenadas de los puntos de conteo para el registro de la avifauna en el SAR

Punto	Puntos de conteo Aves SAR	
	x	y
PCAVESSAR1	271180	2228704
PCAVESSAR2	273062	2226546
PCAVESSAR3	270994	2226206
PCAVESSAR4	270633	2227775
PCAVESSAR5	269570	2227247
PCAVESSAR6	268750	2227719
PCAVESSAR7	269071	2226837
PCAVESSAR8	269030	2226501
PCAVESSAR9	273177	2228093
PCAVESSAR10	273217	2228473
PCAVESSAR11	271811	2228077
PCAVESSAR12	275115	2224453
PCAVESSAR13	274513	2221309
PCAVESSAR14	274889	2221778
PCAVESSAR15	268818	2230538
PCAVESSAR16	269262	2230145

Punto	Puntos de conteo Aves SAR	
	x	y
PCAVESSAR17	264153	2229687
PCAVESSAR18	263466	2230154
PCAVESSAR19	265637	2233117
PCAVESSAR20	264993	2233698

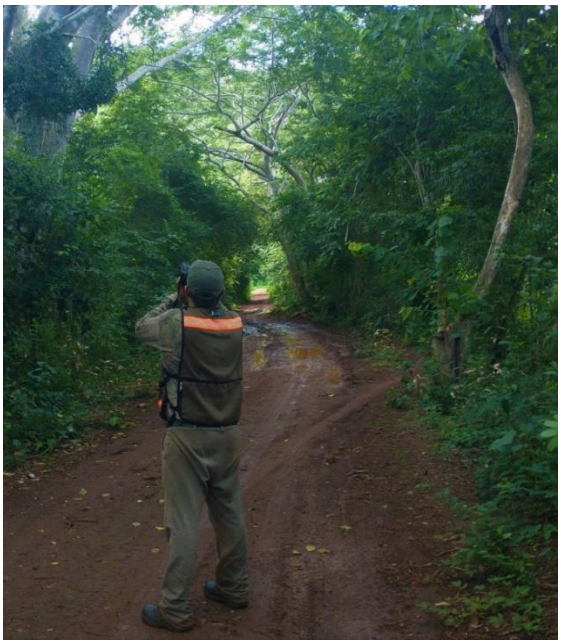


Figura IV-66 Muestreo de aves en los puntos de conteo para el registro de avifauna

IV.2.2.2.1.2.3 Mamíferos terrestres

- **Roedores**

El muestreo de roedores se realizó mediante la colocación de trampas Sherman; se establecieron 12 estaciones de trampeo, seis en el AP y seis en el SAR; cada estación estuvo conformada por cinco trampas Sherman ordenadas en cruz o de forma lineal, según lo permita

el terreno; con una separación de diez metros entre una y otra. Las trampas permanecieron activas por dos noches consecutivas en cada estación de muestreo; fueron cebadas con avena y semillas de girasol aromatizadas con vainilla.

La revisión se realizó al día siguiente de su activación y en la primera hora del amanecer para evitar afectaciones a los ejemplares capturados; los individuos colectados fueron identificados mediante guías de campo especializadas (Ceballos & Oliva, 2005), fotografiados y liberados. Adicionalmente, se registró cualquier otra especie capturada.

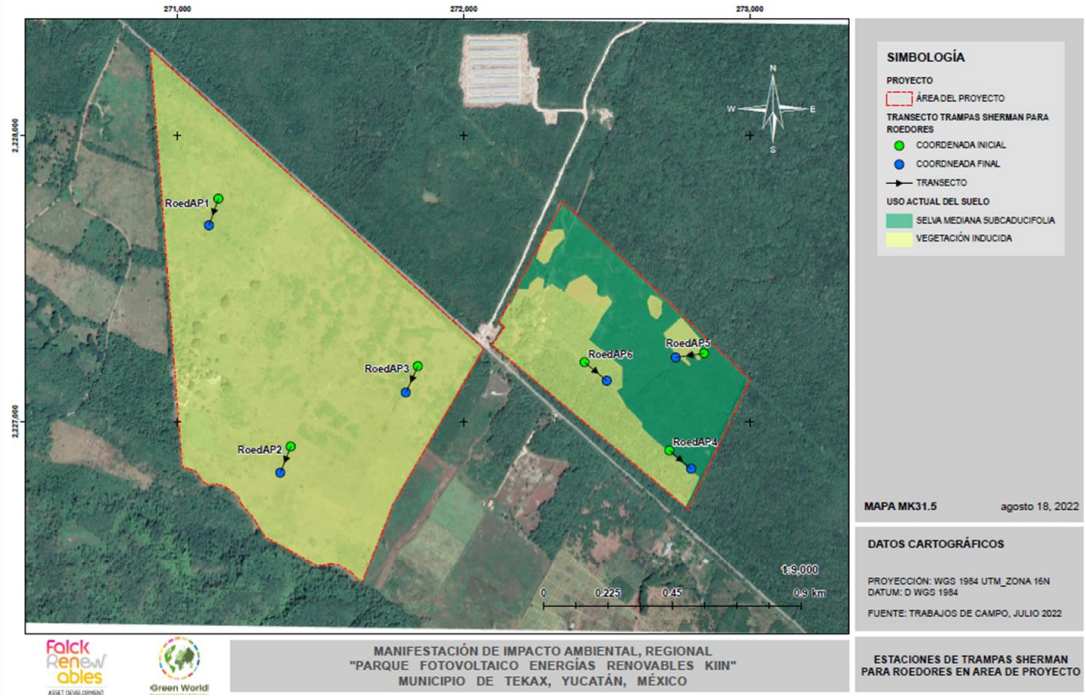


Figura IV-67 Ubicación de estaciones de trampeo Sherman para roedores en el AP.

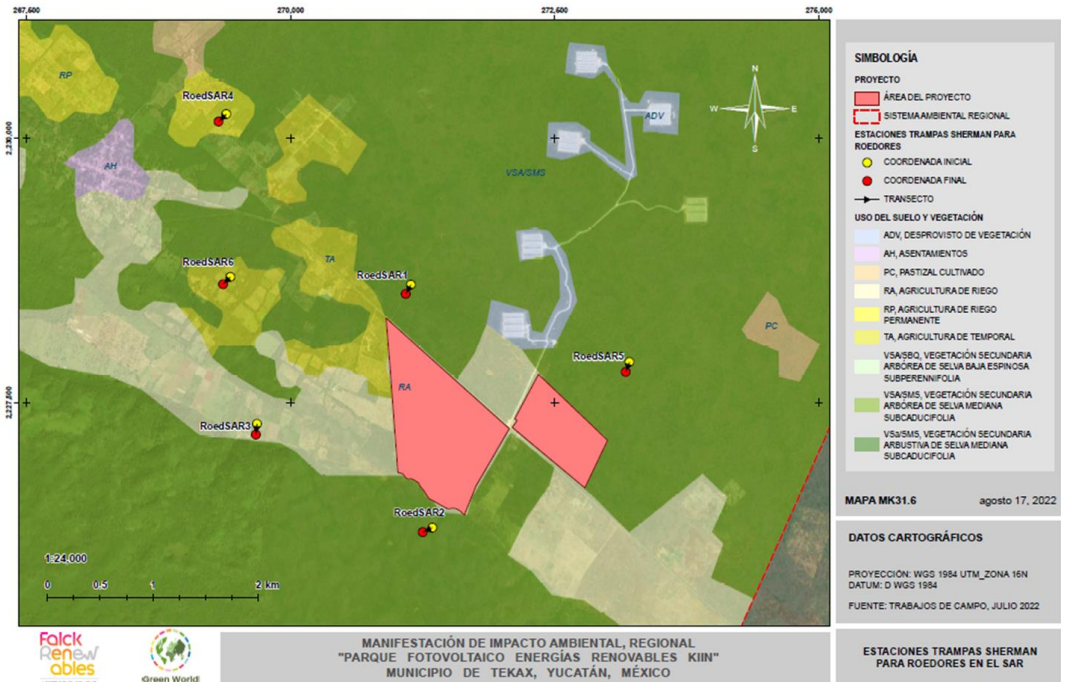


Figura IV-68 Ubicación de las estaciones de trampeo Sherman para roedores en el SAR.

Tabla IV-33 Coordenadas de las estaciones de trampeo Sherman para roedores en el AP.

Coordenadas estaciones de trampas Sherman AP				
Trans	Inicio		Final	
	x	y	x	y
RoedAP1	271142.67	2227779	271110.63	2227686.04
RoedAP2	271395.82	2226912.88	271359.77	2226821.61
RoedAP3	271840.44	2227194.09	271798.31	2227102.15
RoedAP4	272719.81	2226899.07	272795.42	2226835.12
RoedAP5	272840.56	2227239.22	272741.46	2227224.83
RoedAP6	272423.29	2227207.9	272500.8	2227143.15

Tabla IV-34 Coordenadas de las estaciones de trampeo Sherman para roedores en el SAR.

Coordenadas estaciones de trampas Sherman SAR				
Trans	Inicio		Final	
	x	y	x	y
RoedSAR1	271139.22	2228616.68	271091.21	2228529.18
RoedSAR2	271342.17	2226317.74	271252.54	2226276.69
RoedSAR3	269683.02	2227299.04	269672.82	2227198.32
RoedSAR4	269392.82	2230229.2	269319.84	2230159.41
RoedSAR5	273207.81	2227885.7	273173.36	2227791.29
RoedSAR6	269431.12	2228689.93	269361.49	2228620.24



Figura IV-69 Activación de trampas Sherman en el SAR



Figura IV-70 Manipulación y registro de roedores

Manipulación de trampas y roedores capturados.

➢ Transectos para el registro de mamíferos medianos y grandes

Para el registro de los mamíferos medianos y grandes se distribuyeron 12 transectos en banda (seis en el AP y seis en el SAR), de 500 metros de longitud y 10 metros de ancho (cinco a cada lado). Se realizaron exclusivamente transectos diurnos, registrando avistamientos directos y rastros indirectos: huellas, excretas, rascaderos, huesos, cadáveres, madrigueras, etc. Durante las actividades se obtuvo un registro fotográfico de los rastros, excretas y huellas cuyo estado permitiera su identificación.

La identificación de huellas y rastros se realizó con ayuda de guías específicas (Ceballos & Miranda 2000; Reid 2009; Aranda, 2012).

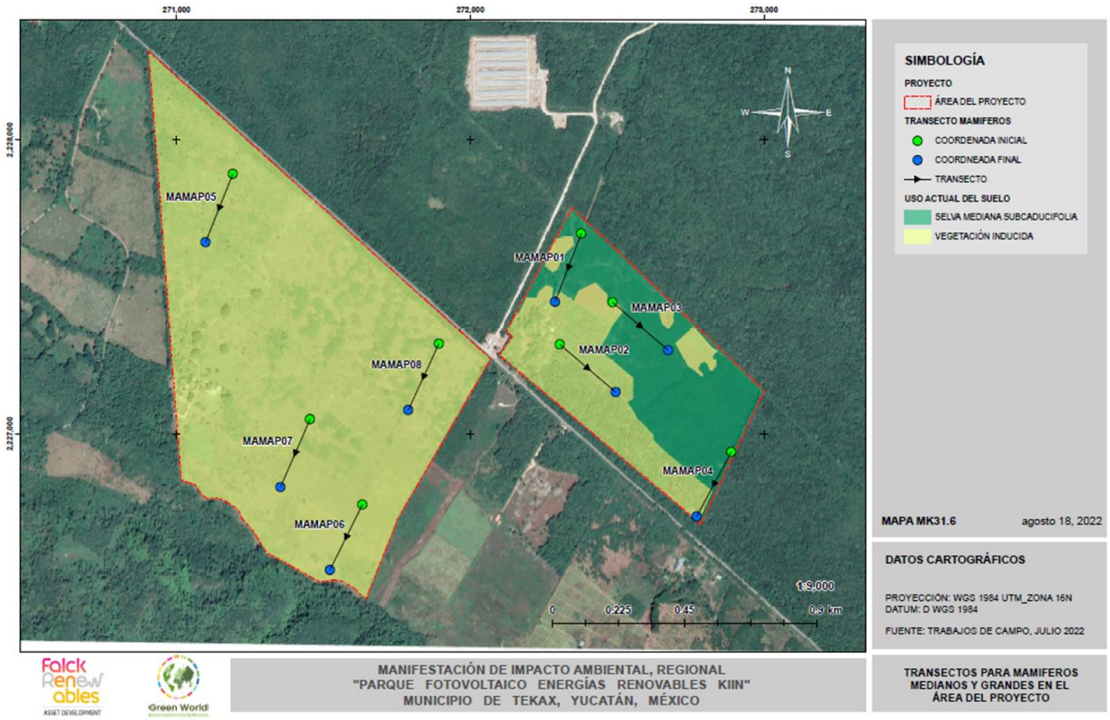


Figura IV-71 Ubicación de los transectos para el registro de los mamíferos medianos y grandes del AP

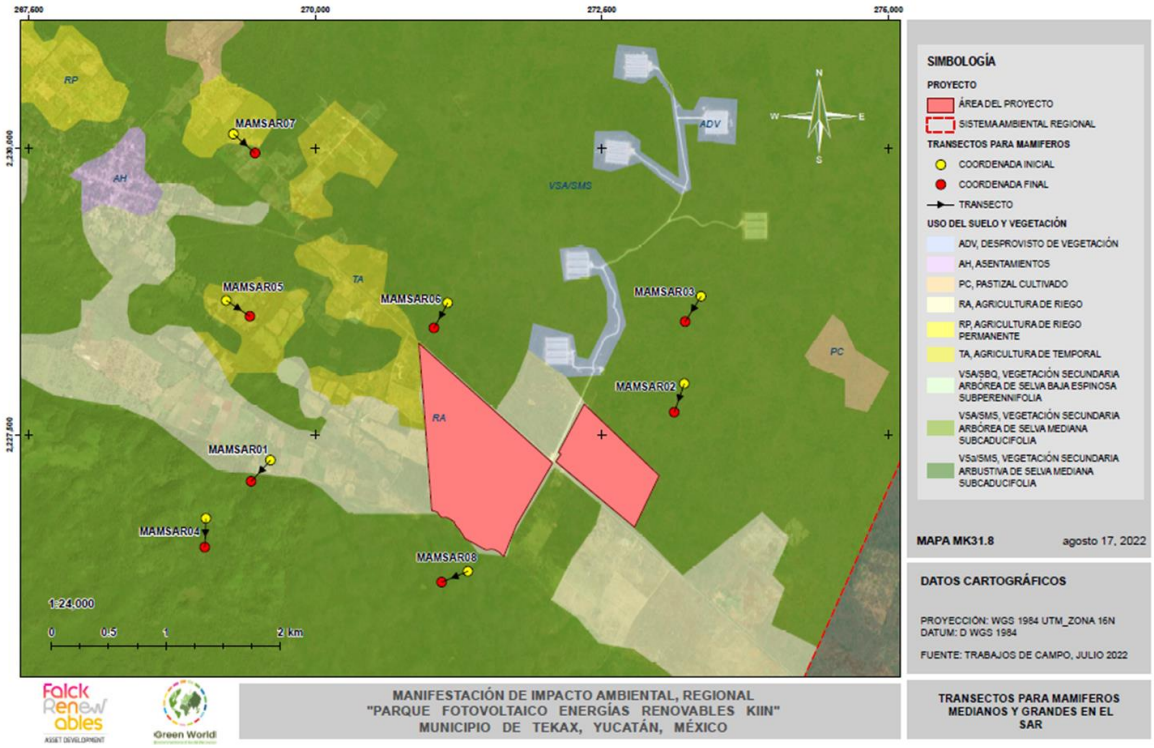


Figura IV-72 Ubicación de los transectos para el registro de los mamíferos medianos y grandes del SAR.

Tabla IV-35 Coordenadas de los transectos para el registro de los mamíferos medianos y grandes del AP.

Coordenadas transectos mamíferos medianos AP				
Trans	Inicio		Final	
	x	y	x	y
MAMAP01	272378.05	2227681.67	272289.3	2227449.15
MAMAP02	272305	2227304.62	272495.26	2227142.29
MAMAP03	272484.48	2227447.97	272673.7	2227284.88
MAMAP04	272888.39	2226938.62	272771.58	2226719.12
MAMAP05	271191.78	2227884.15	271098.94	2227652.41
MAMAP06	271632.66	2226760.22	271522.63	2226537.12

Coordenadas transectos mamíferos medianos AP				
Trans	Inicio		Final	
	x	y	x	y
MAMAP07	271454.8	2227050.28	271354.17	2226818.96
MAMAP08	271893.47	2227307.01	271788.84	2227081.19

Tabla IV-36 Coordenadas de los transectos para el registro de los mamíferos medianos y grandes en el SAR.

Coordenadas transectos mamíferos medianos SAR				
Trans	Inicio		Final	
	x	y	x	y
MAMSAR01	269610.77	2227279.77	269441	2227095.65
MAMSAR02	273220.35	2227948.05	273132.14	2227698.24
MAMSAR03	273366.51	2228710.42	273228.47	2228488.6
MAMSAR04	269046.19	2226771.49	269037.53	2226520.71
MAMSAR05	269223.47	2228673.95	269431.74	2228534.46
MAMSAR06	271156	2228653	271036.89	2228433.52
MAMSAR07	269287.73	2230127.2	269476.28	2229959.07
MAMSAR08	271332.5	2226309.69	271102.86	2226214.25



Figura IV-73 Registro de rastros de mamíferos en el AP.

Para complementar el registro de los mamíferos medianos y grandes se distribuyeron 12 cámaras-trampa (dotación de seis cámaras en el AP y seis más en el SAR) en sistema pasivo; Las cámaras permanecieron operativas durante ocho noches consecutivas en los parajes que a criterio del técnico presenten evidencia de ser frecuentados por los animales silvestres: caminos, echaderos, madrigueras, sitios de alimentación entre otros. Para la colocación de las trampas en el área del proyecto se procuró una separación de al menos 500 metros entre una y otra.

Las fototrampas fueron ajustadas con las siguientes especificaciones: resolución de 16 MP, velocidad de disparo de 0.5 segundos, iluminación por leds infrarrojos y tres sensores de movimiento (en caso de tenerlos). Fueron colocadas en árboles o estacas en dirección Norte o Sur y evitando siempre la dirección Este-Oeste, ya que pueden tener problemas de iluminación por la mañana o tarde.

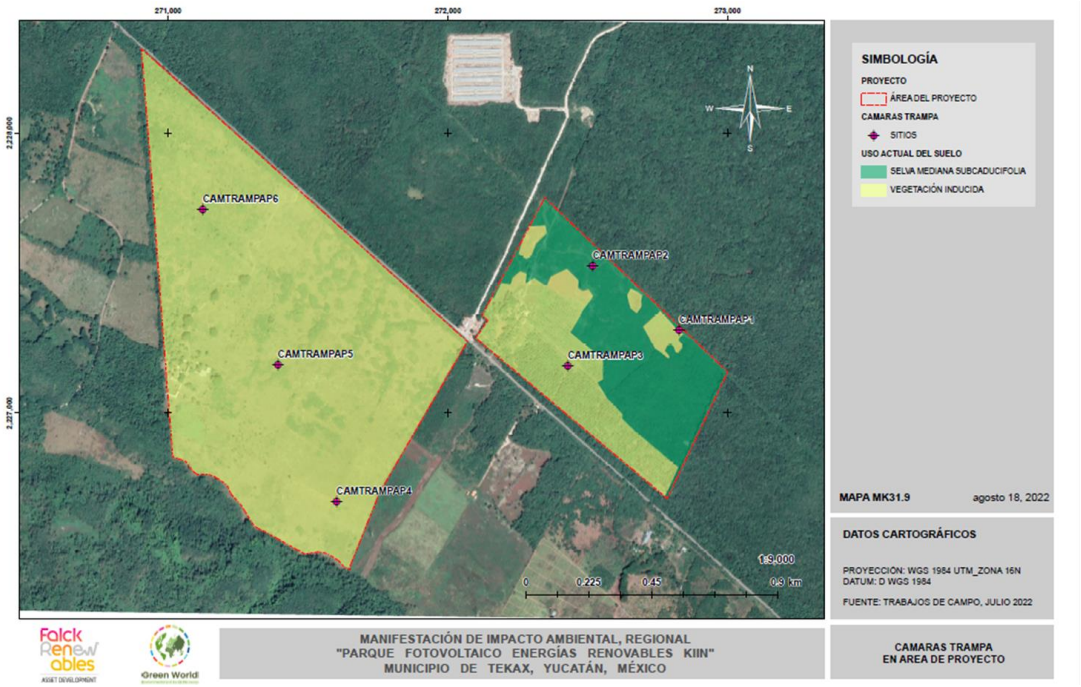


Figura IV-74 Ubicación de cámaras trampa en el AP.

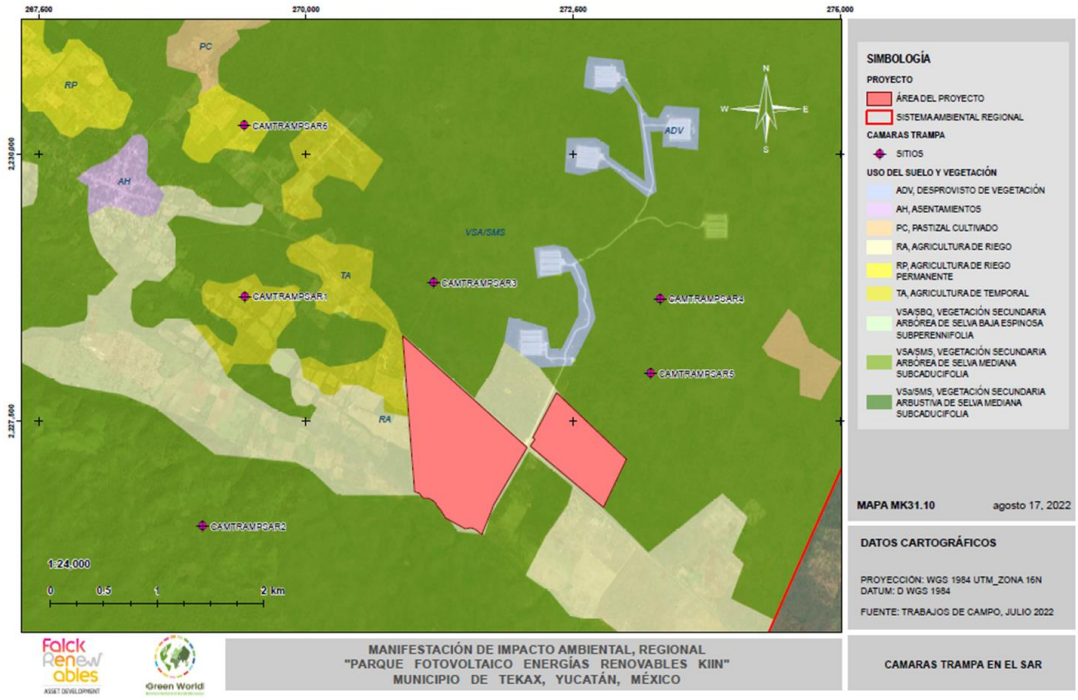


Figura IV-75 Ubicación de cámaras trampa en el SAR.

Tabla IV-37 Coordenadas de la ubicación de cámaras trampa en el AP.

Coordenadas Cámaras Trampa AP		
Trans	Inicio	
	x	y
CAMTRAMPAP1	272827	2227295
CAMTRAMPAP2	272518	2227526
CAMTRAMPAP3	272429	2227166
CAMTRAMPAP4	271602	2226684
CAMTRAMPAP5	271392	2227171
CAMTRAMPAP6	271124	2227725

Tabla IV-38 Coordenadas de la ubicación de cámaras trampa en el SAR

Coordenadas Cámaras Trampa SAR		
Trans	Inicio	
	x	y
CAMTRAMPSAR1	269426	2228669
CAMTRAMPSAR2	269031	2226518
CAMTRAMPSAR3	271191	2228794
CAMTRAMPSAR4	273316	2228645
CAMTRAMPSAR5	273225	2227948
CAMTRAMPSAR6	269422	2230266

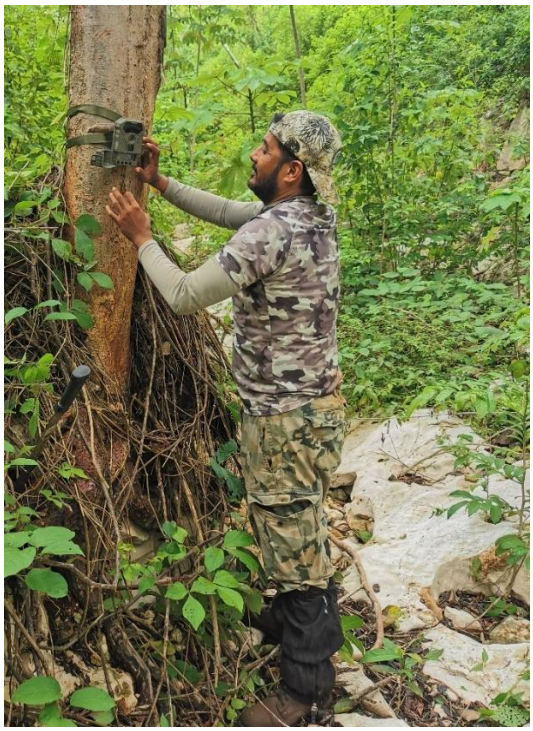


Figura IV-76 Instalación de cámara trampa.

- **Quirópteros**

Para el registro de los quirópteros se implementaron 12 puntos de grabación ultrasónica (seis en el AP y seis en el SAR), los cuales estuvieron asignados a distintos usos del suelo y vegetación. Los sonidos ultrasónicos fueron captados y grabados mediante detectores en tiempo real, utilizando un Echo Meter Touch 2 PRO y la aplicación de Echometer Versión 2.8 de Wildlife Acoustics Inc. para iOs. Las grabaciones se realizaron en un punto estático durante 15 minutos por punto, con el Echo Meter dirigido hacia el cielo con inclinación a 45-65º.

Para complementar la información, se implementaron cuatro estaciones de redeo (dos estaciones en el AP y dos en el SAR). En cada estación se utilizó un conjunto de cuatro redes de niebla, de tamaño (12 x 2.50 m) y consistencia (luz de malla de 15 x 15 mm) adecuada al grupo de los quirópteros; las redes permanecieron activas desde la puesta del sol y hasta completar cuatro horas de muestreo. La identificación de los individuos capturados se realizó en campo con ayuda de claves y guías específicas (Medellín et al., 2008).

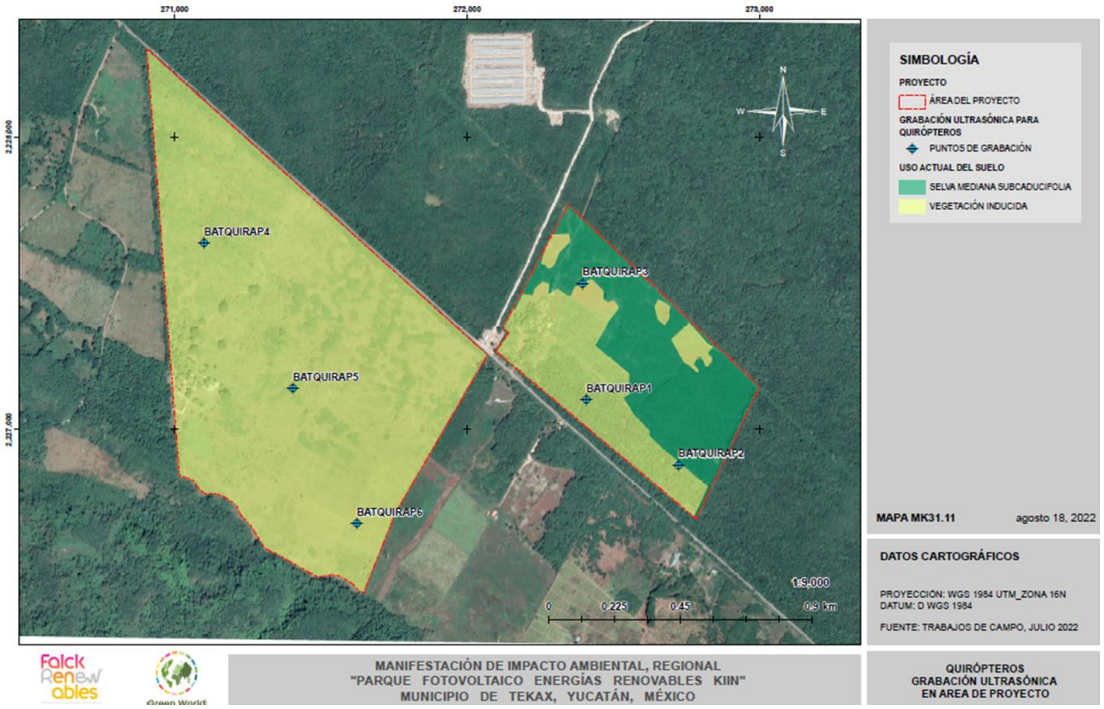


Figura IV-77 Ubicación de los puntos de grabación ultrasónica de los quirópteros en el AP.

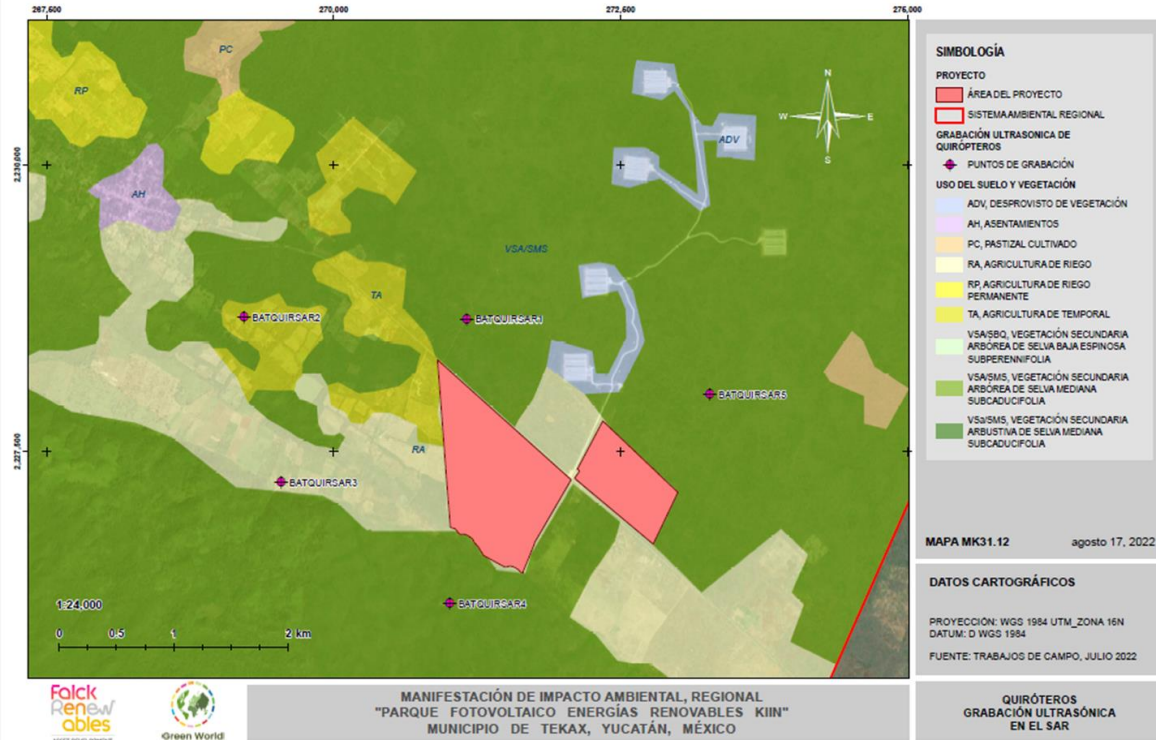


Figura IV-78 Ubicación de los puntos de grabación ultrasónica de los quirópteros en el SAR.

Tabla IV-39 Coordenadas de los puntos de grabación ultrasónica para el registro de los quirópteros del AP.

Coordenadas grabación ultrasónica quirópteros AP		
Punto	Inicio	Fin
	x	y
BATQUIRAP1	272408	2227103
BATQUIRAP2	272723	2226878
BATQUIRAP3	272396	2227499
BATQUIRAP4	271100	2227638
BATQUIRAP5	271404	2227142
BATQUIRAP6	271623	2226678

Tabla IV-40 Coordenadas de los puntos de grabación ultrasónica para el registro de los quirópteros en el SAR.

Coordenadas grabación ultrasónica quirópteros SAR		
Punto	Inicio	Fin
	x	y
BATQUIRSAR1	271158	2228654
BATQUIRSAR2	269216	2228672
BATQUIRSAR3	269540	2227231
BATQUIRSAR4	271011	2226178
BATQUIRSAR5	273277	2228000
BATQUIRSAR6	274735	2221496



Figura IV-79 Implementación de los puntos de grabación ultrasónica con el Echo Meter Touch 2 PRO.

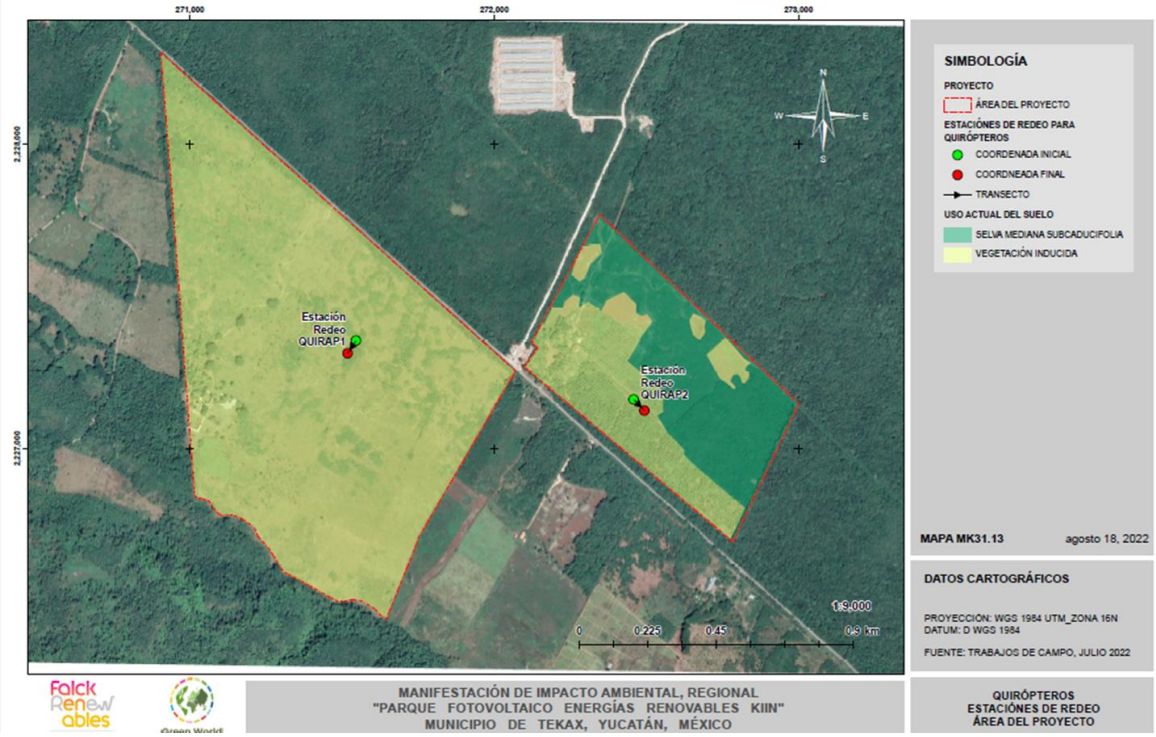


Figura IV-80 Ubicación de las estaciones de redeo para quirópteros en el AP.

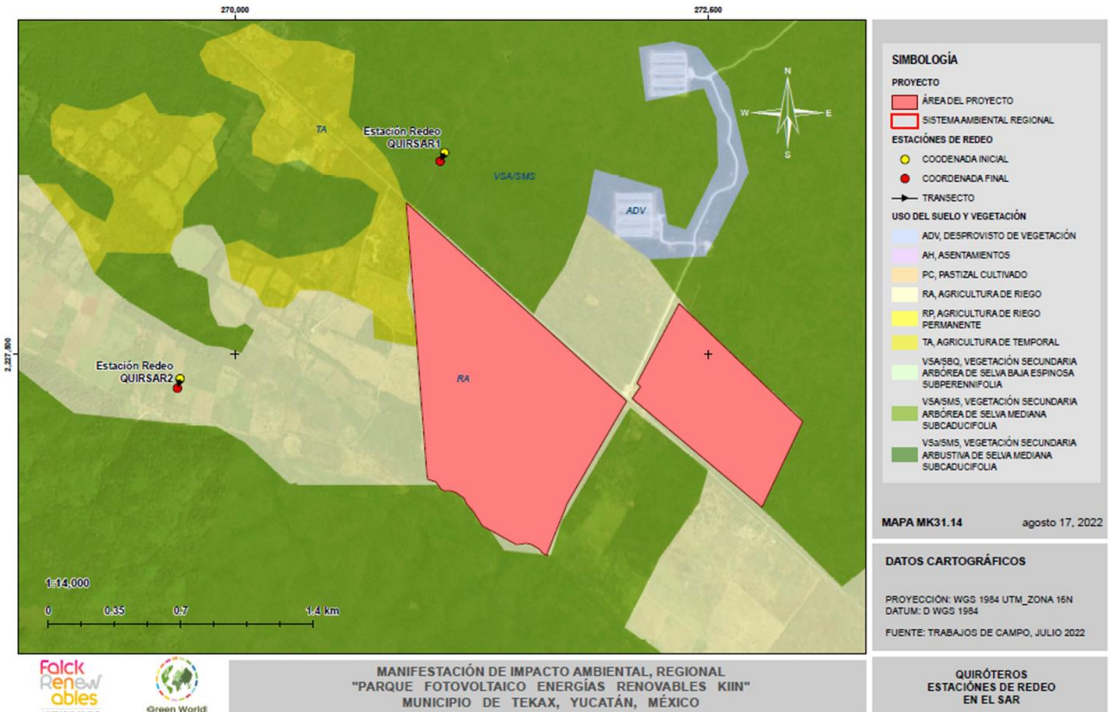


Figura IV-81 Ubicación de las estaciones de redeo para quirópteros en el SAR.

Tabla IV-41 Coordenadas de las estaciones de redeo para quirópteros en el AP y en el SAR.

Coordenadas estaciones de redeo quirópteros				
EST REDEO Quirópteros	Inicio	Final	Inicio	Final
	x	y	x	y
AP				
Estación Redeo QUIRAP1	271545.76	2227355.28	271518.76	2227313.21
Estación Redeo QUIRAP2	272459.05	2227161.56	272493.65	2227125.14
SAR				
Estación Redeo QUIRSAR1	271108.36	2228564.26	271085.52	2228518.86
Estación Redeo QUIRSAR2	269710.8	2227371.53	269696.91	2227321.98



Figura IV-82 Manejo de ejemplar de quiróptero capturado en red.

IV.2.2.2.1.3 Análisis de datos

IV.2.2.2.1.3.1 Riqueza específica

Para cuantificar la riqueza se tomó el número total de especies obtenidos en el área de estudio (AP) y en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

- **Abundancia relativa**

Para el cálculo de la abundancia relativa de las especies se analizó la relación proporcional del número de individuos de cada especie con respecto a la especie con el mayor número de registros por grupo utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Abundancia Relativa} = \frac{\text{Número de registro para la especie X}}{\text{Número de registros para la especie de mayor abundancia}} \text{ x } 100$$

Los valores obtenidos de la división son multiplicados por cien con la finalidad de generar un valor porcentual. De acuerdo con el porcentaje que presentó cada especie dentro de la muestra se determinó su abundancia en el área de estudio, clasificándolas en abundantes, comunes, frecuentes, escasas y raras, de acuerdo con la clasificación propuesta por Pettingill (1969) como se muestra a continuación:

Abundante: 90 al 100%

Común: 65 al 89% Siempre se ve, aunque en números menores.

Frecuente: 31 al 64% Medianamente común, en números pequeños o no siempre vista.

Escasa: 10 al 30% No común, vista pocas veces, pero no supone una sorpresa registrarla.

Rara: 1 al 9% Su registro siempre es casual dentro de su rango de distribución.

- **Índice de diversidad**

Los valores de diversidad se calcularon utilizando el índice de Shannon–Wiener que estima la diversidad a partir del número de individuos capturados (Moreno, 2001). Los valores del índice Shannon–Wiener fueron calculados con el programa PAST Versión 2.17 con la siguiente formula:

$$H' = \frac{n\log n - \sum_{i=1}^{s} (f_i)(\ln f_i)}{n}$$

En donde:

H': es el índice de la diversidad de Shannon–Wiener (bits/individuo) o diversidad de especies observadas.

S: número de especies en la muestra de la comunidad.

n: número total de individuos de todas las especies.

F_i: número de individuos de la i-ésima especie.

- **Índice de dominancia (Normal de Simpson)**

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie y por lo tanto está fuertemente influido por las especies más dominantes. Los valores de este índice fueron calculados con el programa PAST Versión 2.17 a partir de la siguiente formula:

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{n}\right)^2$$

En donde:
n_i: es la abundancia de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i.
n: número total de individuos en la muestra.
Este índice toma valores de entre 0 y 1 en los cuales 0 representa a todas las especies igualmente distribuidas y 1 donde solo domina una especie.

La memoria de cálculo de los datos ecológicos de las especies y poblaciones de fauna silvestre encontrados se puede encontrar en el **Anexo IV_08_Base de Datos y Memoria de Calculo Fauna PFV Energías Renovables Kiin**.

IV.2.2.2.1.3.2 Suficiencia de muestreo

- **Herpetofauna**

De acuerdo con el estimador no paramétrico Chao 1, tomando en cuenta el esfuerzo realizado al momento del muestreo y la temporada en la que se realizó, en el AP se logró registrar el 94% de las especies de herpetofauna estimadas para el sitio. En tanto en el SAR se registró el 52% de estas.

Tabla IV-42 Suficiencia de muestreo de herpetofauna (estimador Chao 1).

	AP	SAR
Riqueza	16	24
Individuos	77	70
Chao 1	17	46
% de registro	94	52

- **Avifauna**

En el AP, de acuerdo con los resultados del índice no paramétrico Chao 1, mediante el esfuerzo de muestreo realizado se logró registrar el 96 % de la avifauna estimada, mientras que, en el área del SAR, dicho porcentaje corresponde al 92%.

Tabla IV-43 Suficiencia de muestreo de avifauna (estimador Chao 1).

	AP	SAR
Riqueza	61	78
Individuos	465	642
Chao 1	63	84
% de registro	96	92

- **Mastofauna**

Para poder registrar la diversidad de especies de mamíferos y sus hábitos se utilizaron diversas técnicas de muestreo. En este se utilizaron los resultados de los transectos de muestreo para mamíferos medianos y grandes, debido a la facilidad de réplica del método, para calcular la suficiencia de muestreo.

Para los mamíferos en el AP, de acuerdo con los resultados del índice no paramétrico Chao 1, mediante el esfuerzo de muestreo realizado se logró registrar el 80% de la mastofauna estimada, mientras que, en el área del SAR, dicho porcentaje corresponde al 83%.

Tabla IV-44 Suficiencia de muestreo de mastofauna (estimador Chao 1).

	AP	SAR
Riqueza	8	10
Individuos	11	20
Chao 1	10	12
% de registro	80	83

Cabe aclarar que con el resto de las técnicas de muestreo utilizadas un total de 15 especies de mamíferos terrestres, de las cuales 2 corresponden a roedores cuyo registro se obtuvo con otros métodos.

De acuerdo con los valores obtenidos, y de acuerdo con el índice Chao 1, es posible concluir que el esfuerzo de muestreo realizado fue suficiente para lograr el registro de un número significativo de especies de fauna silvestre presentes en el AP del proyecto Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin.

IV.2.2.2.1.3.3 Riqueza y abundancia

Durante el trabajo de campo fue posible registrar un total de 144 especies de fauna silvestre pertenecientes a los grupos de herpetofauna (26), aves (88), mamíferos terrestres (17) y (15) quirópteros. El listado de todas las especies registradas se puede encontrar en el **Anexo IV_09_Especies Registradas Fauna Silvestre PFV Energías Renovables Kiin** y el registro fotográfico de la fauna silvestre y el trabajo de campo se encuentra en el **Anexo IV_10_Catálogo Fotográfico Fauna PFV Energías Renovables Kiin.**

En general, el SAR obtuvo el mayor valor de riqueza específica, ya que en esta área se registró a 127 (88%) de las especies del total de las registradas para la zona, en contraste con el AP, cuya riqueza específica total corresponde a 98 (68%).

➢ Herpetofauna

Durante el estudio de campo se obtuvo un registro total de 26 especies de herpetofauna, pertenecientes a 18 familias.

En el SAR se registraron 24 especies y en el AP 16, dos fueron registradas exclusivamente en el AP: la serpiente tigre (*Spilotes pullatus*) y la boa (*Boa Imperator*), 14 especies fueron compartidas y 10 fueron registradas solamente en el SAR.

Un total de 11 especies del grupo de la herpetofauna tienen alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 10 se distribuyen en el SAR y 4 en el AP del proyecto.

También se encontraron 2 especies consideradas endémicas de la península de Yucatán la rana leopardo (*Lithobates brownorum*) y el huico yucateco (*Aspidoscelis angusticeps*) y 2 introducidas el Abaniquillo Pardo del Caribe (*Anolis sagrei*) y la cuija (*Hemidactylus frenatus*).

Tabla IV-45 Especies de reptiles registradas en el AP y SAR del proyecto.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	AP	SAR
Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	-	X	X
Leptodactylidae	*Leptodactylus fragilis*	Rana de bigotes	-		X
Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo (*)	Pr		X
Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	-	X	X
Hylidae	*Trachycephalus vermiculatus*	Rana arborícola vermiculada	-	X	X
Hylidae	*Triprion petasatus*	Rana cabeza de pala	Pr	X	X
Geoemydidae	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga mojina de monte	A		X
Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga casquito amarillo	Pr		X
Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco marrón	-	X	X
Dactyloidae	*Anolis rodriguezii*	Lagartija abaniquillo	-	X	X
Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo Pardo del Caribe *(**)*	-	X	X
Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Gecko bandeado yucateco	A	X	X
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Cuija *(**)*	-	X	X
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada negra	A	X	X
Mabuyidae	*Marisora lineola*	Eslizón maya	-	X	X
Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija escamosa	-	X	X

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	AP	SAR
Phyllodactylidae	*Thecadactylus rapicauda*	Gecko patudo cola de nabo	Pr		X
Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco (*)	-	X	X
Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	-	X	X
Boidae	*Boa imperator*	Boa	A	X	
Colubridae	*Lampropeltis abnorma*	Falsa coralillo	A		X
Colubridae	*Mastigodryas melanolomus*	Lagartijera olivácea	-		X
Colubridae	*Pseudelaphe phaescens*	Culebra ratonera yucateca	Pr		X
Colubridae	*Spilotes pullatus*	Serpiente tigre	-	X	
Colubridae	*Stenorrhina freminvillei*	Culebra alacranera de sangre	-		X
Viperidae	*Porthidium yucatanicum*	Nauyaca nariz de cerdo	Pr		X

*NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: A: Amenazado; Pr: protección especial; (*) especie endémica, (**): especie introducida

Tanto en el SAR como en el AP las especies más abundantes fueron la iguana rayada negra (*Ctenosaura similis*) especie catalogada como amenazada NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lagartija escamosa de pintas amarillas (*Sceloporus chrysostictus*).

Tabla IV-46 Abundancia de la herpetofauna en el AP

Abundancia Herpetofauna AP			
Especie	Nombre común	Abundancia	A_Relativa
Ctenosaura similis	Iguana rayada negra	18	100
Sceloporus chrysostictus	Lagartija escamosa pintas amarillas	15	83.33
Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana	13	72.22
Anolis sagrei	Abaniquillo Pardo del Caribe	7	38.88
Hemidactylus frenatus	Cuija	5	27.77
Basiliscus vittatus	Basilisco marrón	4	22.22
Trachycephalus vermiculatus	Rana vermiculada	2	11.11
Triprion petasatus	Rana cabeza de pala	2	11.11
Marisora lineola	Eslizón maya	2	11.11
Aspidoscelis angusticeps	Huico yucateco	2	11.11

Abundancia Herpetofauna AP			
Especie	**Nombre común**	**Abundancia**	**A_Relativa**
Holcosus undulatus	Lagartija arcoíris	2	11.11
Rhinella horribilis	Sapo gigante	1	5.55
Anolis rodriguezii	Lagartija abaniquillo de Rodríguez	1	5.55
Coleonyx elegans	Gecko bandeado yucateco	1	5.55
Boa imperator	Boa	1	5.55
Spilotes pullatus	Serpiente tigre	1	5.55

Tabla IV-47 Abundancia de la herpetofauna en el SAR

Abundancia Herpetofauna SAR			
Especie	**Nombre común**	**Abundancia**	**A_Relativa**
Sceloporus chrysostictus	Lagartija escamosa pintas amarillas	18	100
Ctenosaura similis	Iguana rayada negra	13	72.22
Hemidactylus frenatus	Cuija	5	27.77
Aspidoscelis angusticeps	Huico yucateco	5	27.77
Basiliscus vittatus	Basilisco marrón	3	16.66
Anolis rodriguezii	Lagartija abaniquillo de Rodríguez	3	16.66
Thecadactylus rapicauda	Gecko patudo cola de nabo	3	16.66
Rhinella horribilis	Sapo gigante	2	11.11
Triprion petasatus	Rana cabeza de pala	2	11.11
Anolis sagrei	Abaniquillo Pardo del Caribe	2	11.11
Leptodactylus fragilis	Rana de bigotes	1	5.55
Lithobates brownorum	Rana leopardo	1	5.55
Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana	1	5.55
Trachycephalus vermiculatus	Rana arborícola vermiculada	1	5.55
Rhinoclemmys areolata	Tortuga mojina de monte	1	5.55
Kinosternon scorpioides	Tortuga casquito amarillo	1	5.55
Coleonyx elegans	Gecko bandeado yucateco	1	5.55
Marisora lineola	Eslizón maya	1	5.55

Abundancia Herpetofauna SAR			
Especie	**Nombre común**	**Abundancia**	**A_Relativa**
Holcosus undulatus	Lagartija arcoíris	1	5.55
Lampropeltis abnorma	Falsa coralillo centroamericano	1	5.55
Mastigodryas melanolomus	Lagartijera olivácea	1	5.55
Pseudelaphe phaescens	Culebra ratonera yucateca	1	5.55
Stenorrhina freminvillei	Culebra alacranera de sangre	1	5.55
Porthidium yucatanicum	Nauyaca nariz de cerdo yucateca	1	5.55

- **Avifauna**

En lo que respecta al grupo de las aves, durante el estudio se registraron un total de 86 especies, representadas por 34 familias. No se reportó la presencia de ninguna especie de ave migratoria.

En el SAR se obtuvo la mayor riqueza específica, con un total de 78 (90%), mientras que en el AP se registraron 61 (71%).

Del total de especies, ocho fueron registradas exclusivamente en el AP la tórtola azul (*Claravis pretiosa*), el chotacabras paureque (*Nyctidromus albicollis*), la pájaro estaca norteño (*Nyctibius jamaicensis*), la amazilia candida (*Chlorestes candida*), la lechuza de campanario (*Tyto alba*), el tirano cuir (*Tyrannus couchii*), la golondrina pueblera (*Petrochelidon fulva)* y el zacatonero de botteri (*Peucaea botteri*), 53 especies fueron compartidas y 25 fueron registradas solamente en el SAR.

Un total de 4 especies del grupo de la avifauna en la zona tienen alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de estas 4 se distribuyen en el SAR y 2 en el AP del proyecto.

Se obtuvo el registro de 4 especies consideradas endémicas de la península de Yucatán el Guajolote Ocelado (*Meleagris ocellata*), la Codorniz Yucateca (*Colinus nigrogularis*), el Colibrí Vientre Canelo (*Amazilia yucatanensis*), el Carpintero Yucateco (*Melanerpes pygmaeus*) y la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus).*

Tabla IV-48 Especies de avifauna registradas en el AP y SAR del proyecto.

Familia	Especie	Nombre común	Estatus	NOM-059	AP	SAR
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	R	-	X	X
Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz Yucateca (*)	R	-	X	X
Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Guajolote Ocelado (*)	R	A		X
Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	R	-	X	X
Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	R	-	X	X
Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	R	-	X	X
Columbidae	*Claravis pretiosa*	Tórtola Azul	R	-	X	
Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	R	-	X	X
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	R	-	X	X
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	R	-	X	X
Cuculidae	*Geococcyx velox*	Correcaminos Tropical	R	-		X
Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	R	-		X
Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras Pauraque	R	-	X	
Nyctibiidae	*Nyctibius jamaicensis*	Pájaro Estaca Norteño	R	-	X	
Trochilidae	*Cynanthus canivetii*	Esmeralda Oriental	R	-	X	X
Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo (*)	R	-	X	X
Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	R	-	X	X
Trochilidae	*Chlorestes candida*	Amazilia candida	R	-	X	
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	R	-	X	X
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	R	-	X	X
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	R	-	X	X
Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla Gris	R	-	X	X
Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de Campanario	R	-	X	
Strigidae	*Megascops guatemalae*	Tecolote Sapo	R	-		X
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	R	-	X	X
Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	R	-		X
Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto Corona Negra	R	-	X	X
Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto Cejas Azules	R	-	X	X
Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero Yucateco (*)	R	-		X

Familia	Especie	Nombre común	Estatus	NOM-059	AP	SAR
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	R	-	X	X
Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero Mexicano	R	-	X	X
Picidae	*Colaptes rubiginosus*	Carpintero Olivo	R	-		X
Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero Lineado	R	-	X	X
Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	Halcón Selvático de Collar	R	Pr		X
Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara Quebrantahuesos	R	-		X
Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro Frente Blanca	R	Pr	X	X
Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batará Barrado	R	-		X
Furnariidae	*Sittasomus griseicapillus*	Trepatroncos Cabeza Gris	R	-		X
Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos Bigotudo	R	-		X
Cotingidae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	R	-	X	X
Cotingidae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	R	-	X	X
Tyrannidae	*Tolmomyias sulphurescens*	Mosquerito Ojos Blancos	R	-	X	X
Tyrannidae	*Myiopagis viridicata*	Mosquerito Verdoso	R	-		X
Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	Mosquero Elenia Copetón	R	-	X	X
Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas Triste	R	-	X	X
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	R	-	X	X
Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	R	-		X
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	R	-	X	X
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	R	-	X	X
Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano Cuír	R	-	X	
Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	R	-	X	X
Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón Cejas Canela	R	-	X	X
Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo Manglero	R	Pr	X	X
Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara Verde	R	-	X	X
Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca (*)	R	-	X	X
Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	R	-		X
Hirundinidae	*Petrochelidon fulva*	Golondrina Pueblera	R	-	X	
Troglodytidae	*Thryothorus ludovicianus*	Saltapared de Carolina	R	-		X
Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	R	-	X	X

Familia	Especie	Nombre común	Estatus	NOM-059	AP	SAR
Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Saltapared Vientre Blanco	R	-	X	X
Polioptilidae	*Ramphocaenus melanurus*	Saltón Picudo	R	-		X
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	R	-	X	X
Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	R	-	X	X
Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical	R	-	X	X
Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia Garganta Negra	R	-		X
Fringillidae	*Euphonia hirundinacea*	Eufonia Garganta Amarilla	R	-		X
Emberizidae	*Peucaea botterii*	Zacatonero de Botteri	R	-	X	
Emberizidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador Oliváceo	R	-	X	X
Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique Pico Claro	R	-		X
Icteridae	*Icterus prosthemelas*	Calandria Caperuza Negra	R	-		X
Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro	R	-		X
Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro May	R	-	X	X
Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	R	-	X	X
Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	R	-	X	X
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	R	-	X	X
Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita Pico Grueso	R	-	X	X
Cardinalidae	*Habia fuscicauda*	Piranga Hormiguera	R	-		X
Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal Rojo	R	-		X
Cardinalidae	*Granatellus sallaei*	Granatelo Yucateco	R	-	X	X
Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorín Azulnegro	R	-	X	X
Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara Azulgris	R	-	X	X
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	R	-	X	X
Thraupidae	*Tiaris olivaceus*	Semillero Oliváceo	R	-	X	X
Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	R	-	X	X
Cardinalidae	*Saltator atriceps*	Saltador Cabeza Negra	R	-		X
Cardinalidae	*Saltator coerulescens*	Saltador Gris	R	-	X	X

*NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: A: Amenazado; Pr: protección especial; (*) especie endémica

En cuanto a abundancia, en el AP se obtuvieron un total de 465 registros de aves, mientras que en el SAR tuvieron lugar 642 avistamientos.

En el AP, la paloma de alas blancas (*Zenaida asiática*), el garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) y el semillero brincador (*Volatinia jacarina*), fueron identificadas como las más abundantes, en tanto en el SAR, dos especies endémicas fueron de las más abundantes la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) y la Codorniz Yucateca (*Colinus nigrogularis).*

Tabla IV-49 Datos de abundancia de la avifauna registrada en el AP

Abundancia AP Avifauna			
Especie	**Nombre común**	**Abundancia**	**A_Relativa**
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	41	100
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero Pijuy	33	80.48
Volatinia jacarina	Semillero Brincador	33	80.48
Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos	24	58.53
Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor	23	56.09
Columbina talpacoti	Tortolita Canela	20	48.78
Tiaris olivaceus	Semillero Oliváceo	19	46.34
Arremonops rufivirgatus	Rascador Oliváceo	18	43.90
Turdus grayi	Mirlo Café	16	39.02
Amazona albifrons	Loro Frente Blanca	15	36.58
Myiozetetes similis	Luisito Común	14	34.14
Geothlypis poliocephala	Mascarita Pico Grueso	12	29.26
Colinus nigrogularis	Codorniz Yucateca	11	26.82
Cyclarhis gujanensis	Vireón Cejas Canela	11	26.82
Vireo pallens	Vireo Manglero	10	24.39
Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	9	21.95
Dives dives	Tordo Cantor	9	21.95
Ortalis vetula	Chachalaca Oriental	8	19.51
Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	8	19.51
Pheugopedius maculipectus	Saltapared Moteado	8	19.51
Cyanocorax yucatanicus	Chara Yucateca	7	17.07

Abundancia AP Avifauna			
Especie	**Nombre común**	**Abundancia**	**A_Relativa**
Petrochelidon fulva	Golondrina Pueblera	7	17.07
Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje	6	14.63
Uropsila leucogastra	Saltapared Vientre Blanco	6	14.63
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	6	14.63
Cynanthus canivetii	Esmeralda Oriental	5	12.19
Elaenia flavogaster	Mosquero Elenia Copetón	5	12.19
Sporophila morelleti	Semillero de Collar	5	12.19
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito	4	9.75
Mimus gilvus	Centzontle Tropical	4	9.75
Saltator coerulescens	Saltador Gris	4	9.75
Claravis pretiosa	Tórtola Azul	3	7.31
Amazilia rutila	Colibrí Canelo	3	7.31
Coragyps atratus	Zopilote Común	3	7.31
Rupornis magnirostris	Aguililla Caminera	3	7.31
Buteo plagiatus	Aguililla Gris	3	7.31
Momotus lessonii	Momoto Corona Negra	3	7.31
Dryocopus lineatus	Carpintero Lineado	3	7.31
Pachyramphus aglaiae	Cabezón Degollado	3	7.31
Tolmomyias sulphurescens	Mosquerito Ojos Blancos	3	7.31
Tyrannus couchii	Tirano Cuír	3	7.31
Cyanocorax yncas	Chara Verde	3	7.31
Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	3	7.31
Patagioenas flavirostris	Paloma Morada	2	4.87
Leptotila verreauxi	Paloma Arroyera	2	4.87
Nyctidromus albicollis	Chotacabras Pauraque	2	4.87
Amazilia yucatanensis	Colibrí Vientre Canelo	2	4.87
Chlorestes candida	Amazilia candida	2	4.87
Cathartes aura	Zopilote Aura	2	4.87
Glaucidium brasilianum	Tecolote Bajeño	2	4.87

Abundancia AP Avifauna			
Especie	**Nombre común**	**Abundancia**	**A_Relativa**
Dryobates scalaris	Carpintero Mexicano	2	4.87
Cyanocompsa parellina	Colorín Azulnegro	2	4.87
Thraupis episcopus	Tangara Azulgris	2	4.878
Nyctibius jamaicensis	Pájaro Estaca Norteño	1	2.43
Tyto alba	Lechuza de Campanario	1	2.43
Eumomota superciliosa	Momoto Cejas Azules	1	2.43
Tityra semifasciata	Titira Puerquito	1	2.43
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas Triste	1	2.43
Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	1	2.43
Peucaea botterii	Zacatonero de Botteri	1	2.43
Granatellus sallaei	Granatelo Yucateco	1	2.43

Tabla IV-50 Datos de abundancia de la avifauna registrada en el AP del proyecto.

Abundancia SAR Avifauna			
Especie	**Nombre común**	**Abundancia**	**A_Relativa**
Cyanocorax yucatanicus	Chara Yucateca	56	100
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero Pijuy	38	67.85
Colinus nigrogularis	Codorniz Yucateca	26	46.42
Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor	26	46.42
Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos	23	41.07
Saltator atriceps	Saltador Cabeza Negra	22	39.28
Cyanocorax yncas	Chara Verde	21	37.5
Myiozetetes similis	Luisito Común	20	35.71
Arremonops rufivirgatus	Rascador Oliváceo	18	32.14
Dives dives	Tordo Cantor	18	32.14
Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje	18	32.14
Pheugopedius maculipectus	Saltapared Moteado	18	32.14
Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	17	30.35

Abundancia SAR Avifauna			
Especie	**Nombre común**	**Abundancia**	**A_Relativa**
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	16	28.57
Cathartes aura	Zopilote Aura	15	26.78
Mimus gilvus	Centzontle Tropical	14	25
Thryothorus ludovicianus	Saltapared de Carolina	13	23.21
Uropsila leucogastra	Saltapared Vientre Blanco	13	23.21
Cynanthus canivetii	Esmeralda Oriental	12	21.42
Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	12	21.42
Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	12	21.42
Coragyps atratus	Zopilote Común	8	14.28
Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor	8	14.28
Leptotila verreauxi	Paloma Arroyera	8	14.28
Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	8	14.28
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	8	14.28
Amblycercus holosericeus	Cacique Pico Claro	7	12.5
Columbina talpacoti	Tortolita Canela	7	12.5
Cyclarhis gujanensis	Vireón Cejas Canela	7	12.5
Euphonia affinis	Eufonia Garganta Negra	7	12.5
Ortalis vetula	Chachalaca Oriental	7	12.5
Turdus grayi	Mirlo Café	7	12.5
Momotus lessonii	Momoto Corona Negra	6	10.71
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	6	10.71
Thamnophilus doliatus	Batará Barrado	6	10.71
Tolmomyias sulphurescens	Mosquerito Ojos Blancos	6	10.71
Volatinia jacarina	Semillero Brincador	6	10.71
Myiopagis viridicata	Mosquerito Verdoso	5	8.92
Pachyramphus aglaiae	Cabezón Degollado	5	8.92
Ramphocaenus melanurus	Saltón Picudo	5	8.92
Tiaris olivaceus	Semillero Oliváceo	5	8.92
Amazilia rutila	Colibrí Canelo	4	7.14

Abundancia SAR Avifauna			
Especie	**Nombre común**	**Abundancia**	**A_Relativa**
Elaenia flavogaster	Mosquero Elenia Copetón	4	7.14
Habia fuscicauda	Piranga Hormiguera Garganta	4	7.14
Rupornis magnirostris	Aguililla Caminera	4	7.14
Tityra semifasciata	Titira Puerquito	4	7.14
Amazona albifrons	Loro Frente Blanca	3	5.35
Colaptes rubiginosus	Carpintero Olivo	3	5.35
Dryocopus lineatus	Carpintero Lineado	3	5.35
Eumomota superciliosa	Momoto Cejas Azules	3	5.35
Geothlypis poliocephala	Mascarita Pico Grueso	3	5.35
Icterus prosthemelas	Calandria Caperuza Negra	3	5.35
Melanerpes pygmaeus	Carpintero Yucateco	3	5.35
Meleagris ocellata	Guajolote Ocelado	3	5.35
Saltator coerulescens	Saltador Gris	3	5.35
Vireo pallens	Vireo Manglero	3	5.357
Amazilia yucatanensis	Colibrí Vientre Canelo	2	3.57
Cardinalis cardinalis	Cardenal Rojo	2	3.57
Cyanocompsa parellina	Colorín Azulnegro	2	3.57
Dryobates scalaris	Carpintero Mexicano	2	3.57
Euphonia hirundinacea	Eufonia Garganta Amarilla	2	3.57
Granatellus sallaei	Granatelo Yucateco	2	3.57
Patagioenas flavirostris	Paloma Morada	2	3.57
Piaya cayana	Cuclillo Canelo	2	3.57
Sporophila morelleti	Semillero de Collar	2	3.57
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito	2	3.57
Buteo plagiatus	Aguililla Gris	1	1.78
Caracara plancus	Caracara Quebrantahuesos	1	1.78
Geococcyx velox	Correcaminos Tropical	1	1.78
Glaucidium brasilianum	Tecolote Bajeño	1	1.78
Megarynchus pitangua	Luis Pico Grueso	1	1.78

Abundancia SAR Avifauna			
Especie	**Nombre común**	**Abundancia**	**A_Relativa**
Megascops guatemalae	Tecolote Sapo	1	1.785
Micrastur semitorquatus	Halcón Selvático de Collar	1	1.78
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas Triste	1	1.785
Thraupis episcopus	Tangara Azulgris	1	1.785
Xiphorhynchus flavigaster	Trepatroncos Bigotudo	1	1.785
Sittasomus griseicapillus	Trepatroncos cabeza gris	1	1.785
Trogon melanocephalus	Coa Cabeza Negra	1	1.785

La migración de las aves es un fenómeno natural que es afectado por factores bióticos y abióticos. Las variaciones en el clima, la conducta o la experiencia de cada población de aves migratorias puede alterar los patrones de migración de una temporada a otra por ello, aunque es difícil seguir cual es la ruta exacta que seguirá un ave o una población se reconoce que para la Peninsula de Yucatán dos rutas confluyen la del Mississippi y la del Atlántico. En el caso de este muestreo no se registró ninguna especie de ave migratoria en el AP ni en el SAR del proyecto.

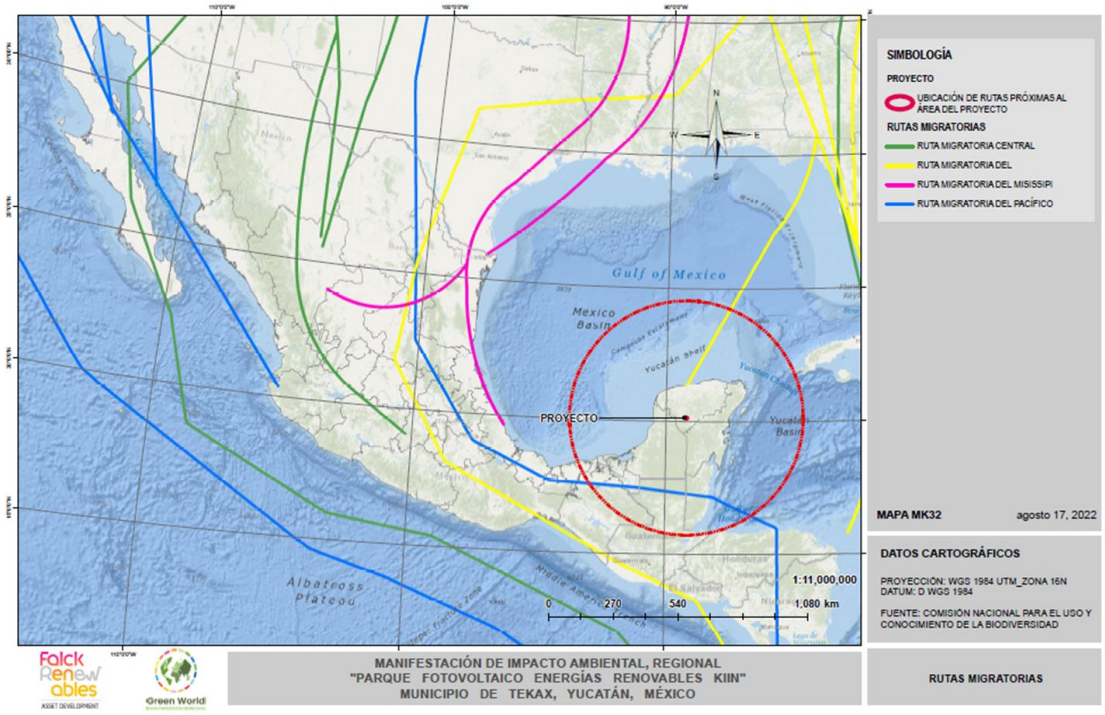


Figura IV-83 Rutas migratorias de aves neotropicales que pasen sobre el territorio de México.

➢ Mamíferos terrestres

Durante el muestreo en campo se lograron registrar con los diferentes métodos aplicados un total de 15 especies de mamíferos terrestres, pertenecientes a 12 familias.

En el SAR se obtuvo la mayor riqueza específica, con un total de 14 (93%), mientras que en el AP se registraron 10 (66%).

Del total de especies, solamente una fue registrada exclusivamente en el AP el coyote (*Canis latrans*), 9 especies fueron compartidas y 5 fueron registradas solamente en el SAR.

Dos especies de mamíferos terrestres registradas en el SAR del proyecto están en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se trata del yaguarundí (*Herpailurus yagouaroundi*) y el ocelote (*Leopardus pardalis*)

En el SAR fue registrada una especie endémica de la Peninsula de Yucatán, el ratón de abazones (*Heteromys gaumeri*).

Tabla IV-51 Mamíferos Terrestres registrados en el AP y SAR del proyecto y la técnica utilizada.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	AP			SAR		
				TS	CT	Trans	TS	CT	Trans
Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	-			X			X
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	-			X			X
Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-		X	X			
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	-			X			X
Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Yaguarundí	A					X	
Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	P					X	
Mephitinae	*Spilogale angustifrons*	Zorrillo manchado	-	X		X			X
Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	-		X			X	X
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	-			X			X
Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca	-					X	X
Geomydae	*Heterogeomys hispidus*	Tuza crespa	-						X
Heteromydae	*Heteromys gaumeri*	Ratón de abazones (*)	-				X		
Cricetidae	*Ototylomys phyllotis*	Rata trepadora	-	X	X		X		
Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque	-			X			X
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	-		X	X			X

*NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: A: Amenazado; Pr: protección especial; (*) especie endémica

En cuanto a abundancia, con las diferentes técnicas utilizadas se obtuvieron en el AP un total de 55 observaciones de mamíferos terrestres, mientras que en el SAR fueron 31.

Para el grupo de los roedores la especie más abundante y registrada en toda la zona del proyecto fue la rata trepadora de orejas grandes *(Ototylomys phyllotis)* inclusive su presencia fue detectada por medio de dos métodos (trampas Sherman y las cámaras trampa).

Se utilizaron dos diferentes técnicas para registrar a los mamíferos medianos y grandes, las cámaras trampa capturaron en general uno o dos ejemplares por especie siendo la excepción

el conejo serrano (*Sylvilagus floridanus)* en el AP con 3 registros los mismos del Coatí (*Nasua narica*) en el SAR, esta técnica permitió el registro de dos especies de felinos difíciles de observar de otra manera el Ocelote (*Leopardus pardalis)* y el Yaguarundi *(Herpailurus yagouaroundi).*

Las especies más abundantes según los registros obtenidos por medio de los transectos en el AP, fueron el Guaqueque *(Dasyprocta punctata*), el Venado cola blanca *(Odocoileus virginianus)* y la Zorra gris *(Urocyon cinereoargenteus).* En el SAR las más abundantes fueron el Coatí (*Nasua narica*) y la Tuza crespa (*Heterogeomys hispidus*).

Tabla IV-52 Abundancia de Mamíferos terrestres en el AP (Trampas Sherman).

Abundancia mamíferos terrestres registrados con Trampas Sherman AP			
Especie	**Nombre común**	**Total**	**A Relativa**
Ototylomys phyllotis	Rata trepadora de orejas grandes	4	100
Spilogale angustifrons	Zorrillo manchado sureño	1	25

Tabla IV-53 Abundancia de Mamíferos terrestres en el AP (Cámaras trampa)

Abundancia mamíferos terrestres registrados con cámaras trampa AP			
Especie	**Nombre común**	**Total**	**A Relativa**
Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	3	100
Ototylomys phyllotis	Rata trepadora	3	100
Canis latrans	Coyote	1	33.33
Nasua narica	Tejon	1	33.33

Tabla IV-54 Abundancia de Mamíferos terrestres en el AP (Transectos).

Abundancias Mamíferos terrestres AP (Transectos)			
Especie	Nombre común	Total	A_Relativa
Dasyprocta punctata	Guaqueque	2	100
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	2	100
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	2	100
Canis latrans	Coyote	1	50
Dasypus novemcinctus	Armadillo	1	50
Didelphis virginiana	Tlacuache	1	50
Spilogale angustifrons	Zorrillo manchado	1	50
Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	1	50

Tabla IV-55 Abundancia de Mamíferos terrestres en el SAR (Trampas Sherman).

Abundancia mamíferos terrestres registrados con Trampas Sherman SAR			
Especie	Nombre común	Total	A_Relativa
Heteromys gaumeri	Ratón de abazones	2	100
Ototylomys phyllotis	Rata trepadora de orejas grandes	2	100

Tabla IV-56 Abundancia de Mamíferos terrestres en el SAR (Cámaras trampa).

Abundancia mamíferos terrestres registrados con Cámaras Trampa SAR			
Especie	Nombre común	Total	A_Relativa
Leopardus pardalis	Ocelote	3	100
Nasua narica	Coati	2	66.66
Sciurus yucatanensis	Ardilla yucateca	1	33.33
*Herpailurus yagouaroundi**	Yaguarundi	1	33.33

Tabla IV-57 Abundancia de Mamíferos terrestres en el SAR (Transectos).

Abundancia mamíferos terrestres SAR			
Especie	**Nombre común**	**Total**	**A_Relativa**
Nasua narica	Coatí	6	100
Heterogeomys hispidus	Tuza crespa	3	50
Sciurus yucatanensis	Ardilla yucateca	2	33.33
Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	2	33.33
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	2	33.33
Dasyprocta punctata	Guaqueque	1	16.66
Dasypus novemcinctus	Armadillo	1	16.66
Didelphis virginiana	Tlacuache	1	16.66
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	1	16.66
Spilogale angustifrons	Zorrillo manchado	1	16.66

- **Mamíferos Voladores (Quirópteros)**

Mediante la aplicación de dos técnicas para su registro (redes de niebla y grabación ultrasónica con un Bat detector) se obtuvo un total de 15 especies pertenecientes a cinco familias.

Tanto en el SAR como en el AP se obtuvo la misma riqueza específica, con un total de 11 (73%), mientras que en el AP se registraron 11 (73%). Sin embargo, del total de especies, 4 fueron registradas exclusivamente en el AP, 7 especies fueron compartidas y 4 se registraron solamente en el SAR.

Ninguna especie de quiróptero está en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o considerada endémica de la Península de Yucatán.

Tabla IV-58 Especies de quirópteros registradas en la zona del proyecto.

Familia	Especie	Nombre común	AP		AP	
			BD	ER	BD	ER
Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	Murciélago cara de perro	X		X	
Mormoopidae	*Pteronotus davyi*	Murciélago lomo pelón	X		X	
Mormoopidae	*Pteronotus parnellii*	Murciélago bigotón común	X		X	
Mormoopidae	*Pteronotus personatus*	Murciélago bigotón de Wagner	X		X	
Mormoopidae	*Pteronotus mesoamericanus*	Murciélago bigotón mesoamericano		X		
Mormoopidae	*Pteronotus fulvus*	Murciélago lomo pelón menor				X
Phyllostomidae	*Micronycteris microtis*	Murciélago				X
Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero de Jamaica		X		X
Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murciélago frutero gigante				X
Phyllostomidae	*Dermanura phaeotis*	Murciélago frugívoro pigmeo				X
Phyllostomidae	*Sturnira parvidens*	Murciélago de charreteras menor		X		
Vespertilionidae	*Eptesicus furinalis*	Murciélago moreno	X		X	
Vespertilionidae	*Lasiurus ega*	Murciélago amarillo cola peluda	X			
Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Murciélago patas peludas	X		X	
Molossidae	*Promops centralis*	Murciélago mastín mayor	X			

Método de detección: BD: Grabación ultrasónica con Bat detector; ER: Estación de redeo

IV.2.2.2.1.3.4 Análisis ecológicos

- **Herpetofauna**

De acuerdo con los valores obtenidos, existe una diversidad media de herpetofauna en el AP (Simpson 1-D= 0.77; Shannon_H=2.26), lo cual resulta de la dominancia de algunas especies dentro del grupo. Lo anterior, es congruente con el valor de abundancia de la Iguana rayada negra (*Ctenosaura similis*), cuyo número de registros fue significativamente mayor en contraste con el resto de las especies.

Tabla IV-59 Índices ecológicos para la herpetofauna en el AP.

Índice	Valor
Taxa_s	16
Individuos	77
Simpson_1-D	.859
Shannon_H	2.26

En lo que respecta al SAR, la diversidad de herpetofauna (Simpson 1-D= 0.87; Shannon_H=2.264), en esta área es ligeramente mayor que en el AP y puede ser considerada como media, en este caso los valores de abundancia de la Lagartija escamosa pintas amarillas (*Sceloporus chrysostictus*) fueron significativamente mayores en contraste con el resto de las especies resultando en una mayor dominancia.

Tabla IV-60 Índices ecológicos para la herpetofauna en el SAR.

Índice	Valor
Taxa_s	24
Individuos	70
Simpson_1-D	.878
Shannon_H	2.59

- **Avifauna**

Para el grupo de las aves, los índices obtenidos reflejan una diversidad alta en el AP (Simpson 1-D= 0.96; Shannon_H=3.62).

Tabla IV-61 Índices ecológicos para la avifauna en el AP

Índice	Valor
Taxa_s	61
Individuos	465
Simpson_1-D	.962
Shannon_H	3.62

En cuanto al SAR, la diversidad de avifauna también fue determinada como "alta" (Simpson 1-D= 0.97; Shannon_H=3.88), lo cual implica que el área ofrece, al momento del estudio, los servicios necesarios (hábitat, percha, refugio, alimentación) que permiten a este grupo establecerse y/o transitar dentro la mismo.

Tabla IV-62. Índices ecológicos para la avifauna en el SAR.

Índice	Valor
Taxa_s	78
Individuos	642
Simpson_1-D	.971
Shannon_H	3.88

- **Mastofauna**

Anteriormente describieron los resultados de la riqueza y abundancia obtenidos por cada método de muestreo para los mamíferos terrestres (trampas Sherman, cámaras trampa y transectos), se decidió utilizar los registros obtenidos en los transectos para el registro de mamíferos medianos y grandes para el cálculo de los índices ecológicos debido a que esta técnica es fácilmente estandarizada, no utiliza ningún tipo de equipo adicional al observador para realizarse y puede replicarse fácilmente, permitiéndonos tener un indicador valido del comportamiento de los mamíferos en el área del proyecto.

Estos datos dieron como resultado una diversidad media en el AP (Simpson 1-D= .85; Shannon_H=2.02).

Tabla IV-63 Índices ecológicos para la mastofauna en el AP

Índice	Valor
Taxa_s	8
Individuos	11
Simpson_1-D	.859
Shannon_H	2.02

En cuanto al SAR, la diversidad de la mastofauna también fue determinada como media (Simpson 1-D= 0.84; Shannon_H=2.08).

Tabla IV-64 Índices ecológicos para la mastofauna en el SAR

Índice	Valor
Taxa_s	10
Individuos	20
Simpson_1-D	.845
Shannon_H	2.08

IV.2.2.2.1.3.5 Especies NOM-059-SEMARNAT-2010

Durante el estudio de campo se registraron en la zona un total de 17 especies enlistadas dentro de la Norma oficial NOM-059-SEMARNAT-2010, 7 bajo la categoría de especie Amenazada (A), 9 en Protección especial (Pr) y 1 en Peligro de extinción (P). Por grupo encontramos que 2 son anfibios, 9 reptiles, 4 aves y 2 mamíferos.

En el SAR se registraron un total de 16 especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de ellas un mamífero, el ocelote (*Leopardus pardalis)* que tiene la categoría de en peligro de extinción fotografiada por una cámara trampa.

Tabla IV-65 Especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el SAR.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	SAR
Herpetofauna				
Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo	Pr	X
Hylidae	*Triprion petasatus*	Rana cabeza de pala	Pr	X
Geoemydidae	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga mojina de monte	A	X
Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga casquito amarillo	Pr	X
Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Gecko bandeado yucateco	A	X
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada negra	A	X
Phyllodactylidae	*Thecadactylus rapicauda*	Gecko patudo cola de nabo	Pr	X
Colubridae	*Lampropeltis abnorma*	Falsa coralillo centroamericana	A	X
Colubridae	*Pseudelaphe phaescens*	Culebra ratonera yucateca	Pr	X
Viperidae	*Porthidium yucatanicum*	Nauyaca nariz de cerdo yucateca	Pr	X
Aves				
Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Guajolote Ocelado	A	X
Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	Halcón Selvático de Collar	Pr	X
Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro Frente Blanca	Pr	X
Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo Manglero	Pr	X
Mamíferos				
Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Yaguarundí	A	X
Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	P	X

*NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: A: Amenazado; Pr: protección especial; P: en peligro de extinción

Fueron registradas en el AP, seis especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la rana cabeza de pala (*Triprion petasatus*), el Gecko bandeado yucateco (*Coleonyx elegans*), la Iguana rayada negra (*Ctenosaura similis*), la Boa (*Boa imperator*), el Loro frente blanca (*Amazona albifrons*) y el Vireo manglero (*Vireo pallens*).

Solamente una especie fue registrada exclusivamente en el AP del proyecto la boa (*Boa imperator),* sin embargo, de acuerdo a las características del hábitat y los hábitos de esta especie se espera se encuentre en toda la zona (Kohler; 2003).

Todas las especies de fauna registradas en el AP catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son especies con amplia distribución en la Península de Yucatán, y algunas como la Iguana rayada negra (*Ctenosaura similis*) tolerantes a la perturbación (Kohler; 2003; Ceballos & Oliva, 2005; Aranda, 2018).

Tabla IV-66 Especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el AP.

Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el AP				
Familia	**Especie**	**Nombre común**	**NOM-059**	**AP**
Herpetofauna				
Hylidae	*Triprion petasatus*	Rana cabeza de pala	Pr	X
Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Gecko bandeado yucateco	A	X
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada negra	A	X
Boidae	*Boa imperator*	Boa	A	X
Aves				
Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro Frente Blanca	Pr	X
Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo Manglero	Pr	X

Con el fin de documentar la presencia de los ejemplares de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se registró la ubicación de cada una de ellas en el AP.

Tabla IV-67 Ubicación de las especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el AP

Ubicación de las especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el AP					
Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Coord observación	
				x	y
Herpetofauna					
Hylidae	*Triprion petasatus*	Rana cabeza de pala	Pr	272399	2227099
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada negra	A	272291	2227472
				271103	2227690
				271309	2227514
				271079	2227161
				271475	2227102
				271712	2227290
Boidae	*Boa imperator*	Boa	A	271076	2227098
Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Gecko bandeado yucateco	A	271653	2226816
Avifauna					
Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro Frente Blanca	Pr	272656	2227455
				272785	2226840
				272662	2227139
				271147	2226812
Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo Manglero	Pr	272342	2227599
				272656	2227455
				272851	2227269
				271147	2226812
				271497	2227441
				271646	2227240

*NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: A: Amenazado; Pr: protección especial

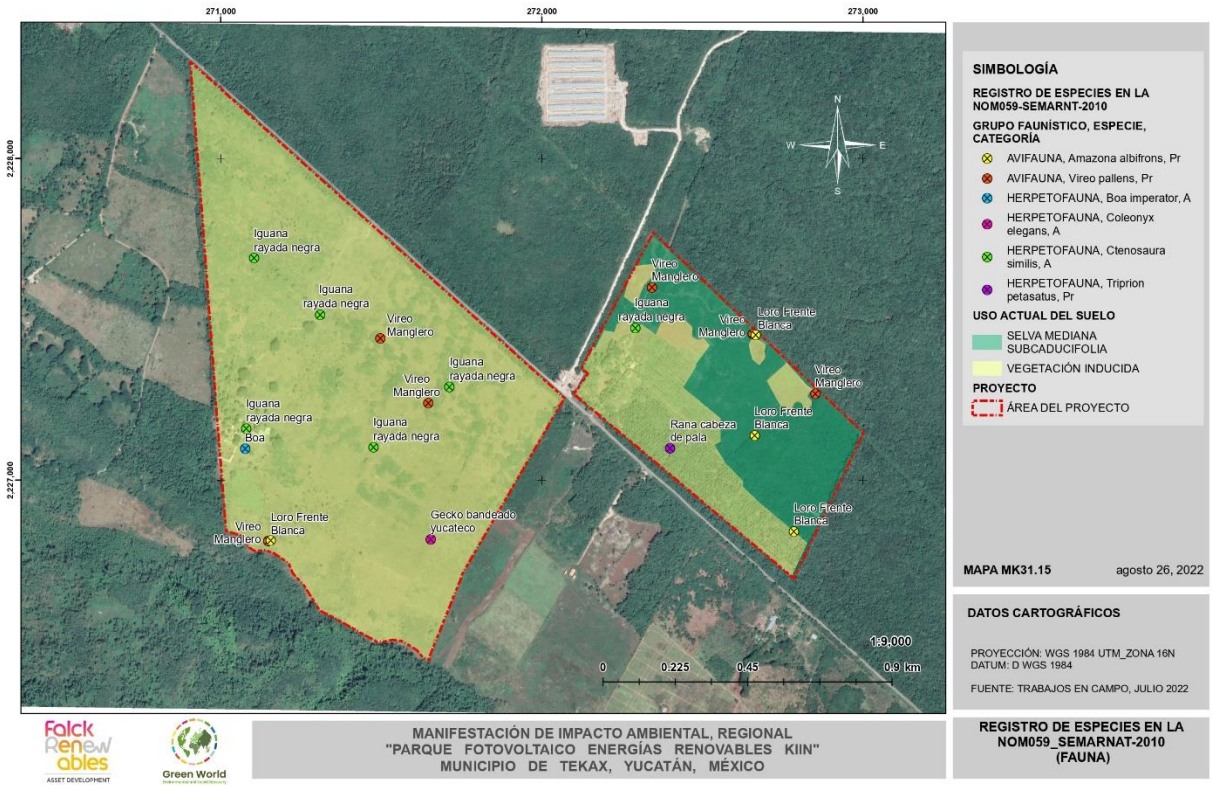


Figura IV-84. Ubicación de los registros de especies catalogadas en la NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010 en el AP.

IV.2.2.2.1.3.6 Discusión y Conclusión

El hábitat que sustenta a la fauna en el Área del proyecto tiene un historial de aprovechamiento agrícola y ganadero con diferentes intensidades de uso y en diferentes periodos históricos. Actualmente, los espacios naturales de la zona se encuentran bajo presión por el impacto que producen la ganadería, los asentamientos humanos, las carreteras y caminos, la cacería de subsistencia y el aprovechamiento de madera para construcción y combustible.

- Herpetofauna

El muestreo realizado para la herpetofauna en el AP se considera como suficiente para reflejar la riqueza y abundancia que este grupo presenta en estos sitios, de acuerdo con el estimador CHAO 1, uno de los mejores para evaluar las especies de fauna silvestre en áreas con poca riqueza (Walther & Moore, 2005; Hortal et al., 2006; González et al., 2010).

La diversidad de la herpetofauna en el AP y en el SAR de acuerdo con el índice de Shannon es media y comparten más de la mitad de las especies registradas.

Solamente 2 especies se registraron exclusivamente en el AP, ambas con amplia distribución en la Península de Yucatán, estos resultados sugieren que el hábitat del AP y el SAR es igualmente propicio para el establecimiento de este grupo.

El mayor impacto que se espera de la implementación del proyecto sobre la herpetofauna será durante la etapa de preparación del sitio, ya que los organismos serán desplazados por la remoción su hábitat del AP, al presentar una movilidad restringida, serán susceptibles de sufrir daños aun estén en sus refugios (Lovich & Ennen, 2011; Harrison et al., 2016). Para mitigar estas afectaciones se integrarán medidas específicas para proteger a este grupo y sus especies catalogadas en la NOM 059 2010 en el programa de rescate y reubicación de fauna.

- Avifauna

El muestreo realizado para la avifauna en el AP y en el SAR se considera como suficiente para dar cuenta de la riqueza y abundancia que este grupo presenta en estos sitios, de acuerdo con el estimador de Chao 1.

Todas las aves registradas durante el trabajo de campo son especies comunes para la vegetación inducida y la selva mediana subcaducifolia, hábitats principales de la zona del proyecto. Sin embargo, debido a que el trabajo en campo se realizó en fechas donde el fenómeno de la migración de aves neotropicales, no había iniciado no se obtuvo registro de las mismas (Howell & Webb, 1995; Kaufman, 1996).

La diversidad de la avifauna en el AP y en el SAR de acuerdo con el índice de Shannon es alta y comparten más de la mitad de las especies reportadas.

Solamente 8 especies se registraron exclusivamente en el AP, todas con amplia distribución en la Península de Yucatán, estos resultados sugieren que el hábitat del AP y el SAR es igualmente propicio para el establecimiento de la avifauna.

El mayor impacto que se espera de la implementación del proyecto sobre la la avifauna se dará durante la etapa de preparación del sitio, durante esta etapa los organismos serán desplazados debido a la remoción de su hábitat en el AP, así mismo, aunque los organismos registrados tienen una amplia movilidad, podrían sufrir daños por el movimiento de maquinaria y de personal propios de la fase de construcción del proyecto (Lovich & Ennen, 2011; Harrison et al., 2016).

Ya que el proyecto requerirá de la instalación de una LT de alta tensión, se debe considerar evaluar el riesgo de electrocución y colisión de las aves con esta estructura. (BirdLife International, 2003; De la Zerda & Roselli, 2003).

- Mastofauna

El muestreo realizado para la mastofauna terrestre tanto en el AP como en el SAR se considera como suficiente para dar cuenta de la riqueza y abundancia que este grupo presenta en estos sitios, de acuerdo con el estimador CHAO 1 (Villarreal et al., 2004).

La diversidad de la mastofauna terrestre en el AP y en el SAR de acuerdo con el índice de Shannon es media y comparten más de la mitad de las especies reportadas. Solamente 1 especie de mamífero terrestre se registró exclusivamente en el AP, el coyote (*Canis latrans*) especie considerada en expansión en la Peninsula de Yucatán, estos resultados sugieren que el hábitat del AP y el SAR es igualmente propicio para el establecimiento de los mamíferos

Todas las especies de los mamíferos silvestres registrados en el AP son especies abundantes en la vegetación inducida de la Península de Yucatán, generalistas y tolerantes a la perturbación (Ceballos & Oliva, 2005; Aranda, 2018).

Inclusive especies como el conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*) y el coyote (*Canis latrans*) se ven beneficiadas por las perturbaciones antropogénicas y que incluso tiene el potencial de convertirse en plaga. (Ceballos & Oliva, 2005).

En cuanto a los quirópteros la implementación de dos métodos complementarios para su registro (Estación de redeo y grabaciones ultrasónicas) nos permitió obtener una muestra significativa de las especies que se distribuyen en la zona. Al ser especies con una movilidad excepcional, su misma biología nos indica que las limitaciones artificiales de espacio no son tan importantes para este grupo que puede movilizarse en grandes números en búsqueda de su alimento. Se obtuvo el registro de 15 especies de quirópteros casi el 50 % del reportado para la Península de Yucatán.

Durante la fase de preparación del sitio para establecer el proyecto, todos los mamíferos que se distribuyen dentro del AP se verán afectados por la remoción de la vegetación que implica la perdida de hábitat, sin embargo, los organismos cuya movilidad es restringida serán más susceptibles a sufrir daños por el movimiento de maquinaría y personal, (Lovich & Ennen, 2011; Harrison et al., 2016).

Durante la fase de operación del proyecto, los mamíferos terrestres de amplia movilidad son los que se verán más afectados ya que el parque solar se convertirá en una barrera que fragmentará el hábitat y dificultará la movilidad de la mastofauna que requiera atravesar el AP en búsqueda de recursos y refugio (Lovich & Ennen, 2011; Harrison et al., 2016).

IV.2.3 Medio socioeconómico

Como se ha apuntado anteriormente, el proyecto denominado Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin se ubicará en el municipio de Tekax en el estado de Yucatán. Dicho municipio tiene una extensión territorial de 2,768 km^2, que representan el 6.94% de la superficie en relación con el estado de Yucatán. El municipio está integrado por 91 localidades, siendo la localidad Tekax De Álvaro Obregón la cabecera municipal, la cual cuenta con una población total de 27,751 habitantes, de los cuales 12,583 son hombres y 13,167 son mujeres. La cabecera municipal se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas, Longitud 89°17'17'' O, Latitud 20°12'07'' N, Altitud 21 msnm. El municipio es clasificado, según su tamaño poblacional, como Urbano Medio.

Tabla IV-68 Datos generales, Tekax, Yucatán.

Datos Generales, Tekax	
Número de localidades del municipio:	91
Superficie del municipio en km²:	2,768 km²
% de superficie que representa con respecto al estado:	6.94
Cabecera municipal:	Tekax De Álvaro Obregón
Población de la cabecera municipal:	25,751
Hombres:	12,584
Mujeres:	13,167
Coordenadas geográficas de la cabecera municipal	
Longitud:	89°17'17'' O
Latitud:	20°12'07'' N
Altitud:	21 msnm
Clasificación del municipio según tamaño de localidades*:	Urbano Medio

Nota: *El INAFED construyó una clasificación de municipios según el tamaño de sus localidades, basándose en estudios del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2005) e INEGI; la cual comprende los siguientes rangos:
Metropolitano: más del 50% de la población reside en localidades de más de un millón de habitantes.
Urbano Grande: más del 50% de la población reside en localidades entre 100 mil y menos de un millón de habitantes
Urbano Medio: más del 50% de la población vive en localidades entre 15 mil y menos de 100 mil habitantes.
Semiurbano: más del 50% de la población radica en localidades entre 2500 y menos de 15 mil habitantes.
Rural: más del 50% de la población vive en localidades con menos de 2500 habitantes.
Mixto: La población se distribuye en las categorías anteriores sin que sus localidades concentren un porcentaje de población mayor o igual al 50%.
Fuente: INAFED. Sistema Nacional de Información Municipal. Consulta realizada en agosto de 2022.

IV.2.3.1 Historia[5]

Sobre la fundación de Tekax "Allí donde está el bosque", no hay datos exactos. En la época prehispánica perteneció al cacicazgo de Tutulxiú. En 1558, Tekax recibió la visita del Comisario

[5] Información extraida de la Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México del INAFED.

General de la Nueva España. De 1749 y hasta 1795 perteneció al Partido de la Sierra alta. En 1809, se convirtió en cabecera de la Sub-delegación de intendencia de Yucatán. En 1823, se le concedió el título de Villa. En 1825, pasó a ser cabecera del Partido de la Sierra alta. En 1841, obtuvo el título de Ciudad. En 1922, se derogaron los decretos que le concedieron los títulos de Ciudad y Villa y se vuelve a la categoría de Pueblo. En 1928, por decreto, el pueblo de Tekax se llamó Ciudad Obregón. En 1930, se abrogó el anterior decreto y se le designa con el nombre de Tekax de Álvaro Obregón.

En lo referente al patrimonio cultural, la diversidad del arte popular que se produce en el municipio se expresa en artesanías de talabartería, joyería y en Pencuyut: confección de hamacas.

Tekax cuenta con un marcado patrimonio cultural edificado. Entre los edificios históricos que forman parte del patrimonio cultural de este municipio encontramos el Exconvento y parroquia de San Juan Bautista siglo XVII; la ermita de San Diego, siglo XVII; la capilla de San Francisco y la capilla del Padre Eterno. En cuanto a los principales sitios arqueológicos encontramos los de Chamultún, Chuncanap, Itzitz, Nocacab, Santa María, Tzulay, Xaya, Kinil, Tixhualahtun, Chacchob, San Diego, Ticum y Cotbé.

IV.2.3.2 Población

La dinámica poblacional del municipio Tekax, durante el periodo del año 1990 al año 2020, en intervalos de 5 años, indica un aumento constante pero moderado de la población. Del año 1990 al año 1995, el aumento en la población fue de 3,788 habitantes. Del año 1995 al año 2000, el aumento poblacional fue de 2,134 habitantes. Del año 2000 al año 2005, el aumento poblacional fue de 2,652 habitantes. Del año 2005 al año 2010, el aumento poblacional fue de 3,093 habitantes. Del año 2010 al año 2015, el incremento en la población fue de 1,893 habitantes. Y por últmo, del año 2015 al año 2020, la problación incrementó en 2,622 habitantes.

Tabla IV-69 Población 1990-2020, Tekax

Población 1990-2020, Tekax							
	1990	**1995**	**2000**	**2005**	**2010**	**2015***	**2020**
Hombres	14,583	16,533	17,607	18,513	19,975	20,808	22,128
Mujeres	14,297	16,135	17,195	18,941	20,572	21,632	22,934
Total	**28,880**	**32,668**	**34,802**	**37,454**	**40,547**	**42,440**	**45,062**

Notas: El INAFED construyo los intervalos de 5 años a partir de:

INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

* INEGI. Encuesta Intercensal 2015 (Fecha de elaboración: 08/12/2015).

Los límites de confianza se calculan al 90 por ciento.

INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

INEGI. II Conteo de Población y Vivienda 2005.

INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

INEGI. Conteo de Población y Vivienda 1995.

INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda 1990.

Fuente: INAFED. Sistema Nacional de Información Municipal. Consulta realizada en agosto del 2022.

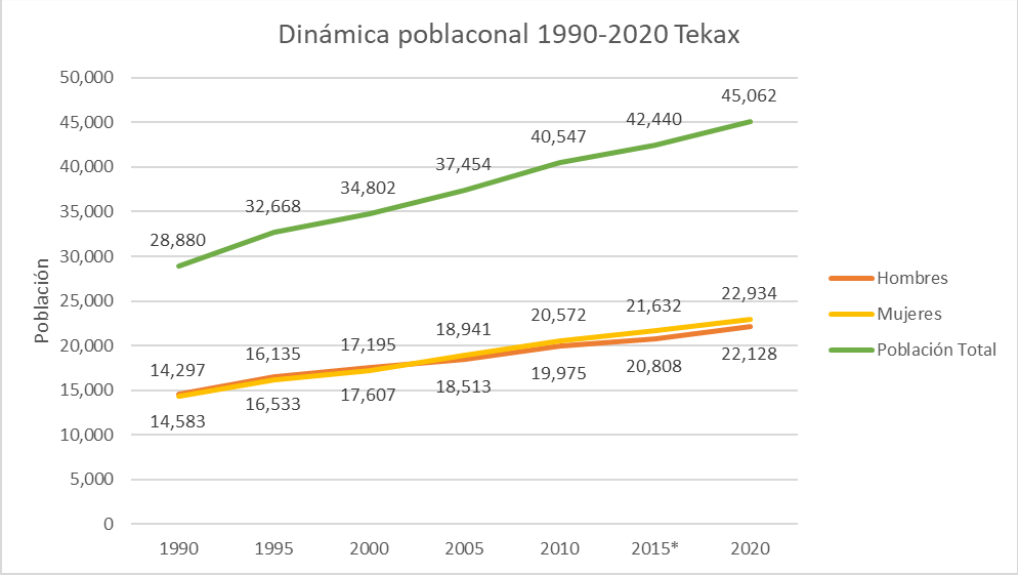


Figura IV-85 Dinámica poblacional Tekax, 1990-2020.

Un dato importante a la hora de realizar el estudio demográfico de una zona determinada es la densidad de población. Entendemos por densidad poblacional al resultado obtenido de la división entre la población total de una determinada entidad territorial y su superficie. Generalmente se expresa en habitantes/kilómetro cuadrado. Este factor puede utilizarse como uno de los indicadores de las necesidades y actividades humanas, sobre todo en las zonas rurales, al interrelacionarse los factores demográficos junto con los recursos ecológicos y la comercialización de la agricultura. Un desequilibrio entre ellos puede ejercer una presión negativa sobre los recursos de la tierra y amenazar la sostenibilidad del medio natural.

En este sentido, la información obtenida en las estadísticas oficiales muestra que la densidad poblacional en el municipio Tekax fue de 14.28 habitantes por km^2 en el año 1995, 15.71 habitantes por km^2 en el año 2000, 17.84 habitantes por km^2 en el año 2005 y de 20.05 habitantes por km^2 en el año 2010.

Tabla IV-70 Densidad poblacional 1990-2020, Tekax.

Densidad poblacional 1990–2010, Tekax							
	1990	**1995**	**2000**	**2005**	**2010**	**2015**	**2020**
Densidad de población municipal (Hab/Km²)	10.43	11.80	12.57	13.53	14.64	15.33	16.27
Fuente: INAFED. Sistema Nacional de Información Municipal. Consulta realizada en agosto del 2022.							

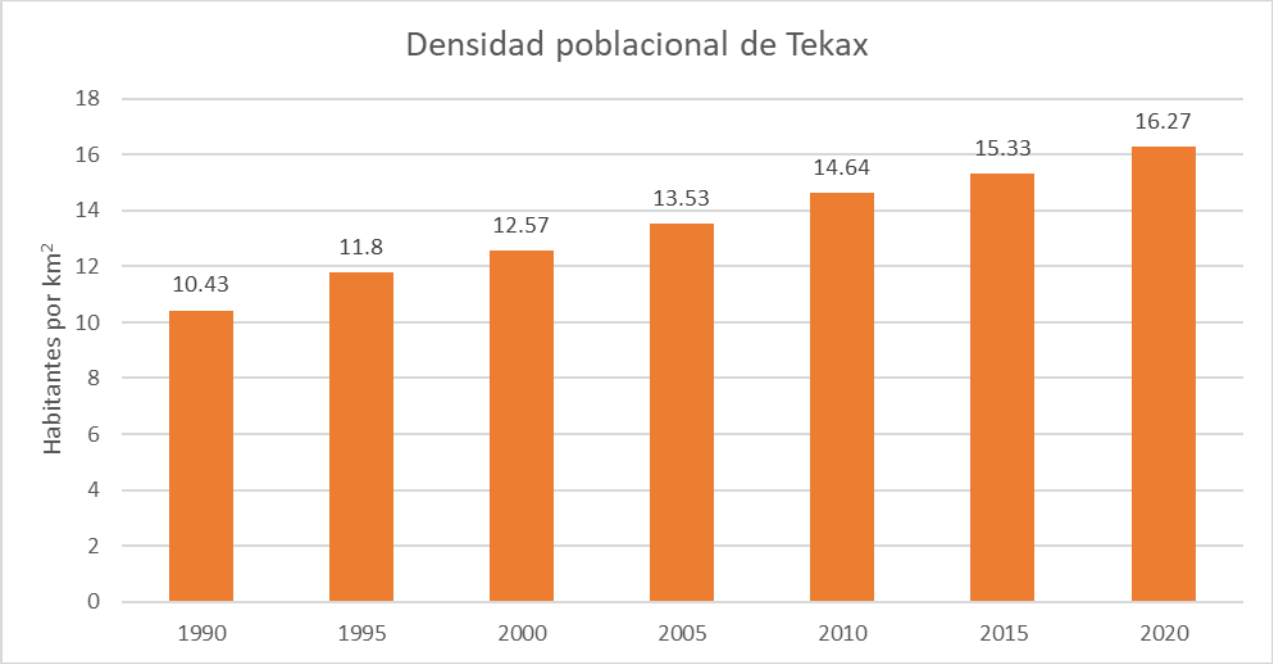


Figura IV-86 Densidad poblacional 1995-2020, Tekax

IV.2.3.2.1 Condición de habla indígena y español

Según el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), en el municipio de Tekax, existe una población total que habla lengua indígena de 23,556 habitantes, de los cuales 11,796 son hombres y 11,760 son mujeres.

De la población que habla alguna lengua indígena, 20,096 habitantes hablan español; 10,394 de ellos son hombres y 9,702 son mujeres. Así mismo, en el municipio existe una población total de 14,465 habitantes que no hablan lengua indígena.

Tabla IV-71 Condición de habla indígena y español, Tekax.

Distribución de la población de 3 años y más, según condición de habla indígena y español, 2010			
Indicador	**Total**	**Hombres**	**Mujeres**
Población que habla lengua indígena	**23,556**	**11,796**	**11,760**

Distribución de la población de 3 años y más, según condición de habla indígena y español, 2010			
Habla español	20,096	10,394	9,702
No habla español	3,318	1,330	1,988
No especificado	142	72	70
Población que no habla lengua indígena	**14,465**	**6,948**	**7,517**
No especificado	**56**	**26**	**30**
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.			

IV.2.3.2.2 Lenguas indígenas habladas en el municipio

Según el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, en el municipio Tekax se hablan 8 lenguas indígenas: Maya, Chol, Tzeltal, Zapoteco, Popoluca Tzotzil, Mame y Náhuatl. Así mismo, existe población que hablan una lengua indígena no especificada. Las 3 lenguas indígenas más habladas en el municipio son; Maya, con 105 hablantes de la lengua; Chol, con 50 habitantes que lo hablan; Lengua indígena no identificada, con 35 habitantes que hablan esta lengua.

Tabla IV-72 Lenguas indígenas más habladas en Tekax.

las 3 Lenguas indígenas más habladas en el municipio, 2020			
Lengua indígena	Número de hablantes		
	Total	Hombres	Mujeres
Maya	23,000	11,495	11,505
Chol	73	39	34
Lengua Indígena No Especificada	50	28	22
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.			

IV.2.3.3 Migración

La migración es el cambio de residencia de manera temporal o definitiva, cuando una persona deja el municipio, el estado o el país donde reside para residir en otra entidad federativa, en otro país, como por ejemplo Estados Unidos de América.

En el municipio Tekax, la población total nacida en la entidad federativa es de 40,547 habitantes, la población total nacida en otra entidad federativa es de 19,975 habitantes, la población total nacida en Estados Unidos de América es de 30 habitantes, y la población total nacida en otros países es de 19 habitantes.

Tabla IV-73 Población por lugar de nacimiento, Tekax.

Población total por lugar de nacimiento según sexo, 2010			
Lugar de nacimiento	**Población total**		
	Total	**Hombres**	**Mujeres**
En la entidad federativa	39,302	19,272	20,030
En otra entidad federativa	1,166	664	502
En los Estados Unidos de América	30	14	16
En otro país	19	10	9
No especificado	30	15	15
Total	**40,547**	**19,975**	**20,572**
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.			

IV.2.3.4 Actividad económica

El municipio Tekax tiene una población económicamente activa de 15,533 habitantes, de los cuales 11,504 son hombres y 4,029 son mujeres. La población no económicamente activa del municipio es de 14,812 habitantes, de los cuales 3,403 son hombres y 11,409 son mujeres.
De la población económicamente activa, 15,264 habitantes se encuentran ocupados; 11,268 son hombres y 3,996 son mujeres. La población desocupada es de 269 habitantes; 236 son hombres, mientras que 33 son mujeres.

Tabla IV-74 Población por condición de actividad económica, Tekax.

Distribución de la población por condición de actividad económica					
Indicadores de participación económica	**Total**	**Hombres**	**Mujeres**	**% Hombres**	**% Mujeres**
Población económicamente activa (PEA)	**15,533**	**11,504**	**4,029**	**74.06**	**25.94**
Ocupada	15,264	11,268	3,996	73.82	26.18
Desocupada	269	236	33	87.73	12.27
Población no económicamente activa	**14,812**	**3,403**	**11,409**	**22.97**	**77.03**
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.					

IV.2.3.4.1 Principales actividades productivas

Según datos del Censo Económico 2019, los sectores económicos que concentraron más unidades económicas en Tekax fueron Industrias Manufactureras (1,138 unidades), Comercio al por Menor (703 unidades) y Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (301 unidades).

IV.2.4 Paisaje

El paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica, por lo que, el paisaje se entiende como una superficie de terreno heterogénea, compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción que se repiten de forma similar en ella. Esta aproximación al paisaje es muy atractiva y asume el concepto de paisaje total, al identificar al paisaje con el medio y definirlo por la combinación de determinados ecosistemas, sus interacciones, la geomorfología y el clima, la perturbación que los afecta y la abundancia relativa de los ecosistemas combinados.

En función de lo anterior, el concepto paisaje se ha considerado con base a dos aspectos fundamentales:

Como elemento perceptual aglutinador de toda una serie de características del medio físico (Dunn, 1974)

Como el efecto negativo o positivo que produce el desarrollo del proyecto en un contexto determinado (Laurie, 1970).

Siendo que el proyecto modificará de manera significativa la calidad escénica, es donde radica la importancia de evaluar al componente paisaje como uno de los componentes que conforman el ambiente.

El objetivo principal del presente apartado es valorar la calidad del paisaje del área donde se desarrollará el proyecto. Para desarrollar lo anterior se tomaron en cuenta tres importantes componentes propios del paisaje: visibilidad, calidad paisajística y fragilidad.

IV.2.4.1 Visibilidad

Se entiende a la visibilidad como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Usualmente se estudia mediante datos topográficos, como altitud, orientación y pendiente, considerando además puntos clave de avistamiento.

Existen diferencias notables en la percepción del paisaje, sin observadores y con alta frecuencia de visitas, dado que la población afectada toma importancia en el segundo caso. En el análisis de visibilidad se consideraron como puntos de observación los sitios desde donde es observable el paisaje (Localidades y Poblaciones con observadores potenciales). Debido a esto, para el caso de este estudio, dichos puntos consisten en las localidades aledañas al proyecto, así como los puntos de tránsito como carreteras principales.

Para la realización de este análisis fue necesario la delimitación de una cuenca visual, la cual se define como el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación o, dicho de otra manera, es el entorno visual de un punto (Sanz Tévar, 1996), con la finalidad de identificar el grado de impacto que se presentara a la visibilidad del paisaje.

Para determinar la cuenca visual del proyecto se consideró la altura y superficie a ocupar de sus componentes. Los siguientes 3 rangos de alcance o planos visuales, describen la capacidad de percepción visual de un ser humano de altura promedio, los cuales cuentan con los siguientes parámetros.

1. **Plano visual cercano.** De 0 a 1 km, donde se tiene una percepción detallada de los objetos, tanto en el tamaño como en la intensidad y contraste de su colorido.
2. **Plano visual mediano.** De 1 a 5 km, en donde se perciben formas generales y líneas, se pierden los detalles singulares de los objetos, no obstante, se aprecia el conjunto de los componentes.
3. **Plano visual lejano.** De 5 a 10 km, en donde ya no se percibe el detalle si no la silueta. La intensidad de los colores se debilita y las texturas se desvanecen, es decir, se percibe como fondo escénico.

La obtención de la cuenca visual es de gran importancia para la evaluación de impactos visuales. La mayor parte de los estudios encaminados al análisis visual del paisaje conceden gran importancia a la determinación de las áreas de visibilidad desde los distintos puntos de observación (Lovejoy, 1973). Para el presente caso, entendemos por visibilidad aquellas zonas visibles desde los denominados "observadores humanos" (núcleos urbanos, carreteras y otras áreas frecuentadas por el hombre). De acuerdo con las características descritas anteriormente de los planos o rangos visuales, se realizó el análisis de cuenca visual a través de un programa especializado en cartografía digital. El resultado de este análisis se presenta a continuación en la siguiente figura.

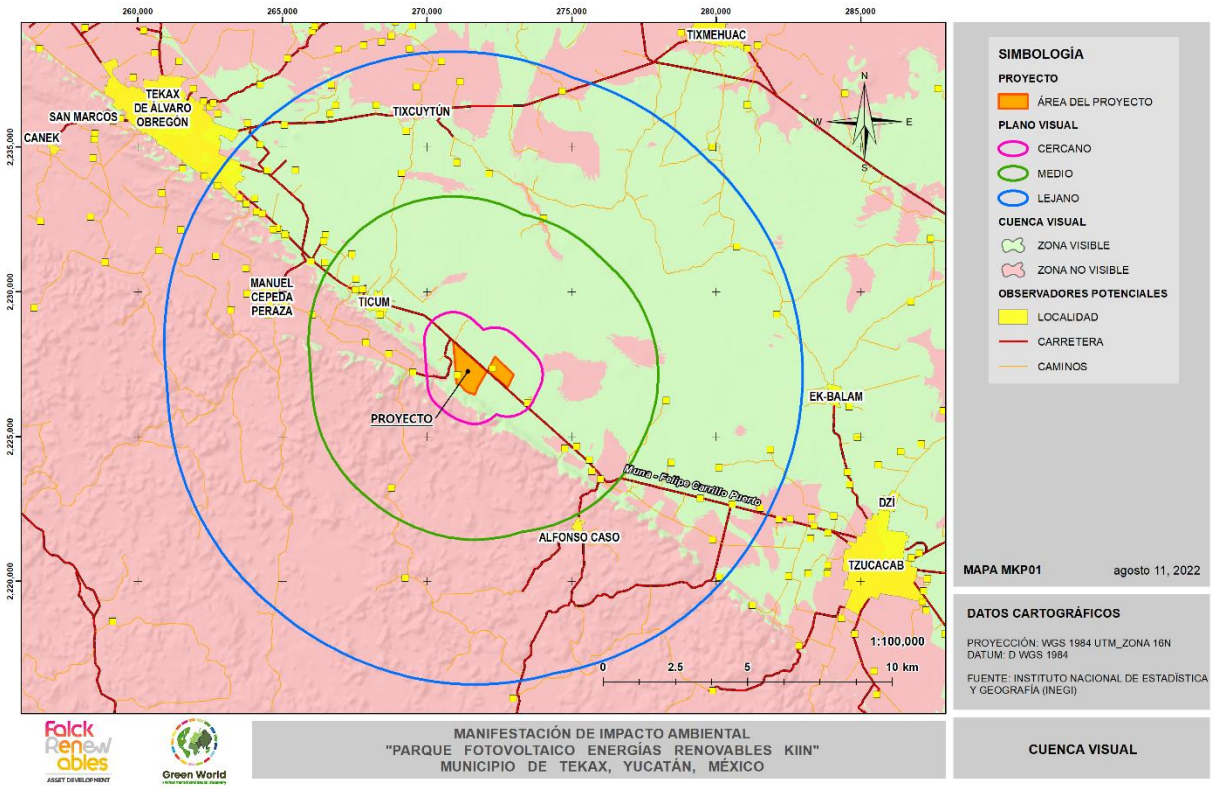


Figura IV-87 Cuenca visual

IV.2.4.1.1 Puntos de observación

El (Forest Service, British Columbia, 1981) define los puntos de observación como localizaciones potenciales o específicas que ofrecen oportunidades para visualizar panorámicas y/o paisajes de especial interés, y cita como ejemplos de puntos de observación:

- Áreas de descanso
- Áreas de recreo
- Sendas y caminos de alto tránsito
- Carreteras
- Zonas residenciales

Asimismo, para determinar los puntos de observación se debe considerar lo siguiente: número de veces que la actividad potencial será vista, el número de observadores que verán la actividad y la distancia desde la cual será vista.

Dentro de los planos visuales se identificaron dos tipos de puntos de observación, localidades y carreteras. En el plano visual cercano se han identificado 6 localidades que serán las que percibirán el proyecto de manera inmediata. Para el caso de los puntos en las estructuras viales, se identificó a la carretera "Muna- Felipe Carrillo Puerto" como variable debido al tránsito constante de automóviles. En la siguiente tabla se enlistan los puntos de observación identificados por medio del modelo digital de elevación.

Tabla IV-75 Localidades presentes en planos visuales

Clave	Nombre de localidad	Plano visual	Condición	Número de habitantes
3107900400241800	San Jorge	Cercano	Inactiva	0
3107901750241800	Comanches	Cercano	Activa	4
3107902620241800	X-Kanlol	Cercano	Activa	1
3107904170241800	Kadi [Rancho]	Cercano	Activa	4
3107904880241800	Pakán	Cercano	Activa	2
3107904890241800	Kilómetro 68 [Rancho]	Cercano	Inactiva	0
3107901090222800	Plan Chac Pozo Seis	Medio	Activa	6
3107903370241800	Plan Chac Pozo Siete	Medio	Inactiva	0
3107904850241800	San Carlos	Medio	Activa	2
3107904870241800	San Juan	Medio	Activa	0
3107900170241800	San Antonio Xnuc	Medio	Activa	8
3107903710241800	Pachpuc	Medio	Inactiva	0
3107904440241800	La Flor de Nayarit	Medio	Activa	8

La tabla anterior no muestra las localidades dentro del plano visual lejano. Esto se debe a que en la visita de campo se constató **que la vegetación circundante es una barrera natural para los impactos visuales**. Se podría considerar que los puntos de observación que se verán afectados por la instalación del proyecto son: las localidades del plano visual cercano y la

carreta "Muna- Felipe Carrillo Puerto", sin embargo, en este análisis también se incluyen las localidades del plano visual medio.

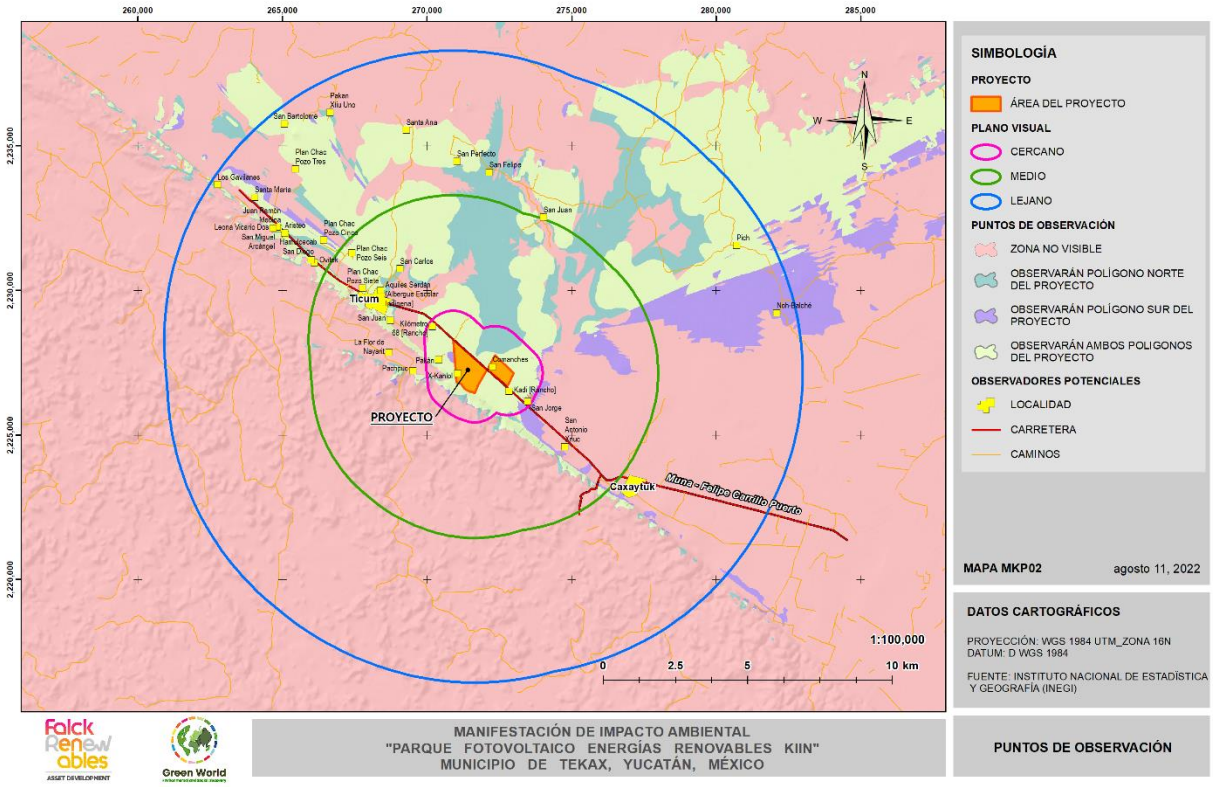


Figura IV-88 Puntos de observación

IV.2.4.2 Evaluación de calidad visual y fragilidad del paisaje

Para realizar la evaluación de la de calidad visual y fragilidad del paisaje, dentro de los rangos visuales se requiere dividir zonas sean homogéneas (de acuerdo con sus rasgos hidrológicos y edafológicos, usos de suelos y tipo de vegetación, topoformas, etc.) mediante la creación de Unidades de Paisaje (UP).

La división del territorio en estas unidades se lleva a cabo atendiendo a los aspectos visuales considerados como definitorios del paisaje (Noción del Paisaje, 2002).

La determinación de UP se realizó con la finalidad de acotar zonas de evaluación del paisaje y facilitar su entendimiento. La unidad de paisaje se define como una combinación de elementos que genera, a una determinada escala, una fisonomía particular, una organización morfológica diferenciada y diferenciable, que hace a una parte del territorio distinta de otra. De este modo, se definen y delimitan las UP como una serie de "espacios" cerrados con características propias que forman parte del paisaje (Muñoz Pedreros, 2004).

Para determinar las UP se realizó una evaluación multicriterio, en la cual, se establecieron como componentes principales de análisis a: la pendiente del terreno, orografía, vegetación, usos del suelo y escurrimientos. Este análisis se realizó a través de un software especializado en cartografía digital. La siguiente figura muestra las unidades de paisaje definidas.

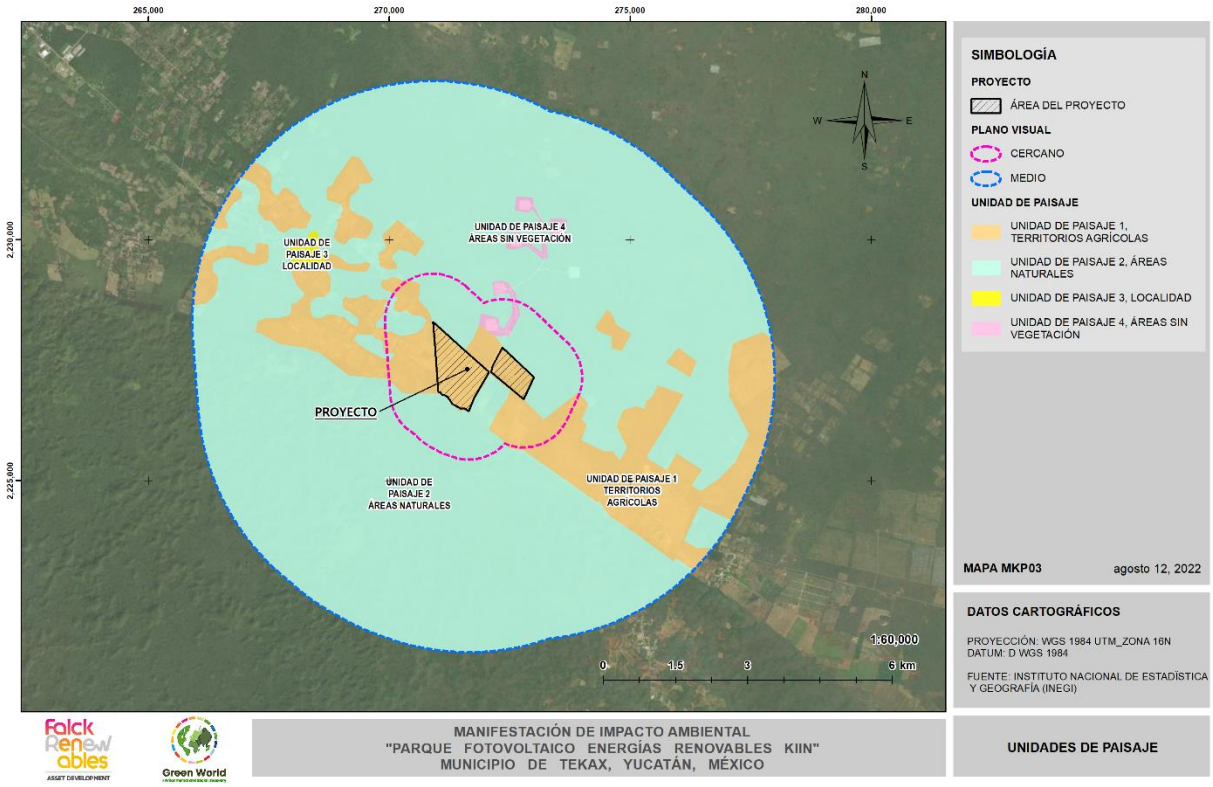


Figura IV-89 Unidades de paisaje

IV.2.4.2.1 Calidad del paisaje

Se entiende como calidad del paisaje el grado de excelencia de este, su capacidad para no ser alterado o destruido, o, en otras palabras, su mérito para que su esencia y su estructura se conserve (Blanco A., 1979).

La calidad del paisaje fue evaluada por una metodología subjetiva pero sistemática en la que se califica cada uno de los elementos relevantes de cada unidad de paisaje. En esta evaluación se consideraron los elementos que aplican a la zona de interés, por ejemplo: en donde dominan los elementos verdes, la presencia de agua, la diversidad paisajística, etc.

En la siguiente tabla se puede observar los valores otorgados a cada factor según sean sus características.

Tabla IV-76 Tabla de valores de calidad del paisaje

Componente	Puntaje		
	1	3	5
Morfología	Colinas suaves, fondos de valles planos, pocos o ningún detalle singular.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Relieve montañoso, marcado y prominente, o bien presencia de algún rasgo muy singular dominante.
Vegetación	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.	Alguna variedad en la vegetación, peros solo uno o dos tipos.	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes.
Fauna	Escasa presencia de fauna silvestre.	Presencia de fauna, algunas especies de importancia.	Alta presencia de fauna, de especies de importancia o endémicas.
Agua	Ausente o inapreciable.	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominantes en el paisaje.	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas o láminas de agua en reposo.
Color	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo,	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre

Componente	Puntaje		
	1	3	5
		roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	suelo, vegetación, roca, agua y nieve.
Fondo Escénico	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.
Rareza	Bastante común en la región.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Único o poco corriente o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional.
Actuaciones Humana	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.

A continuación, se evalúan las unidades de paisaje definidas.

- Unidad de paisaje 1, Territorios agrícolas

En esta unidad de paisaje se encuentra el área del proyecto. Comprende áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, pastizales cultivados y otras zonas agrícolas. Se encuentra principalmente distribuida a las orillas de la carretera "Muna- Felipe Carrillo Puerto".

Tabla IV-77 Características de la unidad de paisaje 1

Componente	Descripción	Puntaje
Morfología	Zona con pendientes ligeras	1
Vegetación	Áreas dedicadas a cultivos	1
Fauna	Áreas con agrícolas con escasa presencia de fauna silvestre.	1
Agua	No hay cuerpos de agua	1
Color	Existe poca variedad en los colores	1
Fondo Escénico	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.	1

Componente	Descripción	Puntaje
Rareza	Bastante común en la región.	1
Actuaciones Humanas	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	1



Figura IV-90 Unidad de paisaje 1 "Territorios agrícolas"

- Unidad de paisaje 2, Áreas naturales

Esta unidad de paisaje es la de mayor extensión en los planos visuales, se caracteriza por contener vegetaciones secundarias de dos tipos: arbustiva de selva mediana subcaducifolia y arbórea de selva mediana subcaducifolia. Siendo esta ultima la de mayor extensión. El estrato arbóreo de esta selva se presenta de 15 a 20 metros con estratos arbustivos y herbáceos reducidos.

Tabla IV-78 Características de la unidad de paisaje 2

Componente	Descripción	Puntaje
Morfología	Este tipo de vegetación se encuentra sobre la falla Sierra Ticul, donde predominan lomeríos bajos y en la llanura rocosa donde la pendiente es ligera.	5
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes.	5
Fauna	Alta presencia de fauna, de especies de importancia o endémicas.	5
Agua	No hay cuerpos de agua.	1
Color	Existe variedad e intensidad en los colores.	5
Fondo Escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	5
Rareza	Característico, aunque similar a otros en la región.	3
Actuaciones Humanas	Se caracteriza por ser vegetación secundaria, por lo que hay presencia de actividades humanas, sin embargo, estas actuaciones no afectan la calidad visual.	5



Figura IV-91 Unidad de paisaje 2 "Áreas naturales"

- Unidad de paisaje 3: Localidad Ticum

Esta localidad rural, se encuentra dentro del plano visual medio. Cuenta con 1,073 habitantes y se encuentra a aproximadamente 2.5km de distancia al área del proyecto. Ticum se encuentra en una zona de pendientes ligeras y está rodeada de vegetación por lo que el proyecto no será visible desde ella.

Tabla IV-79 Características de la unidad de paisaje 3

Componente	Descripción	Puntaje
Morfología	Pendiente ligera	1
Vegetación	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.	1
Fauna	Escasa presencia de fauna silvestre.	1
Agua	No hay cuerpos de agua.	1

Componente	Descripción	Puntaje
Color	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.	1
Fondo Escénico	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.	1
Rareza	Bastante común en la región.	1
Actuaciones Humanas	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	1



Figura IV-92 Unidad de paisaje 3 "Localidad Ticum"

- Unidad de paisaje 4: Áreas sin vegetación

Esta unidad de paisaje son zonas sin vegetación natural derivada de la presencia de infraestructura destinada a la actividad avícola. Se encuentra inmensa en la selva mediana subcaducifolia y se ubica al norte del área del proyecto.

Tabla IV-80 Características de la unidad de paisaje 4

Componente	Descripción	Puntaje
Morfología	Pendiente ligera	1
Vegetación	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.	1
Fauna	Escasa presencia de fauna silvestre.	1
Agua	No hay cuerpos de agua.	1
Color	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.	1
Fondo Escénico	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.	1
Rareza	Bastante común en la región.	1
Actuaciones Humanas	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	1



Figura IV-93 Unidad de paisaje 4 "Áreas sin vegetación"

Para adecuar esta metodología a las características de la zona en donde se encuentra el proyecto, se consideró que cada factor es sólo una parte del paisaje y que no todos tienen la misma importancia en la calidad visual. A cada componente se le otorgo un coeficiente de

ponderación en función de su jerarquía (1, 2 o 3). En la siguiente tabla se exponen los coeficientes de ponderación.

Tabla IV-81 Coeficientes de ponderación

Componente	Valor de importancia
Morfología	1
Vegetación	2
Fauna	3
Agua	1
Color	2
Fondo escénico	1
Rareza	2
Actuaciones humanas	3

Una vez definidos los valores de ponderación según su importancia, la calidad visual del paisaje se calculó mediante la siguiente formula:

$$Calidad\ visual = 1(morfología) + 2(vegetación) + 3(fauna) + 1(agua) + 2(color) + 1(fondo\ escenico) + 2(rareza) + 3(actuaciones\ humanas)$$

Para determinar la calidad visual del paisaje se propusieron cinco categorías de calidad, de acuerdo con los rangos de puntuación obtenidos para cada UP, se consideró 75 como el valor más alto a obtener. La siguiente tabla muestra los rangos de puntuación para cada categoría de calidad visual del paisaje.

Tabla IV-82 Rangos de clasificación para la calidad visual del paisaje

Calidad	Rangos de Puntuación
Alta	63 a 75
Media alta	51 a 62
Media	38 a 50
Media baja	26 a 37
Baja	14 a 25
Calidad baja: áreas con características y rasgos comunes.	

Calidad	Rangos de Puntuación
Calidad media: áreas que reúnen características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros. Calidad alta: área que reúnen características excepcionales para cada aspecto considerado.	

Con las puntuaciones obtenidas para cada una de las UP se realizó la sumatoria con la finalidad de generar la categorización de la calidad general del paisaje en los planos visuales. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV-83 Calidad visual de unidades de paisaje

Unidad de paisaje	Puntuación	Calidad
1. Territorios agrícolas	15	Baja
2. Áreas naturales	67	Alta
3. Localidad	15	Baja
4. Áreas sin vegetación	15	Baja

Resultados

Los resultados anteriores indican a la unidad de paisaje 2 correspondiente a las "Áreas naturales" como la de mayor calidad visual. Esto se debe que es un paisaje colorido, denso, atractivo y extenso. Por lo que su esencia y estructura deberá están encaminada a la conservación. Asimismo, los resultados indican que las unidades de paisaje 1,3 y 4, cuentan con calidad visual baja. Esto sucede generalmente, cuando hay excesivas actuaciones humanas no integradas en el paisaje. En la siguiente figura se muestra la distribución de la calidad en los planos visuales.

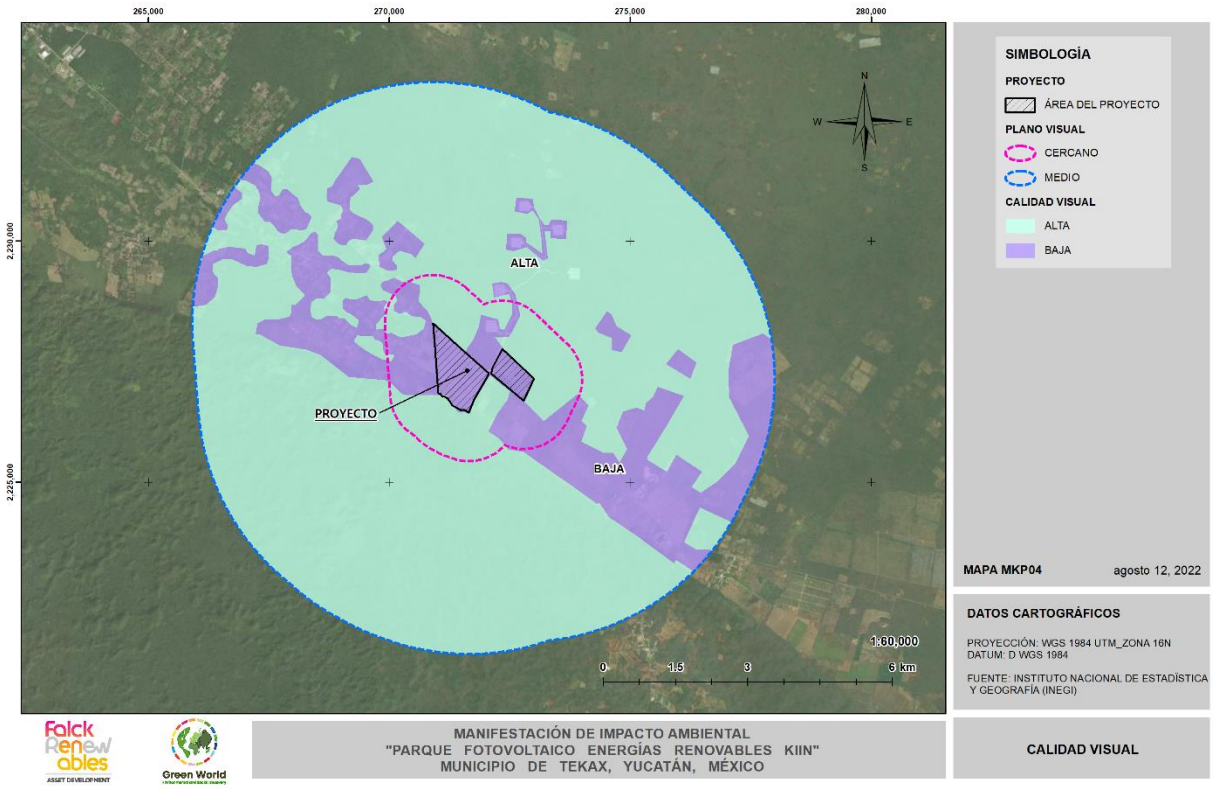


Figura IV-94 Calidad visual en los planos visuales

IV.2.4.2.2 Fragilidad del paisaje

La fragilidad se define como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad diferente sobre él. (Escribano, De Frutos, Iglesis, Mataix, & Torrecilla, 1987) Expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. La fragilidad visual es inversa a la Capacidad de Absorción Visual (CAV), que es la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin disminuir su calidad visual, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV-84 Capacidad de Absorción Visual (CAV) vs Fragilidad

CAV	Fragilidad
Alta	Baja

CAV	Fragilidad
Media alta	Media baja
Media	Media
Media baja	Media alta
Baja	Alta

En la valoración de la fragilidad del paisaje se utilizó la metodología propuesta por (Yeomans, 1986) para la evaluación de la Capacidad de Absorción Visual, cuyos criterios se resumen en la siguiente tabla.

Tabla IV-85 Criterios para valorar la fragilidad del paisaje (Yeomans, 1986)

Elementos	Puntaje		
	3 Alta	2 Media	1 Baja
Pendientes (S)	Inclinado (pendiente > 55%)	Inclinado suave (25-55%)	Poco inclinado (0-25%)
Diversidad vegetal. (D)	Diversificado e interesante	Mediana diversidad, repoblaciones.	Eriales, prados y matorrales. Sin vegetación o monoespecífica.
Erosionabilidad del suelo. (E)	Poca o ninguna restricción por riesgo bajo de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Restricción moderada debido a cierto riesgo de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Restricción alta, derivada de riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.
Contraste suelo/vegetación. (V)	Alto contraste visual entre suelo y vegetación.	Contraste visual moderado entre suelo y vegetación.	Contraste visual bajo entresuelo y vegetación, o sin vegetación.
Vegetación, potencial de regeneración. (R)	Alto potencial de regeneración.	Potencial de regeneración medio.	Sin vegetación, o potencial de regeneración bajo.
Contraste suelo/ roca. (C)	Contraste alto.	Contraste moderado.	Contraste bajo o inexistente.

Los factores biofísicos implicados se integran en la siguiente formula:

$$CAV=S\times(E+R+D+C+V)$$

S= pendiente (a mayor pendiente mayor CAV). Este factor es el más significativo por lo que actúa como multiplicador.

E= erosionabilidad (a mayor E, menor CAV).

R= capacidad de regeneración de la vegetación (a mayor R, mayor CAV).

D= diversidad de la vegetación (a mayor D, mayor CAV).

C= contraste de color suelo y roca (a mayor C, mayor CAV).

V= contraste suelo-vegetación (a mayor V mayor CAV).

Tabla IV-86 Rangos de la CAV

CAV	Rangos
Alta	37 a 45
Media alta	28 a 36
Media	19 a 27
Media baja	10 a 18
Baja	1 a 9
Baja CAV = fragilidad alta; Media baja CAV= fragilidad media alta; Media CAV= fragilidad media; Media alta CAV= fragilidad media baja; Alta CAV= fragilidad baja	

Con base en la metodología expuesta, se procedió a valorar las unidades de paisaje, cuyos valores asignados se resumen en la siguiente tabla.

Tabla IV-87 Valoración de la CAV de las Unidades de Paisaje

Elementos	UP1	UP2	UP3	UP4
Pendientes (S)	1	2	1	1
Diversidad vegetal (D)	1	3	1	1
Erosionabilidad del suelo (E)	2	3	1	1
Contraste suelo/vegetación (V)	1	3	1	1
Vegetación, potencial de regeneración (R)	1	3	1	1
Contraste suelo/ roca (C)	1	3	1	1

Elementos	UP1	UP2	UP3	UP4
CAV	6	30	5	5

Tabla IV-88 Valoración de la fragilidad de Unidades de Paisaje

Unidad de paisaje	CAV	Fragilidad
UP1 Territorios agrícolas	Baja	Alta
UP2 Áreas naturales	Media alta	Media baja
UP3 Localidad	Baja	Alta
UP4 Áreas sin vegetación	Baja	Alta

Resultados

Los resultados de la evaluación de la capacidad de absorción visual y la fragilidad indican que las unidades de paisaje 1,3 y 4 presentan una fragilidad alta, debido a que son unidades con presencia de actividad humana y son zonas de constante perturbación. Es decir, su grado de deterioro es alto y, por lo tanto, en la UP1 el paisaje no experimentaría mayor deterioro ante la instalación del proyecto.

La fragilidad también puede indicarnos zonas potenciales para realizar actividades forestales con el mínimo impacto visual, es decir, zonas con capacidad de absorción visual alta o media alta, como en este caso la unidad de paisaje 2, son zonas donde se pueden realizar actividades reubicación de flora y fauna.

En la siguiente figura se muestra distribución de la fragilidad en los planos visuales.

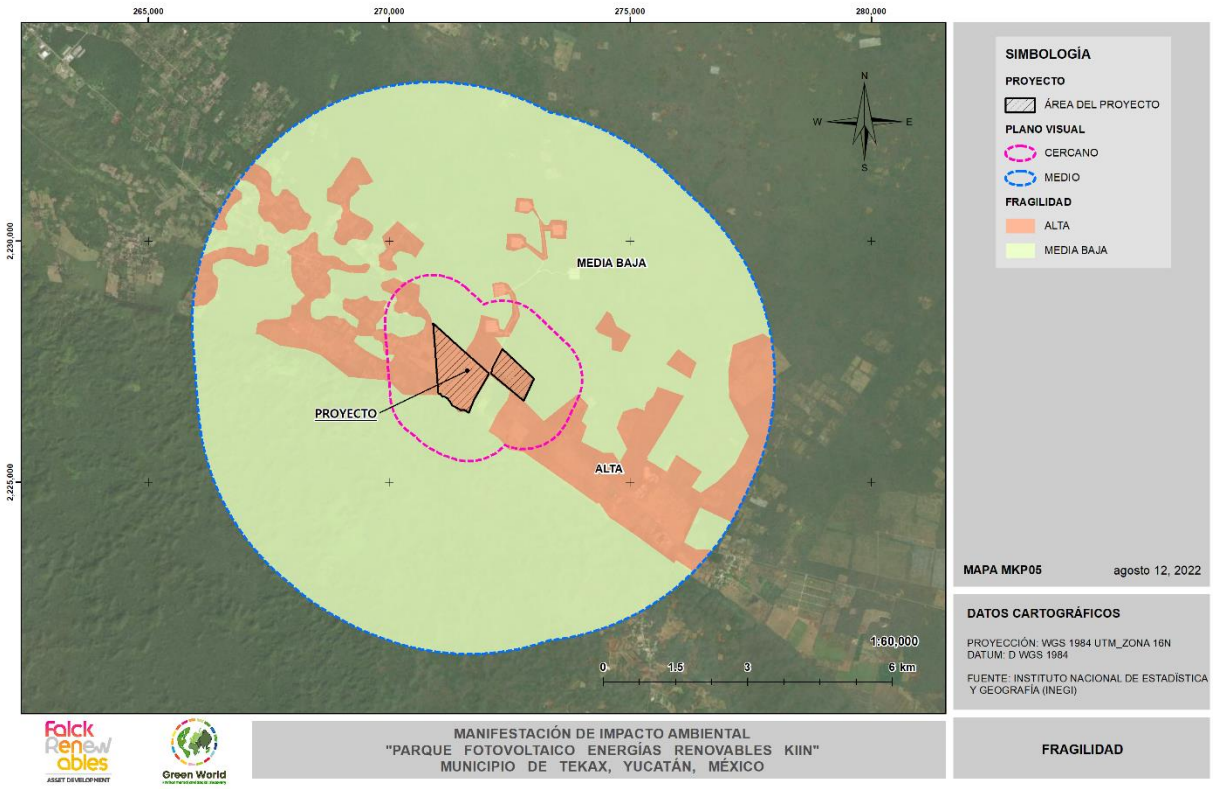


Figura IV-95 Fragilidad en planos visuales

IV.2.4.3 Conclusiones

El análisis de calidad visual y paisajística, así como de fragilidad, junto con otros elementos, sirven para identificar las áreas aptas para ser aprovechadas y aquellas en las que se deben tomar medidas preventivas y de mitigación a los posibles impactos causados al paisaje sobre áreas concretas, que, por su valor ecológico, deben ser preservadas frente a actuaciones que suponen un cierto impacto ambiental.

Durante la construcción del proyecto, el paisaje local (área de proyecto y zonas colindantes) será modificado simplemente por el aumento de las actividades humanas, no obstante, el flujo humano y de maquinaria será temporal. Una vez concluida la construcción y se inicie la

operación del proyecto, el paisaje quedará modificado, principalmente por las celdas solares. Cabe destacar que, por tratarse de una zona con pendientes ligeras y por la densidad de la vegetación circundante, la percepción visual del proyecto se limitará a las localidades dentro del plano visual cercano y los vehículos que transiten en la carretera "Muna- Felipe Carrillo Puerto", únicamente cuando se aproximen al área del proyecto. Debido a que la unidad de paisaje 1 es una zona perturbada a causa de las actividades agrícolas, el proyecto no deteriorará su calidad visual. Asimismo, el impacto visual será mitigado por la vegetación presente en la unidad de paisaje 2.

IV.3 Diagnóstico ambiental

Como se ha establecido a lo largo de los anteriores capítulos se muestra que en el área del proyecto predomina una superficie que ya ha sido sometida a cambio de uso de suelo y otra sección que muestra vegetación secundaria derivado de las actividades antropogénicas como la agricultura y la ganadería.

IV.3.1 Caracterización ambiental

La caracterización ambiental de la superficie pretendida a ser ocupada por el desarrollo del proyecto se basó en identificar inicialmente el estado actual de los componentes ambientales susceptibles de ser impactados significativamente por la ejecución del proyecto, los cuales se muestran en la tabla siguiente.

Tabla IV-89. Componentes ambientales susceptibles a presentar alguna modificación.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL
MEDIO FÍSICO	MEDIO ABIÓTICO	Agua	1. Cantidad
			2. Calidad
		Suelo	3. Calidad
			4. Estructura
		Aire	5. Calidad
			6. Ruido
		Paisaje	7. Visibilidad

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL
			8. Calidad
			9. Alteración/fragilidad
	MEDIO BIÓTICO	Flora	10. Diversidad
			11. Abundancia
		Fauna	12. Hábitat
			13. Herpetofauna
			14. Aves
			15. Quirópteros
			16. Mamíferos
			17. Especies vulnerables.
MEDIO SOCIOECONÓMICO	MEDIO SOCIOECONÓMICO		18. Actividades comerciales
			19. Generación de empleos

Para obtener el diagnostico ambiental del área propuesta para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología propuesta por Batelle – Columbus. El método del Instituto Batelle – Columbus, es considerado uno de los mejores métodos cuantitativos que se han desarrollado para la evaluación de impactos ambientales. Su objetivo es la evaluación sistemática de los impactos de un proyecto mediante el empleo de indicadores homogéneos. Para el presente proyecto se consideraron 18 factores ambientales dentro de 7 componentes.

Para calcular el índice de calidad ambiental, el método sugiere el siguiente proceso:

- A cada factor ambiental se le asignó un valor de 1 si su calidad es óptima y el valor de 0 si su calidad es baja. De esta manera, se estableció los valores de calidad entre 0 y 1 y se planteó las subdivisiones como lo indica la siguiente Tabla.

Tabla IV-90. Rango de calidad.

Nivel	Calidad
1	Optima
0.75	
0.5	Media
0.25	Baja
0	

- Cada factor representa una parte del componente ambiental, por lo que es importante disponer de un mecanismo en el que todos los factores se contemplen de manera conjunta y coherente. Con dicho fin a cada factor se le atribuye un "peso" o índice ponderado expresado en "Unidades de Importancia (UI)". Para la presente valoración se asignaron un total de 210 Unidades de Importancia.
- Para conocer de manera integral la calidad de cada parámetro de acuerdo con su importancia en el medio, se calcularon las "Unidades de Importancia Ambiental (UIA)" considerando como línea base el estado óptimo de los factores y, por lo tanto, el total de sus unidades de importancia.

  La fórmula para calcular las Unidades de Importancia Ambiental es la siguiente:

$$UIA=(CA)i*X*(UI)i$$

Donde:

UIA: Unidades de Importancia Ambiental

CA i: Valor de la calidad de cada parámetro

UIP i: Unidades de importancia de cada parámetro

- Para conocer de manera integral la calidad de los componentes ambientales, se calcularon las UIA de cada uno y se estimó su valoración en porcentaje respecto a la línea base. La línea base se consideró como el estado óptimo de los factores y por lo tanto el total de sus unidades de importancia.
  La fórmula para calcular la Calidad del Componente es la siguiente

$$Calidad\ del\ componente = \frac{(UIA\ del\ componente) * (100)}{(UI\ del\ componente)}$$

- Los resultados de calidad del componente que se obtuvieron se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos de lo que representa la calidad baja u óptima.

Tabla IV-91. Categorías de calidad.

Porcentaje (%)	Nivel	Calidad
81-100	5	Alta (optima)
61-80	4	Media-Alta
41-60	3	Media
21-40	2	Media-Baja
Menor al 20	1	Baja

IV.3.2 Descripción y análisis del diagnóstico ambiental

El diagnostico ambiental consiste en identificar las condiciones en que se encuentra previamente el sitio a ser ocupado por el desarrollo del proyecto, los parámetros a evaluar son: estado ecológico, medio ambiental y paisajismo las cuales se subdividen en la evaluación de factores como agua, suelo, aire, paisaje, flora, fauna además del factor socioeconómico

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
AGUA	Cantidad	1	La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. **Acuífero Península de Yucatán** El resultado indica si existe disponibilidad de agua subterránea para otorgar nuevas concesiones, aproximadamente 2,386,926,500 m3 anuales. En el SAR como el AP los tipos de suelo permeables favorecen la infiltración del agua de la región. En esta zona, al ser la precipitación media anual de 1,239.5 mm y derivado de la permeabilidad del suelo, se estimó que la recarga vertical natural es de 21,813.4 hm3/año.
	Calidad	1	Actualmente la calidad del agua superficial es buena o aceptable a pesar de que el sitio ha sufrido a lo largo del tiempo modificaciones, principalmente por actividades relacionadas a la agricultura, así como tener colindancia con

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			asentamientos humanos que pudieran en algún momento afectar de alguna manera la calidad del acuífero. Dentro del área del proyecto no se detectó la presencia de residuos sólidos urbanos y/o residuos peligrosos que puedan infiltrarse al acuífero. Por otro lado, en el AP y SAR no se identificaron cenotes y el AP se ubica a 57 km de la reconocida zona de cenotes. En el área del proyecto no existen cuerpos de agua permanentes que puedan ser contaminados. Los residuos que más pueden contaminar son los residuos peligrosos conforme la NOM-052-SEMARNAT-2005, ya que al ponerse en contacto con el agua (escurrimientos) o encharcamientos (agua precipitada) pueden ocasionar la contaminación del recurso directamente o infiltrarse hasta llegar al acuífero.
SUELO	Calidad	0.75	En la NOM-052-SEMARNAT-2005 un residuo peligroso se identifica por la presencia de alguna de seis propiedades (CRETIB): corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad y/o biológico-infecciosa. Los residuos peligrosos en cualquier estado físico pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiental y la salud de la población en general. Los residuos en estado líquido son los más susceptibles de contaminar el suelo debido a que se infiltran y pueden contaminar no solo la capa

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			más superficial sino capas más profundas que no son perceptibles.
	Estructura	0.75	La pérdida de suelo se da principalmente por factores como las corrientes de agua y de aire, particularmente en terrenos secos y sin vegetación. El área del proyecto no es susceptible de forma drástica a los procesos de erosión por el tipo de suelo, porque actualmente la mayor parte de la superficie a ser ocupada por el proyecto está dedicada agricultura de riego anual (134.53 ha).
			La compactación del suelo es el proceso por el cual un esfuerzo aplicado a un suelo causa su densificación a medida que el aire es desplazado de los poros que existen entre los granos del suelo. El SAR presenta áreas con asentamientos humanos y con presencia de actividades agropecuarias que son continuamente compactadas. En el área del Proyecto se registra mayormente un área con agricultura que de provoca cierta compactación del suelo, sin embargo, no resultar ser significativo.
AIRE	Calidad	1	No existe el monitoreo de la calidad del aire en el SAR, por lo tanto, no se obtuvieron datos de medición. En el AP no existen fuentes de generación de contaminantes, sin embargo, colindante se encuentra la carretera estatal 184 en la que circulan vehículos que fungen como fuentes de contaminación móviles, actividad humana que podrían impactar la calidad del aire, sin embargo, debido a la densidad poblacional y actividades

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			productivas, las emisiones de la región no se consideran de gran escala.
	Ruido	0.75	En el AP no existen fuentes de generación de ruido, sin embargo, entre los polígonos cruza la carretera 184 Muna-Felipe Carrillo Puerto, la cual es una vía de comunicación importante para la población y por ende representa una fuente constante de ruido, en general en el SAR existen otras carreteras que al igual que esta se considera como una fuente moderada de ruido.
PAISAJE	Visibilidad	0.5	La visibilidad es la zona de visión entre el observador y el paisaje. Se propusieron tres áreas buffers de visualización donde con ayuda de un modelo de simulación se identifican 6 localidades desde donde se observa el área del proyecto (plano visual cercano y medio). Es preciso comentar que en campo la visibilidad a la zona del proyecto se dificulta por la presencia de vegetación en la periferia del proyecto (barrera visual natural).
	Calidad	0.5	La calidad del paisaje se determina en función del valor que representan los propios elementos que lo componen (vegetación y usos del suelo, presencia de agua, presencia de singularidades, etc.) o bien como la respuesta que produce en las personas que lo observan. El área del proyecto presenta un terreno con abundancia y diversidad de especies vegetales baja. Respecto a la fauna solo algunos grupos

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			están bien representados. El análisis de valoración de la calidad del paisaje se obtuvieron los siguientes resultados UP1, UP3 y UP4= Baja y UP2= Alta.
	Alteración/ fragilidad	0.5	La fragilidad se define como la susceptibilidad de cambio cuando se desarrolla algún uso o actividad sobre él y expresa el deterioro visual que experimentaría el territorio ante la incidencia de determinadas actuaciones. La fragilidad es opuesta a la Capacidad de Absorción Visual (CAV), que es la aptitud que tiene un paisaje para absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin deterioro de su calidad visual, en consecuencia, se realizó un análisis del CAV dando como resultados en un rango de Media baja a Baja. En conclusión, no existen factores ambientales significativos que permitan la integración visual de componentes antrópicos, ya que el área general del proyecto presenta intervenciones previas en la mayor parte del área del proyecto.
FLORA	Diversidad	0.5	Actualmente en el SAR se identifica un tipo de vegetación de selva mediana subcaducifolia con una diversidad arbórea media que refleja un ecosistema con un moderado grado de conservación. Mientras que el estrato de cactáceas, agaves, palmas y herbáceo presentan valores de diversidad bajo, mientras que en el estrato arbustivo hay un valor de diversidad alto.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			En el AP se identifica una mayor superficie de vegetación inducida (pastizal inducido, agricultura de temporal y agricultura de riego permanente) y una pequeña fracción de selva mediana subcaducifolia en la que se presente una diversidad de moderada alta. En el AP se registró sólo una especie de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se registraron 87 especies de las cuales 78 son nativas, 6 son endémicas/nativa, 2 especies introducidas y 1 especie exótica.
	Abundancia	0.5	Dentro del área del SAR, se registraron 2,224 individuos. Se registraron 130 especies de las cuales, 121 son nativas y 9 nativas /endémicas. La abundancia estimada a nivel del SAR para los diferentes estratos es la siguiente: - Arbóreo: 366 individuos - Cactáceas, agaves y palamas: 33 individuos - Arbustivo: 1457 individuos - Herbáceo: 368 individuos Dentro del área del AP, en el área con presencia de Selva mediana subcaducifolia se registraron 945 individuos de 58 especies, con las siguientes abundancias por estrato. - Arbóreo: 18 individuos - Cactáceas, agaves y palamas: 1 individuos - Arbustivo: 893 individuos - Herbáceo: 33 individuos

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			Mientras que en la vegetación inducida del AP se registraron 1,140 individuos de 60 especies con las siguientes abundancias por estrato. - Arbóreo: 10 individuos - Arbustivo: 672 individuos - Herbáceo: 410 individuos
FAUNA	Hábitat	0.5	El SAR si bien no presenta altos índices de diversidad y abundancia, mantiene las características para conservar, alimentar y dar refugio a la fauna silvestre de la zona. El SAR y el AP comparten más de la mitad de las especies registradas de herpetofauna, aves y mastofauna. En el AP se registraron especies que no estuvieron presentes en el SAR, (2 especies de herpetofauna; 8 especies de aves; y 1 especie de mamíferos). Estas especies se tratan de especies que se distribuyen ampliamente en la Península de Yucatán. En el caso de los mamíferos se trata de especies abundantes en vegetación inducida ya que se ven favorecidos por las actividades antrópicas, como el conejo serrano y el coyote.
	Herpetofauna	0.5	A nivel del SAR se registraron 24 especies y en el AP se registraron 16 de las cuales 2 fueron registradas exclusivamente en el AP. En el SAR se registraron 10 especies presente en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que en el AP se registraron sólo 4 especies.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
	Aves	0.75	En el SAR y AP se registraron 86 especies, de las cuales 25 fueron registradas solamente en el SAR y 8 se presentaron exclusivamente en el AP. En el SAR se registraron 4 especies en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que en el AP se registraron sólo 2 especie. No se registró ninguna especie de ave migratoria en el AP ni en el SAR del proyecto.
	Quirópteros	0.5	Se registraron 15 especies del grupo de quirópteros. Ninguna especie de quiróptero está en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o considerada endémica de la Península de Yucatán.
	Mamíferos.	0.50	Se identifico un total de 15 especies de las cuales en el SAR se encontraron 14 y en el AP 10 especies. En el SAR se registraron 2 especies presentes en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Especies Vulnerables	0.5	En el área del proyecto se registraron 6 especies presentes en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Coleonyx elegans, Ctenosaura similis, Boa imperator, Triprion petasatus, Amazona albifrons, Vireo pallens)*.
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	0.5	Los sectores económicos que predominan son la Industria manufacturera; comercio al por menor; servicios de alojamiento y preparación de alimentos y bebidas.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
	Empleos	0.5	La población económicamente activa del municipio de Tekax se encuentra ocupados (empleos) en un 98.27%.

Enseguida se muestran los resultados de los cálculos de la valoración de la calidad de cada componente y factor ambiental.

Tabla IV-92. Valoración de los componentes ambientales.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	CALIDAD	UNIDADES DE IMPORTANCIA		UNIDADES DE IMPORTANCIA AMBIENTAL		
			Parámetro	Componente	Parámetro	Componente	Calidad
AGUA	1. Cantidad	1.00	10	20	10	20	100.00
	2. Calidad	1.00	10		10		
SUELO	3. Calidad	0.75	15	30	11.25	22.5	75.00
	4. Estructura	0.75	15		11.25		
AIRE	5. Calidad	1.00	10	20	10	17.5	87.50
	6. Ruido	0.75	10		7.5		
PAISAJE	7. Visibilidad	0.50	10	30	5	15	50.00
	8. Calidad	0.50	10		5		
	9. Alteración	0.50	10		5		
FLORA	10. Diversidad	0.50	15	30	7.5	15	50.00
	11. Abundancia	0.50	15		7.5		
FAUNA	12. Hábitat	0.50	15	60	7.5	30	50.00
	13 Herpetofauna	0.50	10		5		
	14. Aves	0.75	10		7.5		
	15. Quirópteros	0.50	5		2.5		
	16. Mamíferos no voladores	0.5	10		5		
	17. Especies Vulnerables	0.25	10		2.5		
SOCIO-ECONOMICO	18. Actividades comerciales	0.5	10	20.00	2.5	10.00	25.00
	19. Empleos	0.5	10		2.5		
TOTAL		**11.75**	**210**	**210**	**130**	**130**	

Los resultados obtenidos se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos de lo que sería una calidad baja u optima, respectivamente.

Tabla IV-93 Rangos de calidad.

Nivel	Porcentaje	Calidad
5	81 % - 100 %	Alta (Óptima)
4	61 % - 80 %	Media alta
3	41 % - 60 %	Media
2	21 % - 40 %	Media baja
1	Menor al 20 %	Baja

De acuerdo con los rangos mostrados anteriormente se puede determinar el nivel de calidad de cada componente.

Tabla IV-94. Calidad obtenida para cada componente en el área del proyecto.

Componente ambiental	Calidad del componente (%)	Calidad
Agua	100	Alta
Suelo	75.00	Media alta
Aire	87.50	Alta
Paisaje	50.00	Media
Flora	50.00	Media
Fauna	50.00	Media
Socioeconómico	50.00	Media

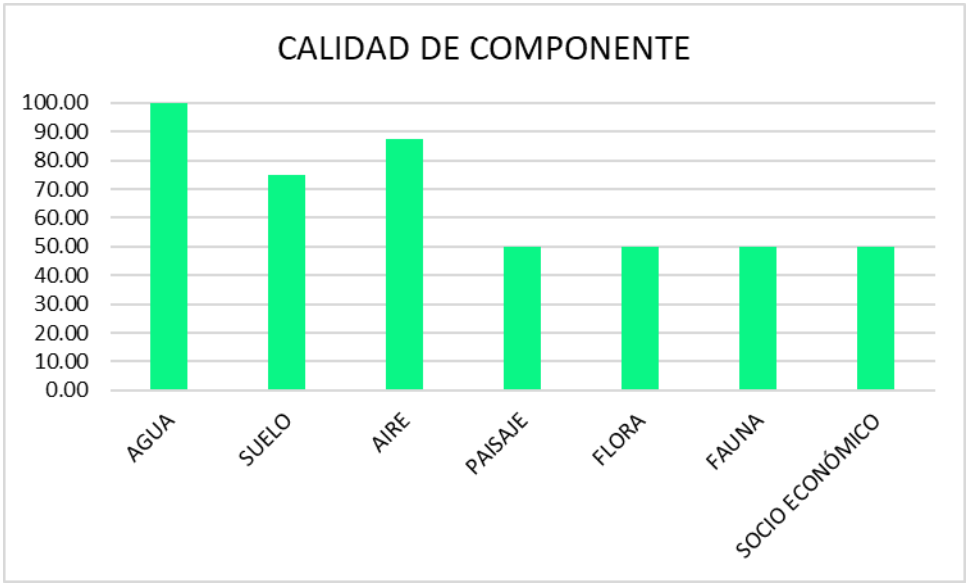


Figura IV-96. Grafica representativa de la calidad de los componentes ambientales en el estado actual.

La calidad de los componentes identificados que podrían ser afectados por el proyecto, indica que la calidad actual promedio es de 66.07 %, ubicándolo cerca del límite de la categoría Media alta, sim embargo, se debe a que los componentes agua, suelo y aíre se mantienen conservados aún y con las actividades antropogénicas que se realizan en el AP y SAR.

A pesar de que el paisaje actual se encuentra en una categoría de calidad media (50%) es evidente la transformación de este por actividades antropogénicas orientadas a la agricultura y a la ganadería principalmente.

IV.4 Literatura citada

Aranda, J. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO. México.

Bibby, C., Burgess, N., Hill, D. & Mustoe, S. (1992). Bird census techniques. Academic Press, London.

Campbell, J. (1998). Amphibians and reptiles of Northern Guatemala, the Yucatán, and Belize. University of Oklahoma Press, Oklahoma, USA, 380 pp.

Ceballos, G. & Miranda, A. (2000). Guía de campo de los mamíferos de la Costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. - Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.

Ceballos, G. & Oliva, G. (2005). Los mamíferos silvestres de México. CONABIO/Fondo de Cultura Económica, México D. F. 988 p.

Chávez–León, G. & Velázquez, A. (2004). Abundance and distribution of the Long–tailed Wood Partridge (Dendrortyx macroura) in a tempearte coniferous forest. Journal of field Ornithology, 75: 345–352.

Colwell, R. K. & Coddington J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of The Royal Society Biological Sciences, 345: 101-118.

Colwell, R.K. (2013). EstimateS, Version 9.1.0: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide).

Díaz-Gamboa, L., May-Herrera, D., Gallardo-Torres, A., Cedeño-Vázquez, R., González-Sánchez, V., Chiappa-Carraca, X., & Yánez-Arenas, C. (2020). Catálogo de reptiles de la Península de Yucatán. Universidad Nacional Autónoma de México.

Hernández-Pérez, E., Reyna-Hurtado, R., Castillo Vela, G., Sanvicente López, M. & Moreira-Ramírez, J. F. (2015). Fototrampeo de mamíferos terrestres de talla mediana y grande asociados a Petenes del Noroeste de la Península de Yucatán, México. Therya, 6: 559-574.

Howell, S. & Webb, S. (1995). The Birds of Mexico and Central America. 5th Edition. Oxford University Press. EUA.

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. Oikos, 113: 363.

Jost, L. (2007). Partitioning diversity into independent alpha and beta components.

Lee, J. (1996). The amphibians and reptiles of the Yucatan Peninsula. Cornell University Press, New York, 500 pp.

Lira-Torres, I. & Briones-Salas, M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana, 28: 566-585.

MacKinnon, B. (2013). Sal a pajarear Yucatán (guía de aves). La vaca Independiente. México.

Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. Blackwell, Oxford.

Medellín, R. A., Arita, H. T. & Sánchez, O. (2008). Identificación de los Murciélagos de México. Clave de Campo. Segunda edición. Instituto de Ecología, UNAM. México.

National Geographic Society. (2006). Field guide to the birds of North America, third edition. National Geographic Society, Washington, D.C. EUA.

Ralph, C.J., Geupel, G., Pyle, P., Martin, T., De Sante D. & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Technical Report, PSW– GTR–159, Pacific Southwest Research Station, Forest Services, U.S. Department of Agriculture, Albany, California.

Reid, F. (1997). A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press, 1997.

Reid, F. (2009). A field guide to the mammals of Central America and Southeast México. Oxford University Press, Nueva York.

Reynolds, R., Scott, J., & Nussbaum. R. (1980). A variable circular plot method for estimating bird numbers. The Condor, 82: 309–313.

Sibley, D. (2009). The Sibley field guide to birds of Eastern North America. Fifth printing. National Audubon Society. Alfred A. Knopf. New York. EUA.

Tellería, J. L. (1986). Manual para el censo de los vertebrados terrestres. Editorial Raíces, Madrid.

Walther, B. A. & Morand, S. (1998). Comparative performance of species richness estimation methods. Parasitology, 116: 395- 405.

Whittaker RH. (1965). Dominance and diversity in land plant communities. Science 147: 250–260.

CAPÍTULO V

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

Contenido

CONTENIDO **2**

V IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL **V-1**

V.1 Identificación de impactos **V-2**

V.1.1 Identificación de impactos ambientales V-7

V.2 Valoración de los impactos **V-9**
V.3 Indicadores de impacto **V-14**
V.4 Resultados de la matriz causa-efecto **V-19**
V.5 Caracterización de los impactos **V-26**

V.5.1 Descripción de los impactos identificados V-28

V.6 Resultados de la valoración de impactos **V-41**
V.7 Impactos residuales **V-64**
V.8 Impactos Acumulativos **V-76**
V.9 Conclusiones **V-79**

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

La identificación y valorización de los impactos ambientales ligados al desarrollo de todas las etapas del proyecto "Energías Renovables Kiin" se llevó a cabo analizando la información desde la perspectiva de cada una de las etapas necesarias para el desarrollo del proyecto. Se consideraron las características específicas del proyecto con el fin de identificar dentro de los subsistemas físico-natural y socioeconómico los factores bióticos y abióticos sobre los que tendrán incidencia directa las actividades del proyecto.

El objetivo del presente apartado es identificar, valorizar y analizar los impactos generados en las diferentes etapas del proyecto, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 12, fracción V del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental. Es importante mencionar que los impactos ambientales que pueden llegar a ocurrir pueden ser tanto negativos como positivos.

Para la elaboración de este apartado se consideraron características propias del proyecto, como la ubicación física de los predios usufructuados, las características del medio biótico y abiótico del área del proyecto y las actividades que por sus características podrían ocasionar impactos al ambiente. Esta información se describe con mayor detalle en los Capítulos II y IV de la presente MIA-R.

En primer lugar, se realizó un inventario ambiental a priori de la zona en donde se el proyecto "Energías Renovables Kiin", considerando el estado de conservación del sitio, las condiciones ambientales, los usos de suelo, tipo de vegetación, presencia de actividades productivas existentes y cualquier otro parámetro relacionado con la ejecución del proyecto y que permita la evaluación de la calidad o estado de conservación de los ecosistemas presentes.

Posteriormente se analizaron todas las actuaciones necesarias para la realización del proyecto con la finalidad de identificar, evaluar, mitigar, corregir o compensar sus repercusiones sobre

el medio. Dichas acciones asociadas al proyecto susceptibles de provocar modificaciones en los factores ambientales se analizaron desde una triple visión:

- Por los insumos o materias primas que utiliza
- Por el espacio que ocupa
- Por los efluentes que emite

V.1 Identificación de impactos

La identificación de los impactos que se prevé serán generados por el Proyecto se realizó a través de dos metodologías diferentes que son complementarios entre sí con el objetivo de caracterizar y valorar los impactos derivados de las actividades del proyecto. Dichos métodos son:

- Matriz de relación Causa-Efecto de Leopold (Leopold, F.E.C, B.B.H., & J.R.B., 1971).
- Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental de Fernández-Vítora (Fernández Vítora, 2010), los cuales se describen en este apartado.

En la siguiente figura se muestra una esquematización de la metodología utilizada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales.

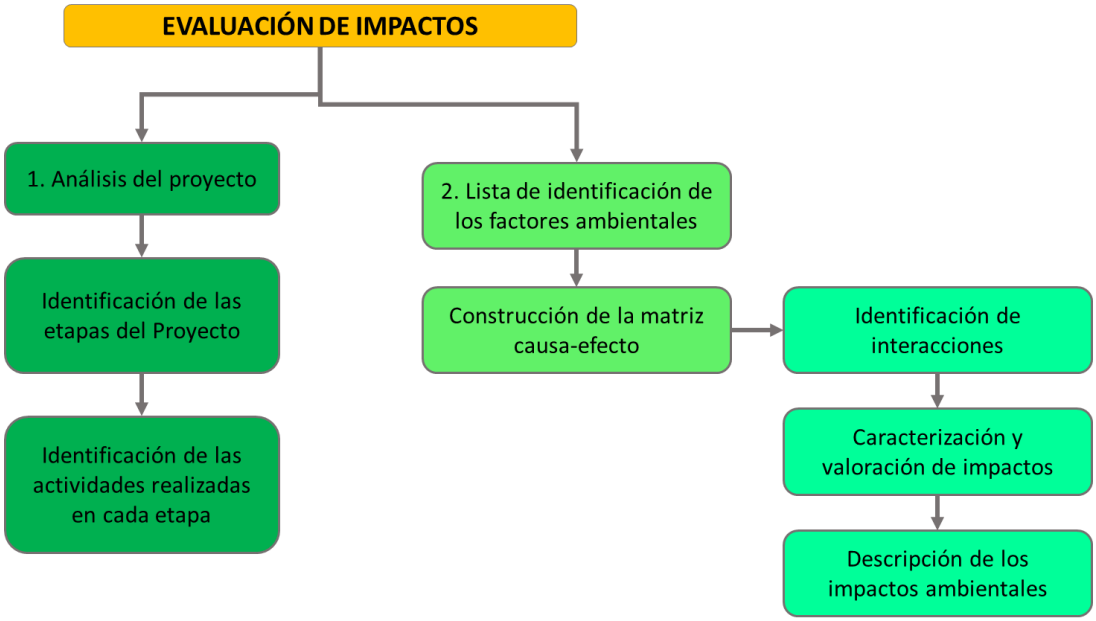


Figura V-1 Metodología general de identificación y descripción de impactos ambientales.

En términos prácticos para la evaluación de impacto ambiental, es importante mencionar que el medio ambiente está constituido por elementos y procesos interrelacionados, los cuales pertenecen a los siguientes sistemas: Medio físico o natural y Medio socioeconómico, que a su vez están divididos en subsistemas (medio abiótico, medio biótico y medio socioeconómico). A cada uno de esos subsistemas pertenecen una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto, es decir, por las acciones impactantes del mismo. (aire, agua, suelo, flora, fauna, entre otros). Por ejemplo, el componente ambiental "Aire" que pertenece al medio abiótico se analiza a través de los factores ambientales que lo caracterizan y posibilitan su medición: calidad del aire, nivel de polvo, nivel de olores, nivel de ruido, etc.

Con base en la experiencia de diferentes especialistas de cada área se definieron los sistemas, subsistemas, componentes ambientales y factores que podrían verse afectados por el desarrollo del proyecto. También se definieron los posibles indicadores ambientales para

evaluar los impactos. Los elementos mencionados se encuentran relacionados en la siguiente tabla.

Tabla V-1 Componentes y factores ambientales susceptibles a ser influenciados por el proyecto Energías Renovables Kiin.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR
MEDIO FÍSICO	MEDIO ABIÓTICO	AGUA	Cantidad
			Calidad
			Escorrentías
		SUELO	Calidad
			Estructura
		AIRE	Calidad
			Ruido
		PAISAJE	Visibilidad
			Calidad
			Alteración/fragilidad
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	Diversidad
			Abundancia
			Regeneración
		FAUNA	Especies vulnerables
			Diversidad
			Modificación del hábitat
			Mortalidad
MEDIO SOCIOECONÓMICO			Actividades comerciales
			Generación de empleos

Del mismo modo, para la ejecución de las distintas actividades relacionadas con el proyecto, se establecieron diferentes etapas de desarrollo, con la finalidad de obtener una trazabilidad adecuada para el proyecto.

El proyecto Energías Renovables Kiin consiste en la construcción y operación de un parque solar con conexión a red de 42.35 MW de potencia AC en la salida de los inversores y 50 MW de potencia DC. La central aprovechará la tecnología disponible con la instalación de 91,756 módulos fotovoltaicos para la captación de la energía solar. El proyecto considera la construcción de un sistema colector a 34,5 kV, una subestación eléctrica elevadora a 115 kV, una línea conexión de 115 kV y una subestación eléctrica de maniobras de 115 kV para la apertura de la L.T. TEKAX II-KAMBUL -115 kV la cual es perteneciente al Sistema Eléctrico Nacional.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta a continuación el listado de actividades del proyecto agrupadas por etapas de ejecución.

Tabla V-2 Etapas y actividades del proyecto Energías Renovables Kiin.

Etapa del proyecto	Actividades	
Preparación del sitio	Tramitación de permisos y autorizaciones	
	Campamento provisional	
	Desmonte	
	Despalme	
Construcción	SET y LAT	Obra Civil SET y LAT
		Montaje electromecánico SET y LAT
		Commissioning SET y LAT
		Energización SET y LAT
	Trazo y nivelación de brechas de acceso	Movimiento de tierras y caminos
		Vallado
		Cimentaciones CTS
	Montaje Mecánico Planta Fotovoltaica	Hincado
		Instalación de estructura de tracker
		Montaje de módulos
	Montaje Eléctrico Planta Fotovoltaica	Zanjas
		Tendido de cable

Etapa del proyecto	Actividades	
		Conexión de cableado y módulos
		Instalación de centros de transformación
	Commissioning y Pruebas	Pruebas en frío mecánicas
		Pruebas en frío eléctricas
		Pruebas en tensión
		Pruebas de Rendimiento Internas
Operación y mantenimiento	Generación de energía eléctrica	
	Transporte y evacuación de energía	
	Mantenimiento de paneles y equipos	
	Mantenimiento de caminos	
	Limpieza de terreno	
Abandono de sitio	Desmantelamiento de módulos	
	Desmantelamiento de cableado subterráneo	
	Desmantelamiento de edificios y subestación	

Una vez identificado lo anterior, se procedió a la elaboración de la matriz causa-efecto, en la que los factores se colocaron de forma vertical mientras que las actividades se colocaron de manera horizontal, formando así una matriz capaz de evaluar que componentes se verán afectados de acuerdo con las actividades a realizar. El llenado de la matriz se realizó marcando con un número 1 la casilla donde se identificó una interacción entre la actividad y el factor, en caso contrario se colocó un cero.

Una vez realizado el llenado de la matriz, se procedió a obtener los resultados mediante la sumatoria de las diferentes interacciones identificadas, obteniéndose resultados por factor, actividad o de manera global por componente, por etapa o por subsistema. Con esto se observó que factor presenta mayor número de interacciones con base a la actividad del proyecto.

V.1.1 Identificación de impactos ambientales

Para analizar y evaluar las afecciones medioambientales de la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y abandono del sitio, por parte del proyecto "Energías Renovables Kiin", se consideraron dos conceptos básicos:

- FACTORES AMBIENTALES:

Los factores ambientales se definen como los diferentes elementos o componentes del medio ambiente entre los cuales se desarrolla la vida. Estos son susceptibles de ser modificados por el ser humano y estas modificaciones pueden ocasionar graves problemas.
El medio ambiente puede entenderse como el sistema constituido por elementos y procesos identificados por factores como:

- ✓ El ser humano, la fauna y la flora.
- ✓ El suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje.
- ✓ Los bienes materiales y el patrimonio cultural.
- ✓ La interacción entre todos los factores anteriores.

- IMPACTO AMBIENTAL:

Se dice que existe impacto ambiental cuando una consecuencia de una acción de un proyecto o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Es importante aclarar que el término impacto no implica únicamente negatividad, ya que éstos pueden ser tanto positivos como negativos.
Una vez aplicado lo anterior, fue posible identificar con mayor facilidad los impactos ambientales que generará la implementación del proyecto en cada una de las etapas (preparación del sitio, construcción, operación y abandono). En la siguiente tabla se presentan los impactos ambientales identificados para el proyecto Energías Renovables Kiin.

Tabla V-3 Impactos ambientales identificados para el proyecto Energías Renovables Kiin.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración
		Incremento en la escorrentía
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial
		Contaminación por residuos peligrosos
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial
		Contaminación por residuos peligrosos
	Estructura	Perdida de suelo por erosión eólica
		Perdida de suelo por erosión hídrica
		Compactación del suelo
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes
		Generación de polvos
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad
	Calidad	Disminución de elementos bióticos
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO
		Efecto barrera
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento
		Mortalidad por electrocusión/colisión
SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios
	Generación de empleos	Generación de empleos

Como se observa en la tabla anterior, las metodologías planteadas nos proveen de una amplia visión de la forma en la que los diversos componentes ambientales se verán afectados, derivando en un panorama completo de las implicaciones directas del proyecto sobre el medio ambiente, es decir, contemplan las actividades constructivas y operacionales del proyecto, así como la fase de abandono de sitio. Al mostrar las interacciones se hace más evidente la presencia de los impactos sobre cada componente.

Hay que hacer notar que en algunos casos las interacciones factor-actividad resultan ser positivas. En cuanto a la valoración de los impactos es posible categorizarlos, resaltando así aquellos que pueden comprometer la integridad del sitio donde se desarrollará el proyecto, es por ello que las metodologías utilizadas resultaron adecuadas para identificar y valorar los impactos ambientales que generará la ejecución del proyecto "Energías Renovables Kiin".

V.2 Valoración de los impactos

A partir de la metodología propuesta fue posible evaluar de manera general la tipología de los impactos negativos generados por las diversas etapas del proyecto de acuerdo con su significancia, considerando los siguientes parámetros: la naturaleza (+/-), intensidad (IN), extensión (EX), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RV), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF), periodicidad (PR) y recuperabilidad (MC). A su vez, esta metodología permitió

identificar la importancia o significancia del impacto (irrelevante, moderado, severo o crítico), siendo de vital importancia para proponer las medidas de mitigación necesarias.

Esta metodología se puede definir de manera general como una metodología semicuantitativa, ya que su valoración se deriva de atributos cualitativos que toman significado numérico a partir de la percepción del evaluador, por lo que esta metodología tiene un grado de subjetividad que debe considerarse. Sin embargo, es una metodología simple que incluye los atributos necesarios para hacer un diagnóstico de los posibles impactos negativos sobre el medio y su influencia sobre el ambiente. A continuación, se definen las características de cada uno de los atributos evaluados:

Tabla V-4 Atributos de evaluación para los impactos identificados.

Atributo	Clave	Descripción	Valoración
Signo	(+) o (-)	El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados. Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter: previsible pero difícil de cualificar o sin estudios específicos (x) que reflejaría efectos cambiantes difíciles de predecir. Este carácter (x), También reflejaría afectos asociados con circunstancias externas al proyecto, de manera que solamente a través de un estudio global de todas ellas sería posible conocer su naturaleza dañina o beneficiosa.	(+) (-)
Intensidad	IN	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El balance de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.	Baja 1 Media 2 Alta 4 Muy alta 8 Total 12
Extensión	EX	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).	Puntual 1 Parcial 2

Atributo	Clave	Descripción	Valoración
		Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4). En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.	Extenso 4 Total 8 Crítica (+4)
Momento	MO	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (to) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, medio plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, largo plazo, con valor asignado de (1).	Largo plazo 1 Medio plazo 2 Corto plazo (inmediato) 3 Inmediato 4 Crítico (+4)
Persistencia	PE	Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de (1). Si dura entre 1 y 10 años, temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los	Fugaz 1 Momentáneo 1 Temporal 2 Persistente 3

Atributo	Clave	Descripción	Valoración
		10 años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de (4). La persistencia, es independiente de la reversibilidad.	Permanente 4
Reversibilidad	RV	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que esta deja de actuar sobre el medio. Si es a corto plazo, se le asigna un valor (1), si es a medio plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos periodos son los mismos asignados al parámetro anterior.	Corto plazo 1
			Medio plazo 2
			Largo plazo 3
			Irreversible 4
Sinergia	SI	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4). Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.	Sin sinergismo 1
			Sinérgico 2
			Muy sinérgico 4
Acumulación	AC	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).	Simple 1
			Acumulativo 4

Atributo	Clave	Descripción	Valoración
Efecto	EF	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.	Indirecto 1
			Directo 4
Periodicidad	PR	La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).	Irregular y discontinuo 1
			Periódico 2
			Continuo 4
Recuperabilidad	MC	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana, le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).	Recuperable de manera inmediata 1
			Recuperable a corto plazo 2
			Recuperable a mediano plazo 3
			Recuperable a largo plazo 4
			Mitigable 4
			Irrecuperable 8

Atributo	Clave	Descripción	Valoración
Importancia del Impacto		La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce, mediante el modelo propuesto en el cuadro Importancia del Impacto, en función del valor asignado a los criterios considerados. Formula integrada por los términos descritos anteriormente para llevar a cabo la evaluación: I = ± [3 IN + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]	

La importancia del impacto calculado(I) puede registrar valores entre 13 y 100. Los valores intermedios (entre 40 y 60) se presentan cuando sucede alguna de las siguientes circunstancias:

- Intensidad total, y afectación mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta, y afectación alta o muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afectación muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- Intensidad media baja, efecto irrecuperable y afectación muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

V.3 Indicadores de impacto

Un indicador de un factor ambiental es la expresión por la que es capaz de ser medido. Cuando éste sea de tipo cuantitativo, la cuantificación será directa y el indicador será muy similar al propio factor.

En este caso, los indicadores de impacto se aplicaron a la metodología de valoración de impactos, utilizándolos para la valoración de la intensidad del impacto. La intensidad del impacto es el efecto que tiene la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa; por ende, se entiende que es el grado de modificación o alteración del componente.

En algunos casos el factor sólo será cuantificable de manera indirecta mediante un modelo, por conceptos más o menos alejados de aquel al que representan. En otros casos no se

encuentra un indicador cuantificable por lo que se recurre a otros parámetros en términos de los que se pueda realizar la medición del factor y en consecuencia la del efecto que pueda sufrir, tales como sensaciones lo menos subjetivas posibles o mediciones cualitativas (agradable, desagradable, frecuente, ocasional, fuerte, moderado).

El indicador podrá medir el impacto por la diferencia entre la situación del factor con proyecto y sin proyecto. Cabe mencionar que pueden existir varios indicadores para un mismo factor, dependiendo de la perspectiva con la que se quiera medir el factor, así que el evaluador selecciona el indicador idóneo. Establecido el indicador, la unidad de medida queda automáticamente delimitada de acuerdo con la definición del propio indicador; sin embargo, quedarán algunos indicadores que sean medidos de manera subjetiva, los cuales pueden quedar expresados en porcentaje de pérdida de calidad del entorno sin proyecto o en escalas representativas de su calidad en unidades de valor abstractas. En el siguiente cuadro se presentan algunos indicadores para la medición de los impactos identificados, así como las unidades de medición.

Tabla V-5 Indicadores de impacto por componente ambiental.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	INDICADOR DE IMPACTO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	Balance hídrico m^3/ha Volumen de agua infiltrada
		Incremento en las escorrentías.	Balance hídrico m3/ha Volumen de agua escurrida
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	Evidencia de residuos sobre los escurrimientos Kg de residuos recolectados

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	INDICADOR DE IMPACTO
		Contaminación por residuos peligrosos	Parámetros físico-químicos Volumen de agua contaminada
	Escorrentías	Modificación de los patrones de escurrimiento	Balance hídrico m3/ha Volumen de agua escurrida.
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	Superficie con presencia de residuos (m^2)
		Contaminación por residuos peligrosos	m^3 de suelo contaminado
	Estructura	Perdida de suelo por erosión eólica	Cantidad de suelo erosionado por viento (ton/ha/año)
		Perdida de suelo por erosión hídrica	Cantidad de suelo erosionado por precipitación (ton/ha/año)
		Compactación del suelo	Superficie compactada (m^2) Superficie de ocupación temporal y permanente (m^2)
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	Percepción de emisiones provenientes del escape de camiones o vehículos al interior del proyecto
		Generación de polvos	Percepción de partículas suspendidas (polvos)

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	INDICADOR DE IMPACTO
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	Incremento en los niveles de ruido (dB) Percepción de ruidos extraordinarios
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	Percepción de cambios desde puntos de observación
	Calidad	Disminución de elementos bióticos	Cambio en la percepción de los elementos naturales
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales	Percepción de elementos distintos
FLORA	Diversidad	Disminución en la diversidad de especies	Índices de diversidad y riqueza específica
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	Relación individuos/ ha
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	Superficie despalmada (m^3 de tierra fértil despalmada).
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de especies con algún estatus de protección identificadas

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	INDICADOR DE IMPACTO
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	Actualización de Índices de diversidad
		Cambio en la composición de las poblaciones	Actualización de Índices de riqueza
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	Superficie con cambio de uso de suelo forestal
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	Superficie con cambio de uso de suelo forestal
		Efecto borde	Perímetro del área del proyecto vallado.
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	Número de individuos muertos por atropellamiento Número de especies afectadas
		Mortalidad por electrocusión/colisión	Número de individuos muertos por colisión o electrocusión bajo la LTE Número de especies afectadas. Número de individuos muertos por colisión con paneles solares,

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	INDICADOR DE IMPACTO
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	Relación compra de productos y servicios/ingresos mensuales netos
	Generación de empleos	Generación de empleos	Relación población ocupada/ingresos mensuales netos

V.4 Resultados de la matriz causa-efecto

Teniendo en cuenta el análisis realizado para la matriz causa-efecto, donde se identificaron las incidencias que representa la implementación del proyecto en el medio, se tiene que en total existirán 179 interacciones como resultado del cruce de 30 actividades correspondientes a las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y abandono del sitio con 19 factores asociados a componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos, es importante señalar que en el caso del componente Socioeconómico las interacciones fueron contabilizadas una por etapa dado que los factores identificados serán continuos en todas las etapas del proyecto variando únicamente su intensidad en cada etapa.

De acuerdo con lo anterior, de las 179 interacciones identificadas, se tiene que 117 corresponden al medio abiótico, mientras que para el medio biótico se identifican 53 y para el socioeconómico sólo 9.

En cuanto a las interacciones identificadas para cada una de las etapas de ejecución del proyecto se tiene que la que tiene mayor número de incidencias sobre el medio natural sobre el que será instalado el proyecto será la construcción con 82 incidencias, mientras que la

tendrá un menor número es la etapa de operación y mantenimiento con 23 incidencias, en la siguiente gráfica se muestra el detalle de las interacciones por etapa del proyecto.

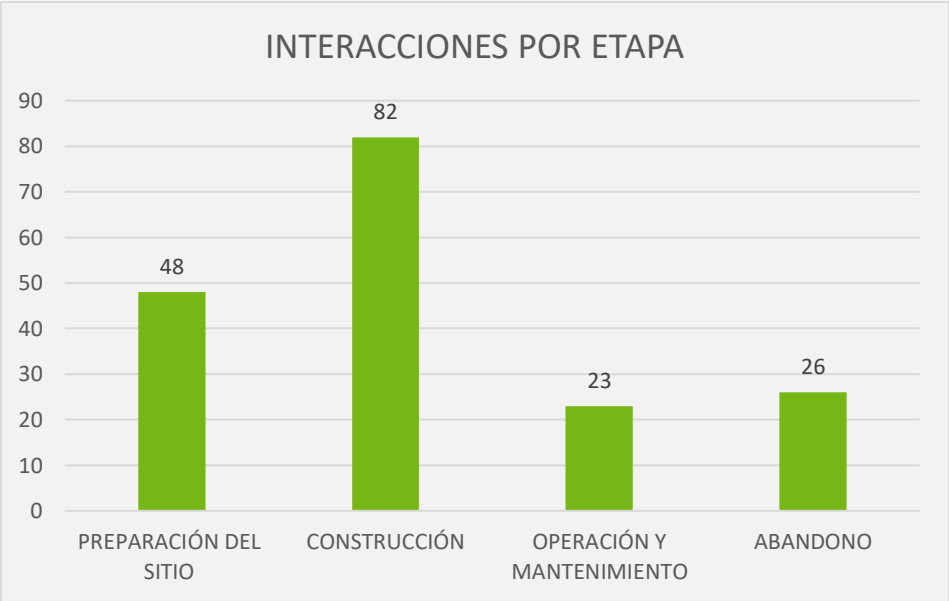


Figura V-2 Interacciones por etapa de proyecto.

En el caso de la etapa de Preparación del sitio se tiene que en total se presentaron 48 interacciones, donde las actividades de desmonte y despalme presentan el mayor número de incidencias con 17 interacciones cada una, tal como se muestra en la siguiente gráfica.

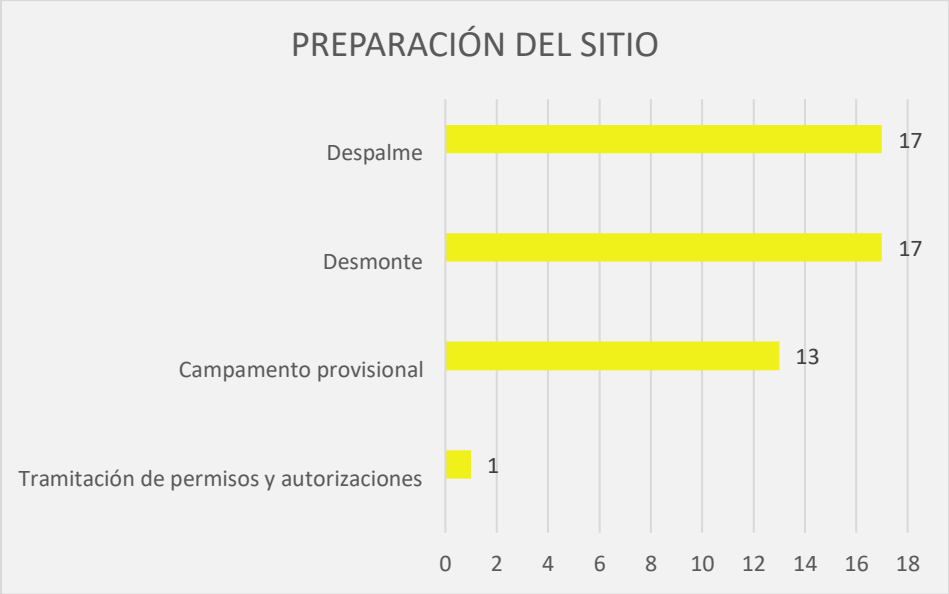


Figura V-3 Incidencias por actividad durante la etapa de preparación del sitio.

Para la etapa de Construcción se identificaron un total de 82 interacciones, siendo la actividad con mayor número de incidencias la Obra civil SET y LAT con 18 interacciones, en el siguiente gráfico se muestra el detalle de las incidencias por actividad para esta etapa.

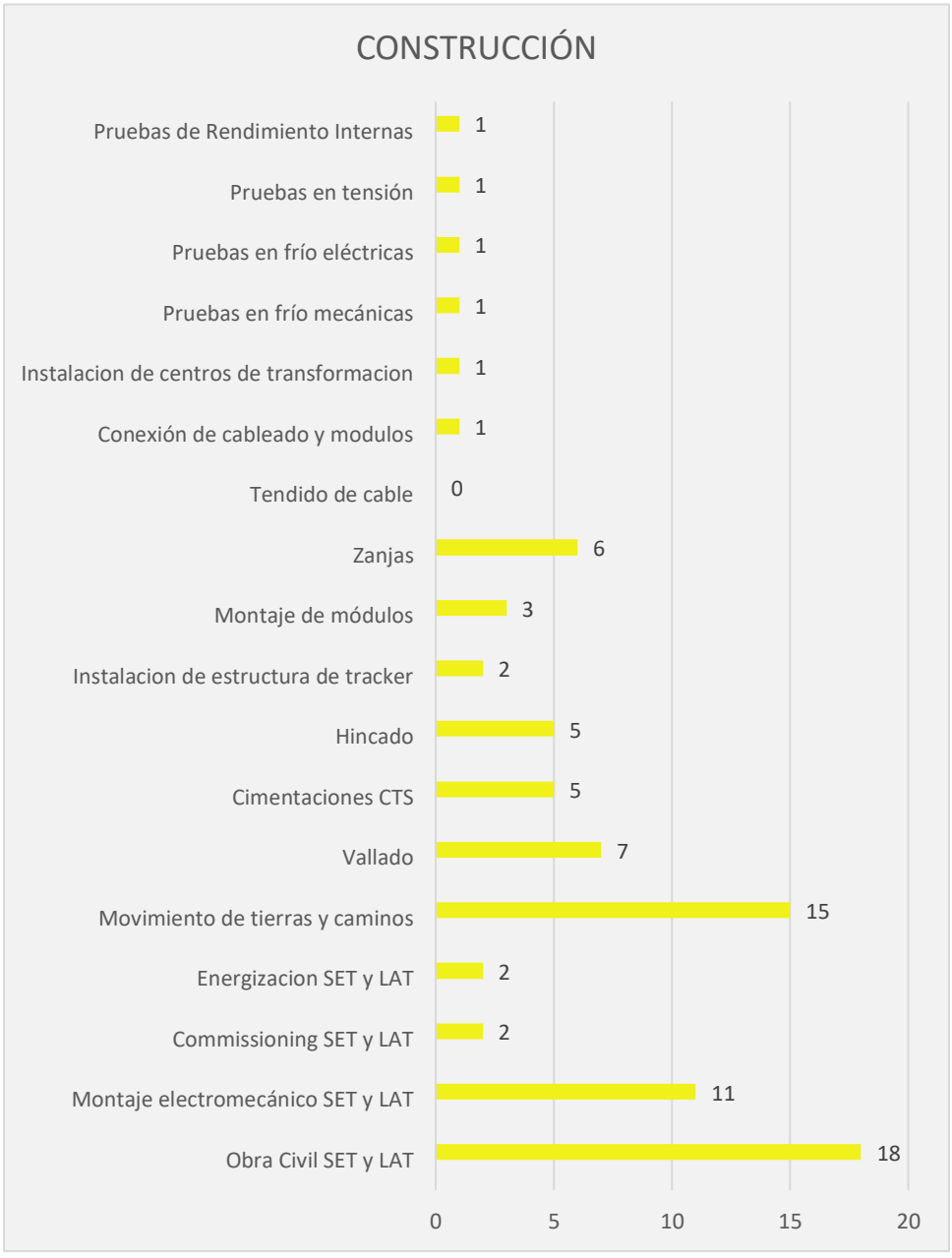


Figura V-4 Incidencias por actividad para la etapa de Construcción.

Para la etapa de Operación y mantenimiento, se tiene que de las 23 interacciones resultantes, la actividad con mayor incidencias corresponde a la limpieza del terreno con 8 interacciones, en la siguiente gráfica se muestra el número de incidencias por actividad.

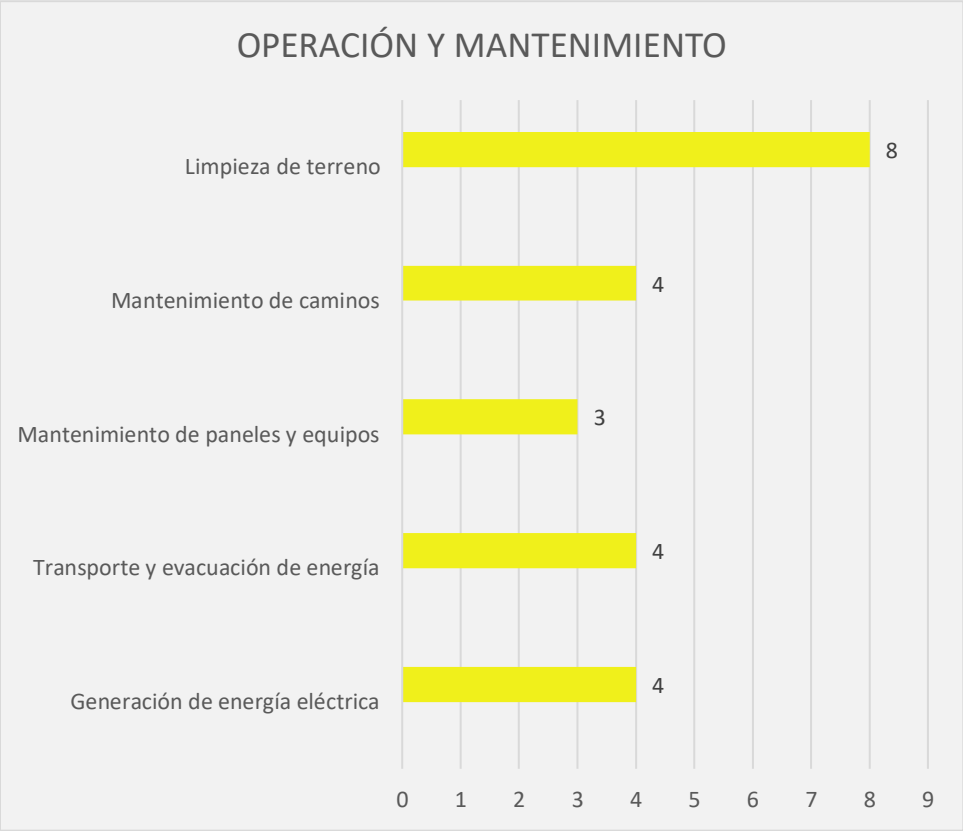


Figura V-5 Incidencias por actividad durante la etapa de Operación y Mantenimiento.

En el caso de la etapa de Abandono de sitio, se tiene que de las 26 interacciones resultantes, la actividad con mayor número de incidencias corresponde al desmantelamiento de módulos, con un total de 13 interacciones, en la gráfica que sigue se presenta el número de incidencias por actividad.

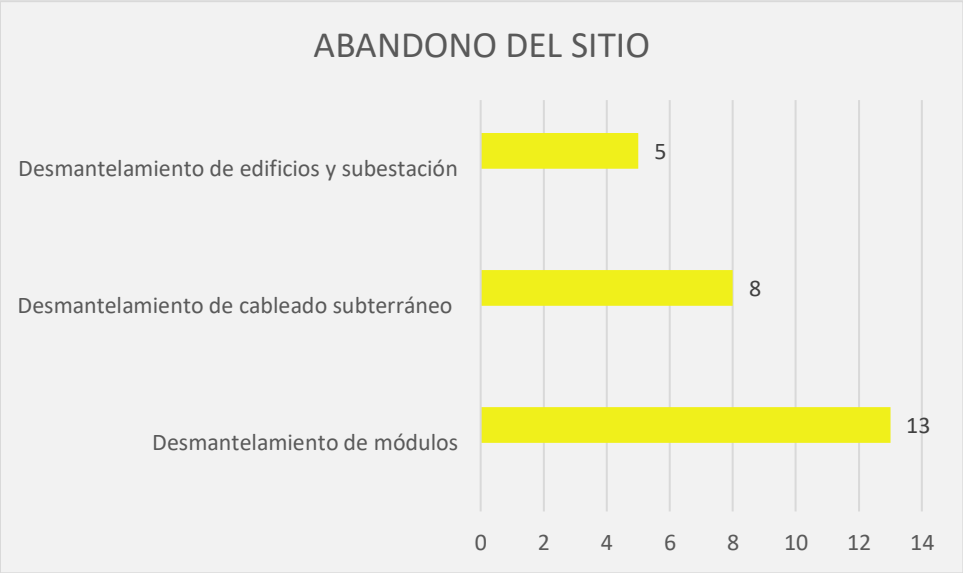


Figura V-6 Incidencias por actividad durante la etapa de Abandono del sitio

La Matriz Causa-Efecto se incluye como anexo electrónico al presente documento, en el archivo denominado **Anexo C5_Matriz de impacto**.

Ahora bien, en lo que respecta a las interacciones por componente se tiene que el componente que tendrá mayor número de interacciones es el componente fauna con un total de 36 incidencias, mientras que el componente que tendrá menos interacciones es el componente socioeconómico con solo 9 incidencias, en la siguiente gráfica se presenta la cantidad de interacciones por componente ambiental.

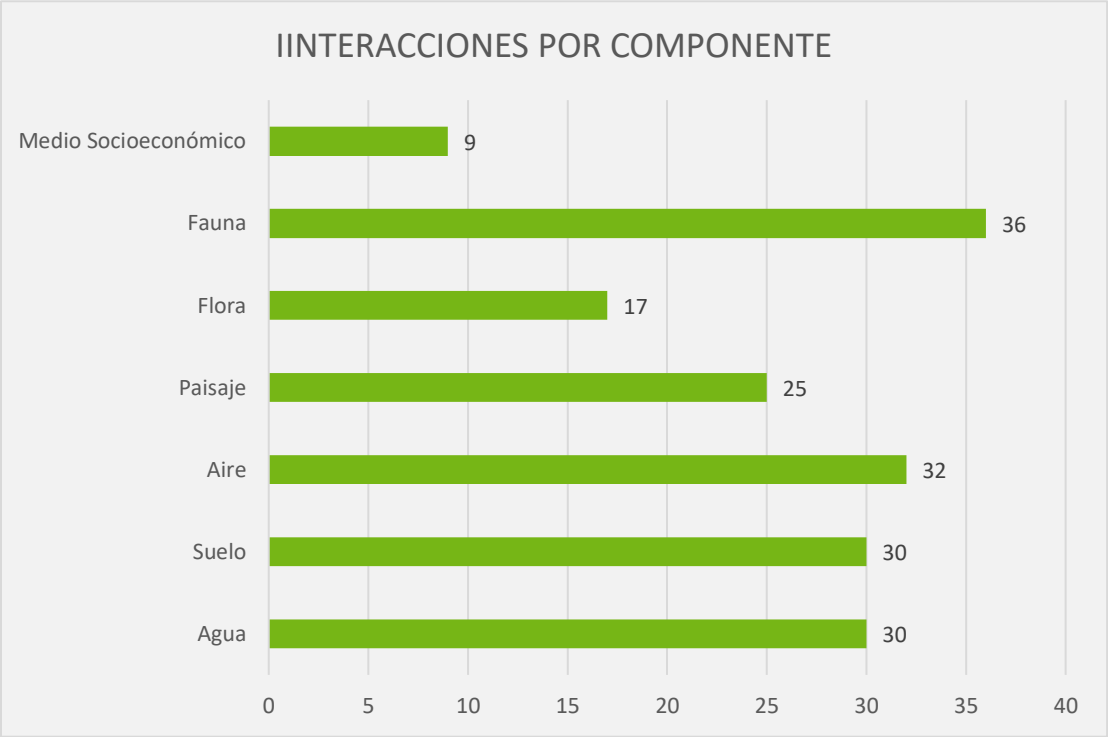


Figura V-7 Incidencias por componente ambiental.

En lo que respecta a la ocurrencia de interacciones sobre los factores ambientales se tiene que el que mayor número de incidencias tendrá es el ruido con un total de 21 incidencias, mientras que el factor con menor número de incidencias corresponde la abundancia y diversidad para el componente flora con 4 interacciones y al definido como actividades comerciales del componente socioeconómico también con 4 interacciones; dentro de la siguiente gráfica se presenta el detalle del número de incidencia de cada uno de los factores que será influenciado por el proyecto.



Figura V-8 Incidencias por factor ambiental.

V.5 Caracterización de los impactos

Hasta esta sección del presente Capítulo se han establecido las acciones del proyecto que podrán generar impactos en el ambiente, además de una serie de pasos para identificar el conjunto de estos. Es importante mencionar que para desarrollar una primera aproximación

acerca de la selección de aquellos impactos que por sus características pudieran identificarse como significativos (positivos o negativos), es indispensable definir a un atributo significativo. Se considera un atributo significativo cuando el componente ambiental o factor que recibirá el efecto directo del impacto adquiere una importancia especial que se encuentra reconocida en la legislación, planes, programas o en las ficiales mexicanas.

De acuerdo con lo anterior, la metodología utilizada nos permitió abordar el aspecto de la probabilidad de que los impactos significativos ocurran y, a su vez, facultó la ponderación y la aplicación de pruebas estadísticas a cada componente ambiental y factor mediante valores numéricos. Así, se identificará con mayor facilidad cuál de ellos se verá afectado considerablemente por el proyecto del Parque Fotovoltaico. Asimismo, se podrá identificar si es un impacto sinérgico, residual o acumulativo. Una vez identificados los impactos con mayor alcance e intensidad, en el capítulo inmediato posterior, se procederá a la elaboración de medidas preventivas y de mitigación.

A continuación, se presentan de acuerdo con la metodología los rangos de importancia que definen el carácter de los impactos evaluados.

Los impactos IRRELEVANTES adquieren valores de importancia inferiores a 25.

Los impactos MODERADOS presentan una importancia entre 25 y 50.

Los impactos SEVEROS toman un valor entre 50 y 75.

Los impactos CRÍTICOS se dan cuando el valor sea superior a 75.



Lo anterior permite identificar que impactos deberán ser considerados con mayor prioridad para el desarrollo de medidas de mitigación, prevención o compensación, con la finalidad de disminuir en la medida de lo posible las modificaciones que puedan derivar de la implementación del proyecto.

Una vez establecido lo anterior e identificados los posibles impactos, en conjunto con la metodología mencionada previamente, se procedió a evaluar los distintos componentes y sus factores ambientales.

V.5.1 Descripción de los impactos identificados

En este apartado se realiza la descripción de los impactos identificados, en donde se refleja el punto de vista del evaluador respecto a la afectación que tendrá el proyecto sobre el ambiente. Se hace la descripción de impactos identificados por componente ambiental respecto a la etapa en la que será visible a fin de evidenciar la diferencia de intensidad del impacto por etapa. De igual manera se describe la naturaleza del impacto, es decir, se mencionan las características que vuelven vulnerable al factor debido a la realización del proyecto. Es importante mencionar que en el presente proyecto no se identificaron impactos críticos.

V.5.1.1 Descripción de impactos del componente Agua

Para el componente agua se identificaron un total de cuatro posibles impactos, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla V-6 Descripción de los impactos identificados para el componente agua.

COMPONENTE: AGUA	
Factor: Cantidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono de sitio	
Impacto: Modificación a los patrones de escurrimiento	**Descripción:** Las actividades que pudieran disminuir la infiltración son el desmonte y despalme, ya que la capa vegetal y la capa orgánica del suelo permiten que el agua de lluvia escurra lentamente permitiendo la saturación del suelo y su infiltración. En el caso específico del área del proyecto se prevé que el retiro de la capa fértil del suelo sea un factor importante en la retención de agua, sin embargo, es importante destacar las propiedades del suelo, que permiten la infiltración rápida del agua hacia el subsuelo, considerándose importante por la cantidad de agua que se precipita en la zona, principalmente durante la temporada de lluvias.

COMPONENTE: AGUA	
Impacto: Incremento en la escorrentía	**Descripción:** Si bien dentro el área del proyecto no se logran observar escorrentías definidas por la CONAGUA, el terreno presenta algunas pendientes suaves que favorecen la escorrentía del agua que se llega a precipitar en la zona, además es importante mencionar que el área del proyecto se ubica en la parte baja la Sierra de Ticul, lo que incrementa el flujo de agua que pudiera existir en el sitio durante una lluvia importante o torrencial. Las características del sitio mencionadas anteriormente sumadas al proceso de desmonte y despalme que deberá de realizarse para la implementación de las infraestructuras del proyecto podrían potencializar el incremento en la escorrentía de agua en la zona, por lo menos durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Abandono de sitio	
Impacto: Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	**Descripción:** Uno de los efectos colaterales de la inclusión de seres humanos dentro de cualquier entorno es la generación de residuos sólidos urbanos, en este caso, dichos residuos serán generados dentro de cada una de las diferentes etapas del proyecto, sin embargo, tendrán mayor presencia dentro de la etapa de preparación del sitio y construcción del parque derivado de la presencia de diferentes frentes de trabajo a lo largo del área del proyecto. La ocurrencia del impacto se prevé principalmente durante la temporada de lluvias, misma que es importante por la cantidad de agua que se precipita en la zona.
Impacto: Contaminación por residuos peligrosos	**Descripción:** La contaminación del agua por la presencia de residuos peligrosos se considera por la presencia de maquinaria y vehículos en las distintas etapas del proyecto y se asocia de manera directa a un mal manejo de aceites, aditivos, o combustibles durante la ejecución de las distintas actividades del proyecto, por lo que se prevé que exista una mayor probabilidad de que ocurra durante las etapas de preparación

COMPONENTE: AGUA	
	del sitio y construcción, sin embargo no se descarta la probabilidad de que se presente también durante la etapa de operación y abandono. Si bien, dentro del área del proyecto no se ubican cuerpos de agua superficiales, se considera que por la alta probabilidad de precipitaciones en la región se pueda presentar este impacto.

V.5.1.2 Descripción de impactos del componente Suelo

En el caso del componente suelo fueron identificados cinco posibles impactos, mismos que se describen en la siguiente tabla.

Tabla V-7 Descripción de los impactos identificados para el componente suelo.

COMPONENTE: SUELO	
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, Abandono de sitio.	
Impacto: Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	**Descripción:** La generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, estará asociada principalmente a las distintas actividades que se realizan dentro de cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, así como a la cantidad de personal que forme parte del proyecto, con lo cual el impacto cambia en su intensidad a lo largo del desarrollo del proyecto. La ocurrencia del impacto se relaciona con una disposición inadecuada de los residuos.
Impacto: Contaminación por residuos peligrosos.	**Descripción:** La ocurrencia de este impacto se asocia principalmente a una inadecuada disposición de los residuos peligrosos provenientes de los vehículos y maquinaria que transite dentro del área del proyecto en las distintas etapas de ejecución. Los residuos peligrosos que se tiene considerado generar corresponden a lubricantes, aceites, combustibles, aditivos entre otros. La intensidad del impacto corresponde a la cantidad de vehículos y maquinaria que transiten por

COMPONENTE: SUELO	
	el área del proyecto, siendo más importantes la preparación del sitio y la construcción.
Factor: Estructura **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento.	
Impacto: Perdida de suelo por erosión eólica.	**Descripción:** Es importante mencionar que el suelo del área del proyecto tiene tendencia a erosionarse, por lo que de manera natural este proceso se presenta en el sitio. Es por ello que las acciones de desmonte y despalme que se realizarán, así como el propio movimiento de tierras y nivelación del terreno incrementarán la probabilidad de que el suelo se pierda por erosión eólica, siendo mucho más intenso durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
Impacto: Perdida de suelo por erosión hídrica.	**Descripción:** Teniendo en cuenta que para la construcción del proyecto será necesario realizar la limpieza y en algunos casos la remoción de vegetación natural dentro de algunas zonas del polígono del proyecto, se prevé que el cambio en la estructura del suelo en combinación con la precipitación pluvial que caracteriza a la zona sean factores que potencialicen la pérdida de suelo por erosión hídrica, presentándose principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
Impacto: Compactación del suelo.	**Descripción:** En lo que respecta a este impacto, se prevé que ocurra durante todas las etapas del proyecto, y sea más intenso durante la preparación del sitio y construcción derivado de los procesos constructivos del proyecto, sin embargo, durante la etapa de operación y mantenimiento este impacto se presentará con menor intensidad por el tránsito de vehículos, y el mismo mantenimiento de caminos.

V.5.1.3 Descripción de impactos del componente Aire

En el caso del componente aire se reconocieron tres posibles impactos enfocados a la calidad y ruido. De manera general se considera que en el sitio existe ya un impacto en la calidad del aire (contaminación y ruido) ya que el proyecto Energías Renovables Kiin se ubica a ambos lados de la carretera No. 184 Muna-Felipe Carrillo Puerto, lo que sienta un precedente importante respecto a los impactos asociados al componente aire que pudiesen ser ocasionados por el desarrollo del proyecto. En la siguiente tabla se describen con mayor detalle dichos impactos.

Tabla V-8 Descripción de los impactos identificados para el componente aire.

COMPONENTE: AIRE	
Factor: Calidad Etapa (s): Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono del sitio	
Impacto: Generación de gases contaminantes.	**Descripción:** Las fuentes generadoras de gases contaminantes asociadas al proyecto corresponden a la presencia de vehículos y maquinaria, consideradas como fuentes móviles, mismas que serán utilizadas con diferentes intensidades de acuerdo a la etapa del proyecto que se ejecute. Se considera que este impacto tenga una mayor intensidad durante las etapas de preparación del sitio y construcción, mientras que durante la operación y mantenimiento la intensidad se verá reducida considerablemente. Para el caso del abandono del sitio, la intensidad será mayor que durante la operación y el mantenimiento**.**
Impacto: Generación de polvos.	**Descripción:** Derivado del movimiento de tierras, como el despalme, nivelación y conformación del terreno, se producirá la dispersión de polvos, por lo que este impacto está asociado a las actividades propiamente de la construcción del proyecto. Para las actividades de desmantelamiento (desmontaje y retiro) se utilizarán vehículos y maquinaria, que producirán gases de combustión, así como polvos por su circulación.

COMPONENTE: AIRE	
Factor: Ruido Etapa (s): Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono del sitio	
Impacto: Generación de ruido por maquinaria y/o camiones.	**Descripción:** La mayoría de las actividades que se desarrollarán dentro de las etapas de preparación de sitio y construcción estarán relacionadas con el empleo de maquinaria pesada, así como la circulación de vehículos pesados, necesarios para el traslado de materiales dentro y fuera del área del proyecto, y la maquinaria para el desmonte, generarán un impacto sonoro en el sitio. Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, las fuentes de generación de contaminantes y ruido serán los vehículos utilizados por el personal encargado de la operación del Parque Solar y del mantenimiento.

V.5.1.4 Descripción de impactos del componente Paisaje

En general, para el componente paisaje se identificaron tres impactos, para los cuales se han considerado no solo las características actuales del área del proyecto, sino las características y necesidades constructivas que el propio proyecto tendrá en las diferentes etapas, entre las cuales se considera la conservación de áreas contiguas a la zona de paneles y subestación lo que permitirá que paisajísticamente el proyecto tenga menos impacto a simple vista, principalmente para la población que transita sobre la carretera No. 184 Muna-Felipe Carrillo Puerto, la cual se ubica entre los dos polígonos que conforman el proyecto. En la siguiente tabla se presenta la descripción particular de cada impacto.

Tabla V-9 Descripción de los impactos identificados para el componente paisaje.

COMPONENTE: PAISAJE
Factor: Visibilidad Etapa (s): Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono del sitio

COMPONENTE: PAISAJE	
Impacto: Modificación en los patrones de visibilidad	**Descripción:** Debido a que el uso de suelo actual dentro del área del proyecto se verá modificado por la construcción y puesta en marcha del proyecto, se modificará considerablemente los patrones de visibilidad actuales, conformados principalmente por vegetación y pastizales, haciendo que este impacto ocurra desde la etapa de preparación del sitio y se mantenga hasta la etapa de abandono, sin embargo, se considera que la intensidad más alta será al inicio y s verá disminuida con el paso del tiempo.
Factor: Calidad Etapa (s): Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono del sitio	
Impacto: Disminución de los elementos bióticos	**Descripción:** La calidad del paisaje radica en la naturalidad del mismo, es decir a mayor cantidad o superficie con presencia de elementos naturales mayor es la calidad. Tal como se ha indicado dentro del Capítulo IV del presente estudio, el área del proyecto se encuentra conformada por vegetación natural en regeneración, así como por huertos frutales y pastizales, por lo que si bien es un área con elementos bióticos, estos representan ambientes variables, sin embargo, desde la etapa de preparación del sitio serán retirados del sitio (aunque no en su totalidad), para dar paso a las infraestructuras que conforman el parque y su efecto será permanente durante todas las etapas del proyecto.
Factor: Alteración/fragilidad Etapa (s): Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono del sitio	
Impacto: Presencia de elementos no naturales	**Descripción:** Si bien el área donde se pretende desarrollar el proyecto Energías Renovables Kiin presenta perturbación por actividades antrópicas previas (más de 30 años), la presencia de elementos como maquinaria, vehículos, paneles, entre otros, provocarán la ocurrencia de este impacto que se presentará desde la etapa de preparación del sitio y será permanente durante toda la vida útil del proyecto, disminuyendo su intensidad a través del tiempo.

V.5.1.5 Descripción de impactos del componente Flora

En el caso del componente flora, de acuerdo con las características descritas dentro del Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, fue posible identificar tres impactos, mismos que se describen de manera puntal en la siguiente tabla.

Tabla V-10 Descripción de los impactos identificados para el componente flora.

COMPONENTE: FLORA	
Factor: Diversidad Etapa (s): Preparación del sitio, Construcción y Abandono del sitio	
Impacto: Disminución en la diversidad de especies.	**Descripción:** Si bien el área del proyecto está conformada por al menos tres usos de suelo diferentes los cuales corresponden a pastizal o potrero, cultivo (frutales y maíz) y parches de vegetación natural, se considera que, por las actividades de limpieza, desmonte y despalme, se verá reducida la diversidad de especies presentes en el sitio, principalmente aquellas que se ubiquen en los sitios donde se tiene proyectado la construcción de las Subestaciones, el área de paneles, los caminos, etc., ya que como se ha mencionado no será necesario retirar toda la vegetación presente dentro del área del proyecto, reduciendo la intensidad del impacto. Teniendo en cuenta lo anterior, el impacto se presentará desde la etapa de preparación del sitio y se mantendrá durante todas las etapas restantes.
Factor: Abundancia Etapa (s): Preparación del sitio, Construcción y Abandono del sitio	
Impacto: Disminución en la abundancia de los organismos.	**Descripción:** Teniendo en cuenta que será necesario realizar actividades concernientes al cambio de uso de suelo, el número de individuos que actualmente se encuentran presentes en el sitio se verá disminuido considerablemente, ya que por los procesos constructivos del proyecto es necesario contar con áreas libres de vegetación que permitan la nivelación del terreno y la instalación de los componentes, en este sentido se prevé que este impacto ocurra durante la etapa de

COMPONENTE: FLORA	
	preparación de sitio y construcción, así como durante la etapa de abandono del proyecto se infiere que el retiro de los componentes del proyecto pueda disminuir el número de individuos presentes, aunque con mucha menor intensidad.
Factor: Especies vulnerables Etapa (s): Preparación del sitio	
Impacto: Disminución en el banco de semillas.	**Descripción:** La ocurrencia de este impacto se prevé derivado de la dinámica de regeneración observada en la visita de campo, ya que es posible observar que el suelo es un reservorio importante de semillas ya que es evidente que en áreas sin uso aparente la vegetación se regenera con facilidad, por lo que, al retirar la capa fértil del suelo, se perderá consecuentemente el reservorio de semillas, disminuyendo la capacidad de regeneración en el sitio. En general se considera que este impacto se presentará en la etapa de preparación del sitio y construcción, y será permanente durante toda la vida útil del proyecto, ya que, por las necesidades de operación, no será posible permitir el crecimiento de vegetación de porte medio y alto.

Si bien dentro del área del proyecto fue identificada la especie *Cedrela odorata* dentro del estrato arbustivo en dos sitios de muestreo, la cual se encuentra listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie Sujeta a Protección Especial (Pr), de acuerdo a los análisis presentados en el Capítulo IV de la presente MI-R y considerando el tipo de vegetación y usos de suelo presentes en el sitio del proyecto se concluye que esta especie no pertenece a la comunidad vegetal por afectar (Selva mediana Subcaducifolia) y que ha sido introducida al sitio de manera intencional, por lo que su remoción no implica la ocurrencia de un impacto asociado a la afectación del ecosistema, es por esta razón que dentro de los impactos identificados se ha descartado la "afectación a especies en riesgo", sin embargo, se deberán considerar medidas de rescate y reubicación de los individuos de esta especie que se

encuentren dentro de las áreas de ocupación del proyecto, con la finalidad de asegurar la protección de los mismos.

V.5.1.6 Descripción de impactos del componente Fauna

Para el caso del componente fauna se identificaron un total de siete posibles impactos, los cuales se describen con mayor detalle dentro de la siguiente tabla.

Tabla V-11 Descripción de los impactos identificados para el componente fauna.

<table>
<tr><th colspan="2">COMPONENTE: FAUNA</th></tr>
<tr><td colspan="2">Factor: Especies vulnerables
Etapa (s): Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento, Abandono de sitio.</td></tr>
<tr><td>Impacto: Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010</td><td>Descripción: Derivado de los muestreos realizados dentro del área del proyecto, fue posible identificar 6 especies de fauna silvestre (Tres en la categoría de Amenazada y tres como en Protección Especial) catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

<table>
<tr><th>Especie</th><th>Nombre común</th><th>NOM-059</th></tr>
<tr><td>Coleonyx elegans</td><td>Gecko bandeado yucateco</td><td>A</td></tr>
<tr><td>Ctenosaura similis</td><td>Iguana rayada negra</td><td>A</td></tr>
<tr><td>Boa imperator</td><td>Boa</td><td>A</td></tr>
<tr><td>Triprion petasatus</td><td>Rana cabeza de pala</td><td>Pr</td></tr>
<tr><td>Amazona albifrons</td><td>Loro Frente Blanca</td><td>Pr</td></tr>
<tr><td>Vireo pallens</td><td>Vireo Manglero</td><td>Pr</td></tr>
</table>

Se prevé que la mayor afectación de este impacto ocurra desde la etapa de preparación del sitio y construcción ya que con la ejecución</td></tr>
</table>

COMPONENTE: FAUNA	
	del cambio de uso de suelo se modificarán las condiciones del hábitat en el sitio. Se considera que grupo de la herpetofauna, será el mayor afectado ya que son más dependientes a microhábitats y por lo tanto más sensibles a estos cambios, las especies más vulnerables dentro del AP serian la rana cabeza de pala (*Triprion petasatus*), Gecko bandeado yucateco (*Coleonyx elegans*) y la Boa (*Boa imperator*). En el caso de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) este impacto puede ser temporal ya que se adapta muy bien a hábitats perturbados. En cuanto a las aves tanto el loro Frente Blanca (*Amazona albifrons*) y el vIreo manglero (*Vireo pallens*) son de amplia distribución en el área de estudio con numerosas zonas de hábitat adecuado para reubicarse.
Factor: Diversidad Etapa (s): Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento, Abandono de sitio.	
Impacto: Disminución de la riqueza específica.	**Descripción:** Como resultado del muestreo de fauna realizado dentro del área del proyecto se tiene que existe una diversidad que es común encontrar en áreas con vegetación inducida de la Península de Yucatán, inclusive las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 tienen un amplio rango de distribución. Con la implementación del proyecto se espera que la mayoría de las especies que actualmente se distribuyen dentro del sitio se desplacen de manera temporal o permanente a áreas aledañas al proyecto, ocasionando una reducción significativa de la cantidad que actualmente utilizan el sitio como su hábitat. Se prevé que este impacto inicie con la preparación del sitio, que la intensidad alcance su punto máximo durante la construcción y que disminuya durante la operación ya que algunas especies podrán coexistir con los componentes del proyecto; en el caso de la etapa de abandono, este impacto podrá darse con una intensidad intermedia, ya que será necesario realizar distintas actividades para el desmantelamiento del parque

COMPONENTE: FAUNA	
Factor: Modificación del hábitat Etapa (s): Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento y Abandono del Sitio.	
Impacto: Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	**Descripción:** Este impacto esta dado directamente por la ejecución del cambio de uso de suelo necesaria para la implementación del proyecto, dado que de acuerdo con los resultados de la caracterización de la fauna silvestre, existen diferentes grupos de especies que utilizan actualmente el área como refugio, descanso y área de alimentación entre otras; se prevé que este impacto sea constante durante todas las etapas del proyecto, pero tendrá diferente intensidad ya que después de que finalicen las actividades constructivas será posible que algunas especies vuelvan a ocupar el sitio principalmente las especies generalistas que no necesitan hábitats especializados para su sobrevivencia..
Impacto: Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	**Descripción:** La ocurrencia de este impacto estará asociada al desmonte y despalme que se realizarán como parte de las actividades de la etapa de preparación de sitio; se refiere al cambio que ocurrirá en el comportamiento de las especies, principalmente aquellas que utilizan el área como hábitat ya que, al modificar las condiciones naturales del área, los organismos tenderán a moverse hacia áreas aledañas en busca de recursos.
Impacto: Efecto barrera	**Descripción:** Este impacto se presentará a partir de la etapa de construcción, y estará asociado principalmente a la colocación del vallado en la zona perimetral del parque. El efecto barrera se espera que ocurra dado que esta infraestructura evitará el libre tránsito de las especies hacia el área del proyecto, teniendo que rodear o en su caso buscar un sitio de características similares que les permita obtener los recursos necesarios para subsistir. Por lo tanto, ese impacto será permanente durante toda la vida útil del proyecto.
Factor: Mortalidad Etapa (s): Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, abandono de sitio.	

COMPONENTE: FAUNA	
Impacto: Mortalidad por atropellamiento	**Descripción:** Teniendo en cuenta el resultado de los muestreos realizados y las actividades que se desarrollarán como parte de la construcción y operación del proyecto, se tiene que este impacto afectará a la herpetofauna y mamíferos, la intensidad estará asociada la cantidad de vehículos que transiten por el sitio, por lo que se espera que durante la etapa de preparación del sitio y construcción este impacto sea más intenso que durante la operación del proyecto, volviendo a cobrar importancia en los trabajos de abandono del sitio
Impacto: Mortalidad por electrocusión/colisión	**Descripción:** Este impacto se reconoce a partir de las últimas actividades de construcción de la LTE y durante toda la vida útil del proyecto. Donde las infraestructuras propias de la LT pueden ocasionar colisiones (cuando un ave vuela hacia el cableado eléctrico y muere como resultado del impacto) y electrocuciones (cuando un ave hace puente entre dos componentes energizados o cuando hace contacto a tierra a través del poste) La bibliografía disponible destaca algunas familias reportadas en el AP como susceptibles a estos impactos entre estas la Columbidae (palomas), Cathartidae (zopilotes) Accipitridae (aguilas) y Strigidae (buhos) (BirdLife International, 2003; Avian Power Line Interaction Committee, 2006).

V.5.1.7 Descripción de impactos del componente Socioeconómico

En el caso del componente socioeconómico se identificaron un total de dos posibles impactos categorizados como positivos, cuales se describen dentro de la siguiente tabla.

Tabla V-12 Descripción de los impactos identificados para el componente socioeconómico.

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO
Factor: Actividades comerciales Etapa (s): Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, abandono de sitio.

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	
Impacto: Derrama económica por bienes o servicios	**Descripción:** Este impacto estará asociado a la presencia de trabajadores del proyecto y a las necesidades que deban cubrir por causa de sus labores o bien por el incremento en su capacidad adquisitiva. Se considera que este impacto estará presente durante todas las etapas del proyecto, pero su intensidad variará en función de la cantidad de personas que trabajen o que sus fuentes de ingreso dependan del proyecto.
Factor: Generación de empleos Etapa (s): Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, abandono de sitio.	
Impacto: Generación de empleos	**Descripción:** Este impacto está asociado directamente a las necesidades del proyecto y estará presente durante todas las etapas del mismo. Se espera que, con la construcción y operación del Parque Solar, se generen empleos de tipo directo e indirecto, así como empleos que requieran conocimientos especializados y empleos de fácil acceso para toda la población vecina. Se espera que este impacto sea más intenso en la preparación del sitio y la construcción y se vea reducido considerablemente en la etapa de operación del proyecto volviéndose a reactivar con los trabajos de abandono del sitio.

V.6 Resultados de la valoración de impactos

Después de haber identificado y descrito los impactos que de acuerdo con las características actuales del sitio y a las necesidades constructivas y de operación del proyecto se prevé ocurran durante las diferentes etapas de ejecución del mismo, es posible asignar los valores de los atributos que según en la metodología mencionada deben ser considerados para la categorización de los impactos.

La matriz de importancia generada para cada una de las etapas del proyecto se encuentra anexa de manera digital al presente estudio.

Ver Anexo C5_Matriz de impacto.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la valoración de los impactos, los cuales están categorizados acorde al valor asignado a cada uno de los atributos considerados.

Tabla V-13 Categorización de los impactos por etapa de ejecución del proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ABANDONO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	Moderado	Moderado	N/A	N/A
		Incremento en la escorrentía	Moderado	Moderado	N/A	Moderado
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	Moderado	Moderado	Irrelevante	Moderado
		Contaminación por residuos peligrosos	Moderado	Moderado	Irrelevante	Irrelevante
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento	Moderado	Moderado	Irrelevante	Moderado
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	Irrelevante	Moderado	Irrelevante	Moderado
		Contaminación por residuos peligrosos	Moderado	Moderado	Irrelevante	Irrelevante
	Estructura	Perdida de suelo por erosión eólica	Moderado	Moderado	N/A	Moderado
		Perdida de suelo por erosión hídrica	Moderado	Moderado	N/A	Moderado

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ABANDONO
		Compactación del suelo	Moderado	Moderado	N/A	Moderado
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	Irrelevante	Moderado	Irrelevante	Moderado
		Generación de polvos	Irrelevante	Moderado	Irrelevante	Irrelevante
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	Irrelevante	Moderado	Irrelevante	Irrelevante
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	Moderado	Moderado	Irrelevante	Moderado
	Calidad	Disminución de elementos bióticos	Moderado	Severo	N/A	Moderado
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales	Moderado	Severo	Moderado	N/A
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	Severo	N/A	Irrelevante	Moderado
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	Moderado	N/A	Irrelevante	Moderado
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	Moderado	Moderado	N/A	N/A
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	Moderado	Moderado	Irrelevante	Moderado

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ABANDONO
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	Severo	Moderado	Irrelevante	Moderado
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	Severo	Moderado	N/A	Moderado
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	Moderado	Moderado	Irrelevante	Moderado
		Efecto barrera	N/A	Severo	Moderado	N/A
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
		Mortalidad por electrocusión/colisión	N/A	N/A	Irrelevante	Irrelevante
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	Moderado	Severo	Moderado	Moderado
	Generación de empleos	Generación de empleos	Moderado	Severo	Moderado	Moderado

N/A= Cuando el impacto no se presenta en esa etapa en específico.

En la siguiente gráfica se muestra para cada una de las etapas del proyecto el número de impactos y su categorización de acuerdo con la metodología de valoración empleada. Mediante esta gráfica se puede observar que en ninguna de las etapas existirán impactos críticos y que los impactos severos se presentarán principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, esto con relación a que estas etapas consideran las primeras actividades a desarrollar como parte del proyecto y en ellas se prevén procesos constructivos que podrían afectar el medio en el que será instalado el proyecto.

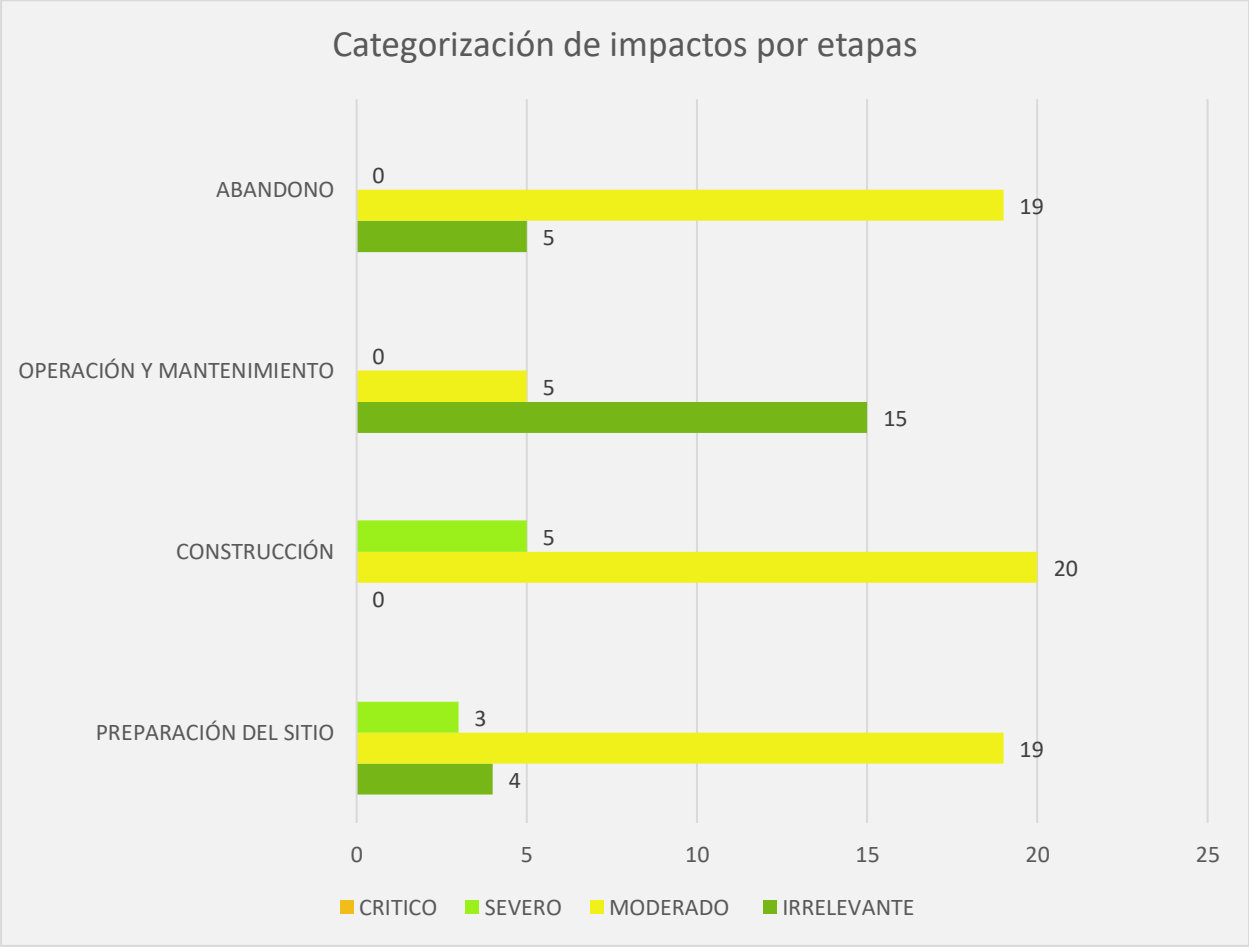


Figura V-9 Categorización de los impactos por etapas del proyecto.

Ahora bien, en lo que respecta a la categorización de los impactos por componente, se tiene que en específico para el componente agua resultaron impactos moderados para la etapa de preparación del sitio y construcción, mientras que para la etapa de Operación y mantenimiento resultaron ser irrelevantes, y para el caso de la etapa de abandono resultaron como moderados e irrelevantes, tal como se muestra en la siguiente gráfica.

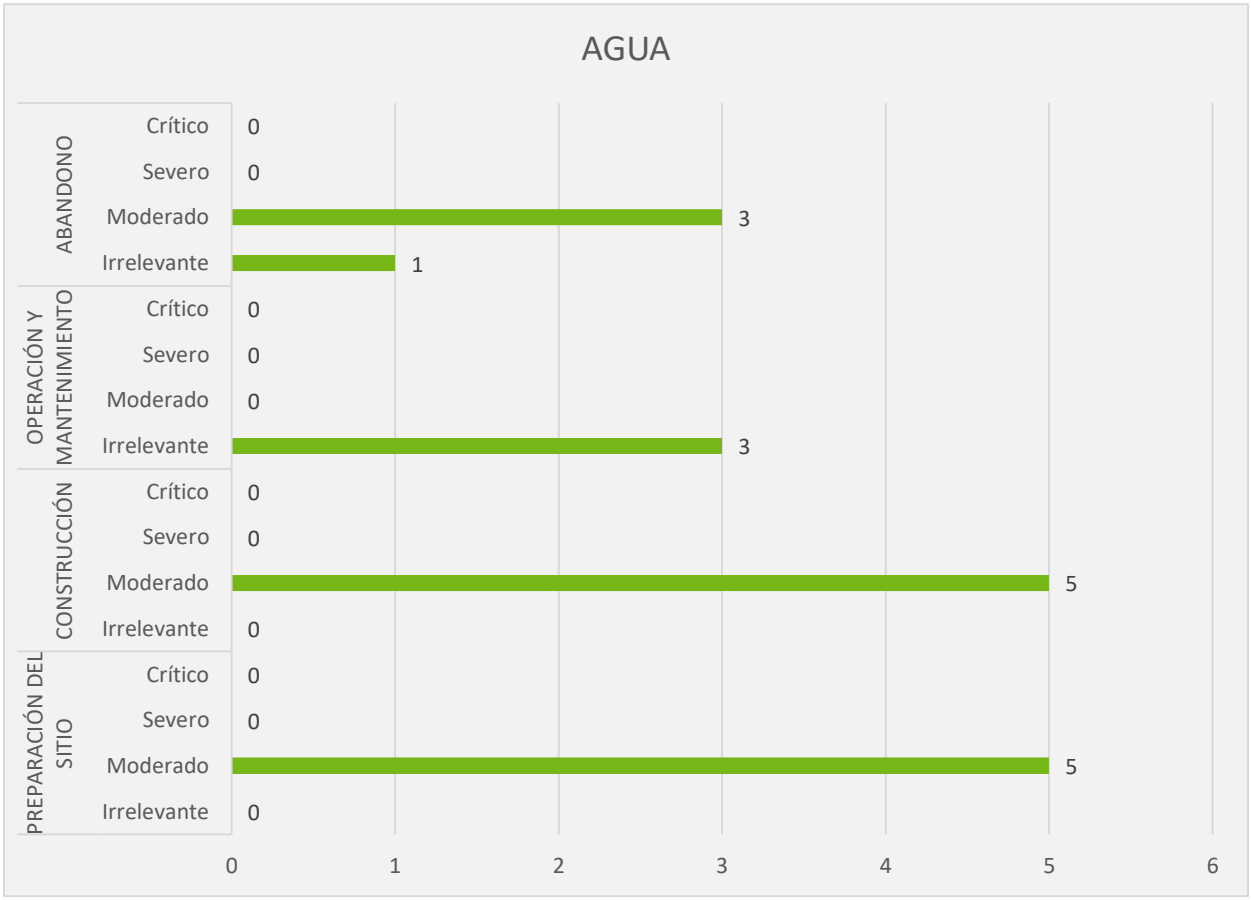


Figura V-10 Categorización de los impactos para el componente agua por etapa de proyecto.

En lo que respecta al componente suelo, se tiene que los impactos identificados fueron categorizados como irrelevantes y moderados en las etapas de preparación del sitio y construcción, mientras que para la operación los impactos resultan irrelevantes y finalmente para la etapa de abandono se resultaron categorizados como moderados e irrelevantes. En la siguiente gráfica se muestra el resultado obtenido.

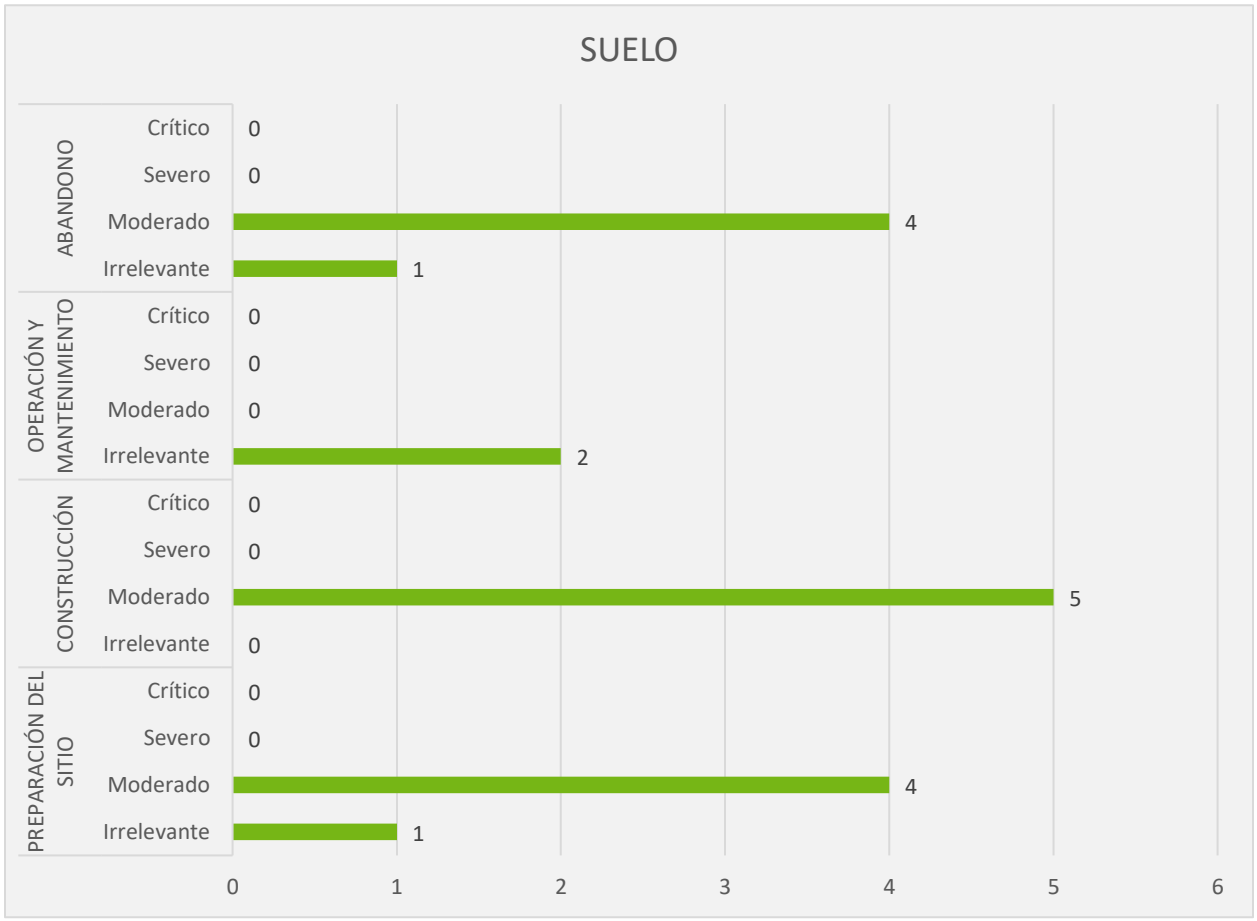


Figura V-11 Categorización de los impactos para el componente suelo por etapa de proyecto.

En el caso del componente aire, de los tres impactos identificados, se tiene que estos resultaron ser irrelevantes durante la etapa de preparación del sitio y la operación, mientras que para la etapa de construcción los impactos se categorizaron como moderados y finalmente durante el abandono resultaron ser irrelevantes y moderados, tal como se muestra en la siguiente gráfica.

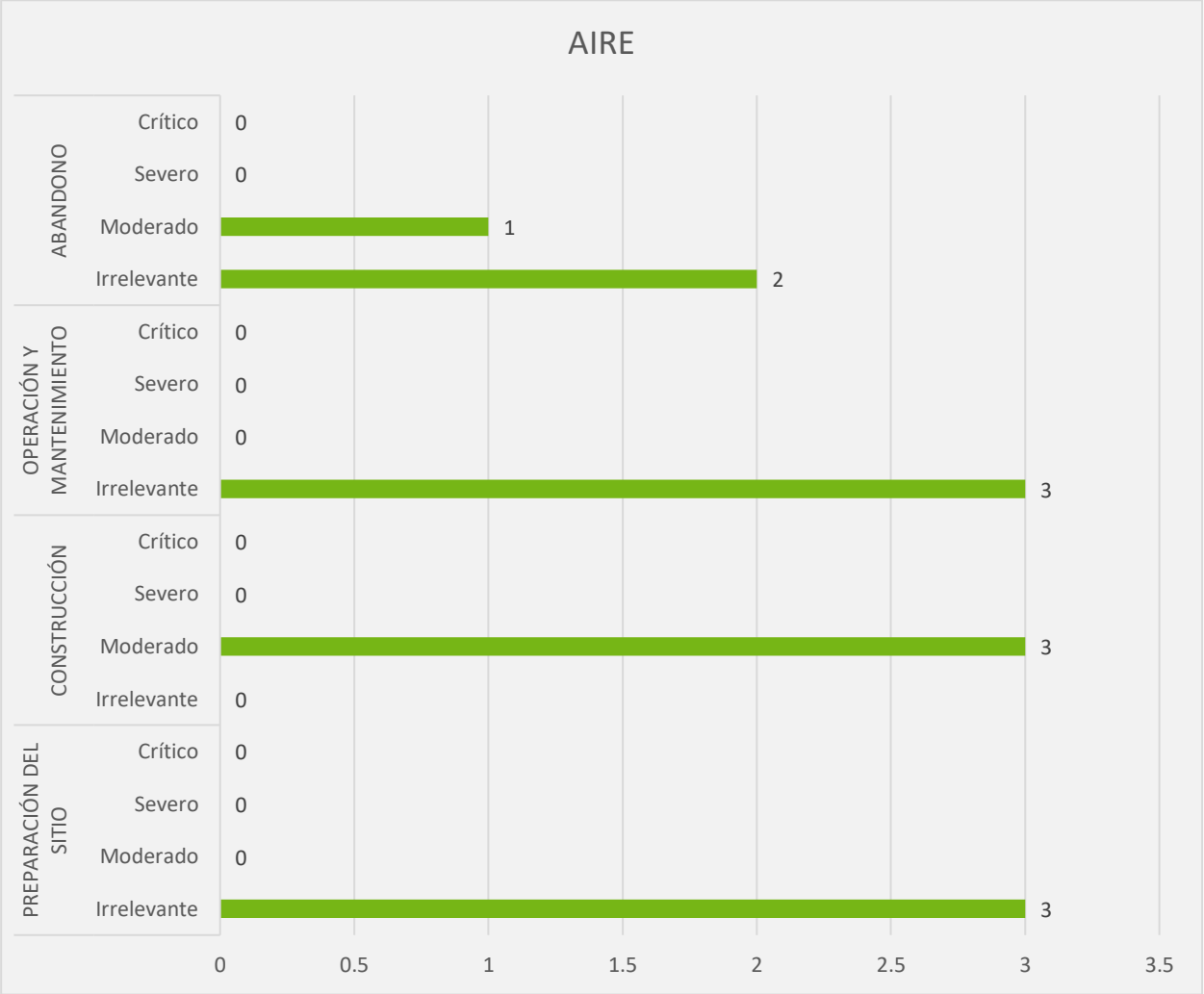


Figura V-12 Categorización de los impactos del componente aire por etapa del proyecto.

Para el paisaje la categorización de los impactos resulta moderado desde la preparación del sitio, sin embargo, durante la construcción se registran dos severos y uno moderado, mientras que para las etapas de operación y abandono varían a moderado e irrelevante. En la siguiente gráfica se muestra la variación de los impactos durante el desarrollo del proyecto.

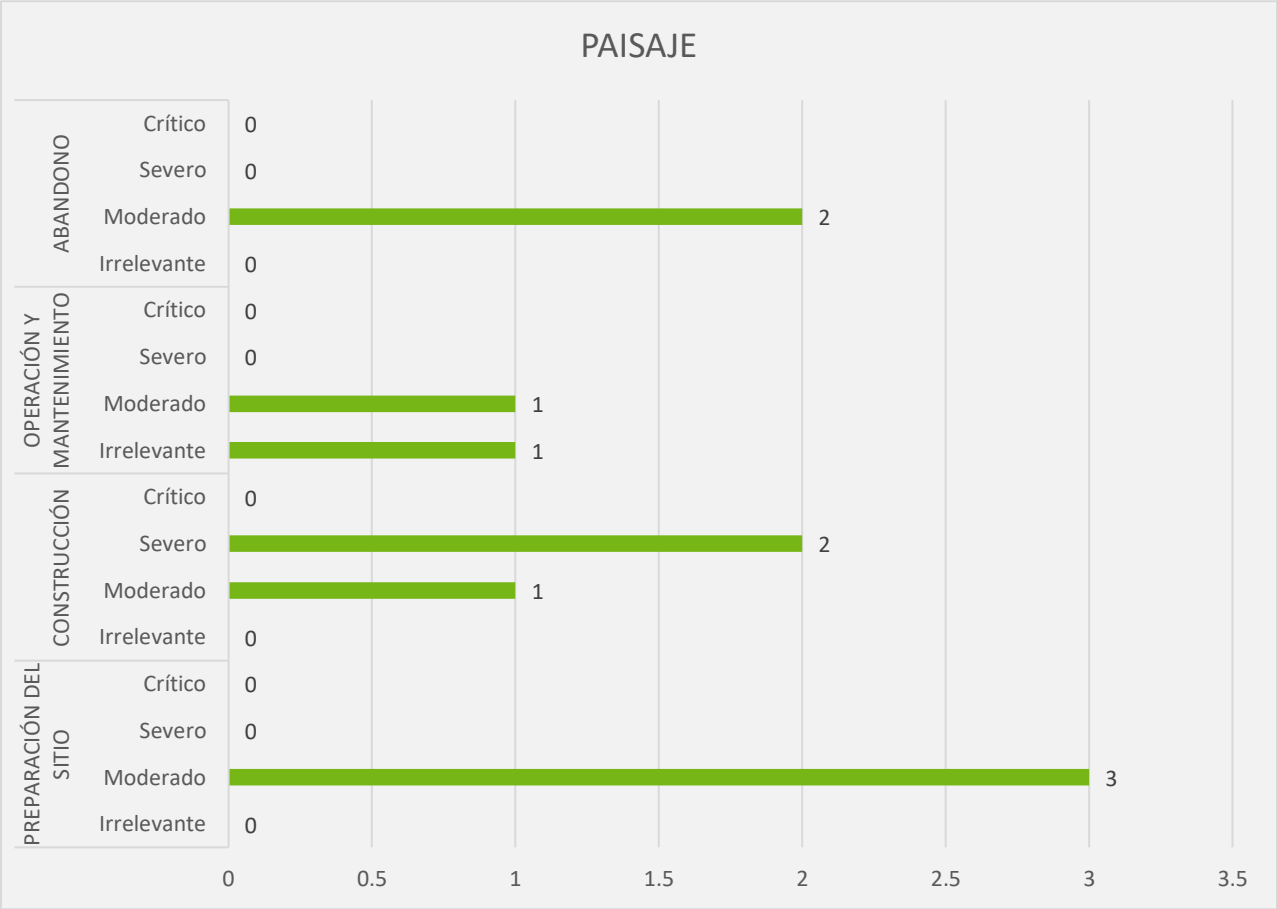


Figura V-13 Categorización de los impactos identificados para el componente paisaje por etapa de proyecto.

Para el caso del componente flora, los resultados de la valoración de impactos indica que durante la etapa de preparación del sitio resultan ser moderados (2) y uno severo, mientras que, durante la construcción, la operación y el abandono, los impactos resultan ser moderados e irrelevantes, en la gráfica que se muestra a continuación se presenta el detalle.

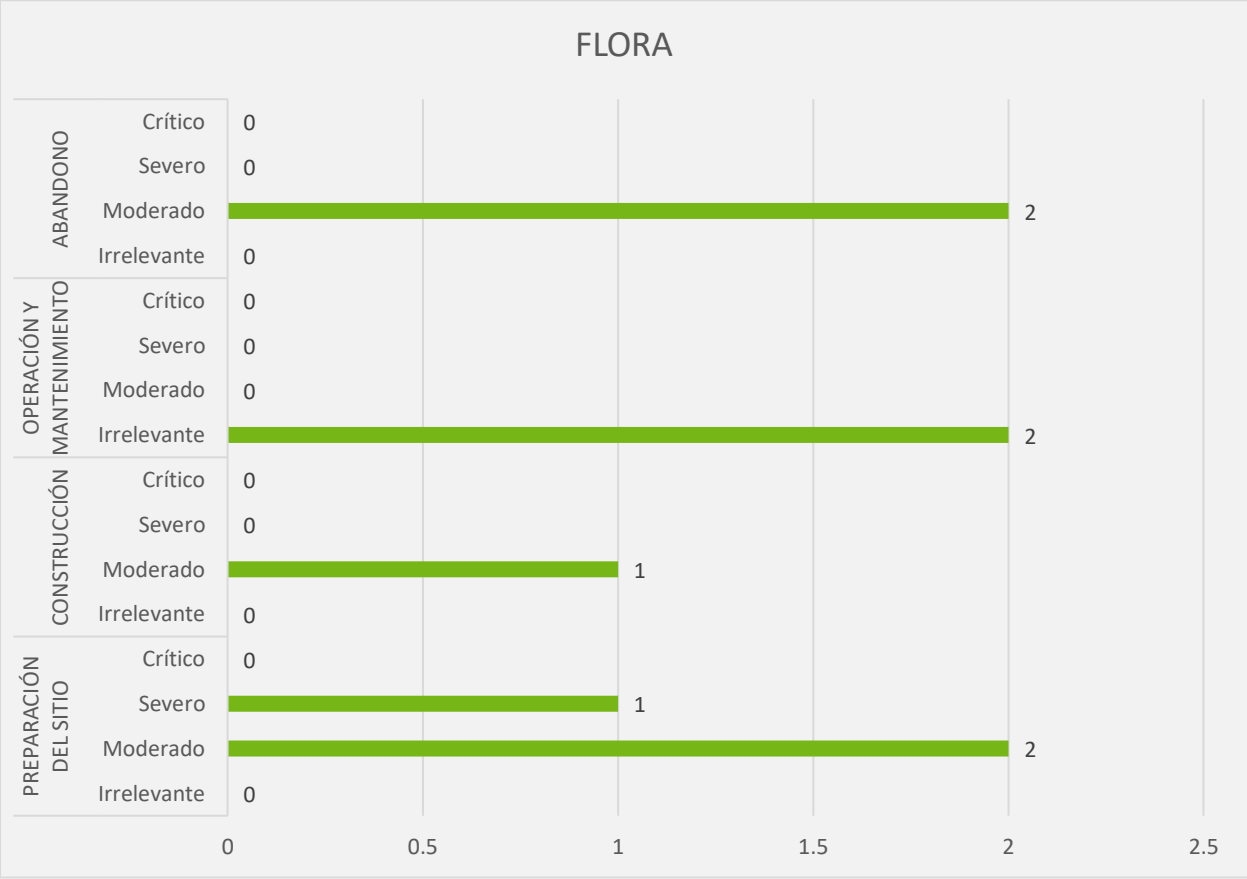


Figura V-14 Categorización de los impactos identificados para el componente flora por etapa de proyecto.

En el caso del componente fauna, los resultados de la valoración de los impactos indican que durante la etapa de preparación del sitio los impactos que ocurran serán moderados y severos, en el caso de la construcción, se espera que los impactos sean en su mayoría moderados y que exista solo un impacto severo, durante la operación y el mantenimiento, se espera que los impactos sean en su mayoría irrelevantes, finalmente para el caso de la etapa de abandono, resultaron ser impactos moderados principalmente, en la siguiente gráfica se muestra el detalle.

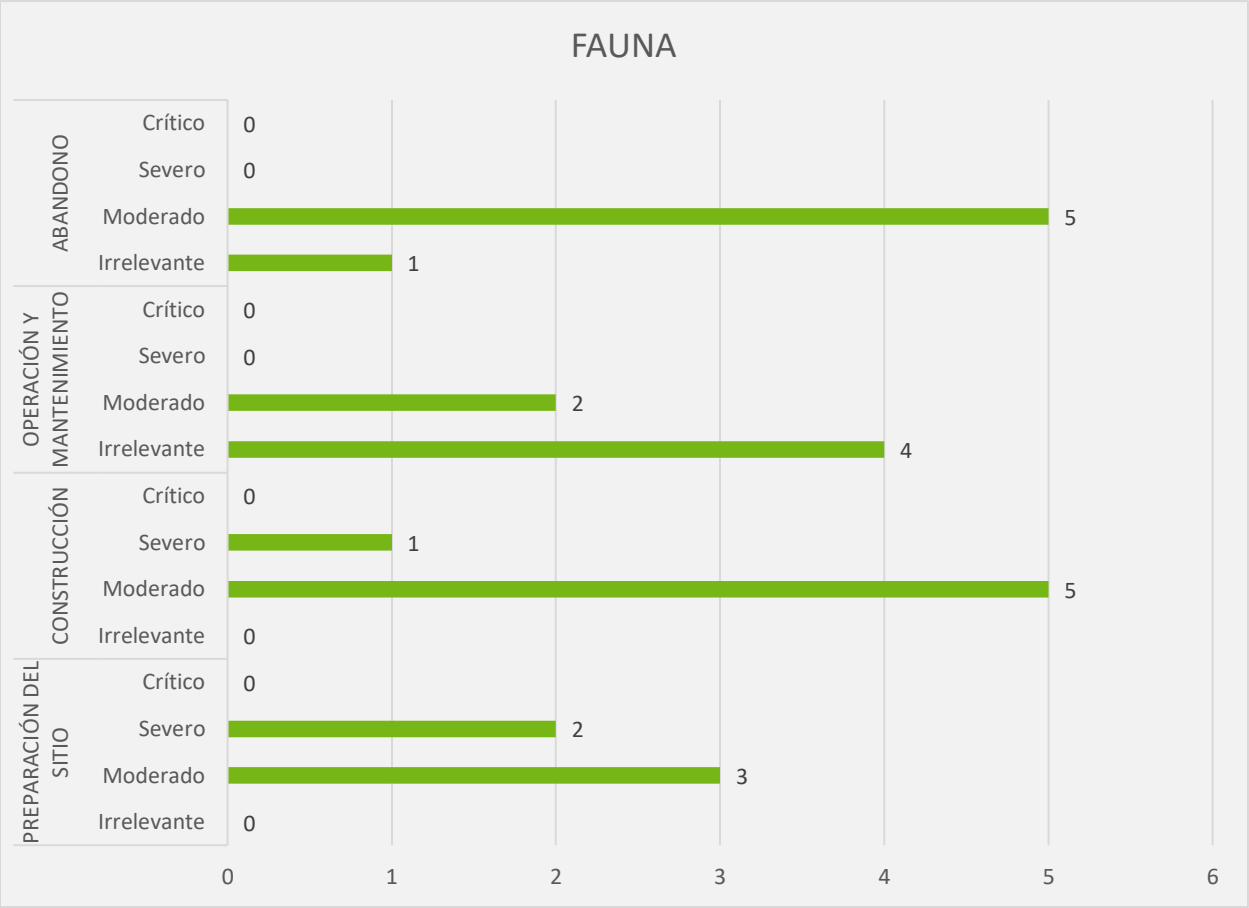


Figura V-15 Categorización de los impactos identificados para el componente fauna por etapa del proyecto.

Para el caso del componente socioeconómico, los impactos identificados son de naturaleza positiva, lo que indica un efecto favorable para el componente, en este sentido, se prevé que durante la preparación del sitio, la operación y el abandono sean impactos moderados, mientras que durante la etapa de construcción sean impactos severos, tal como se muestra en la siguiente gráfica.

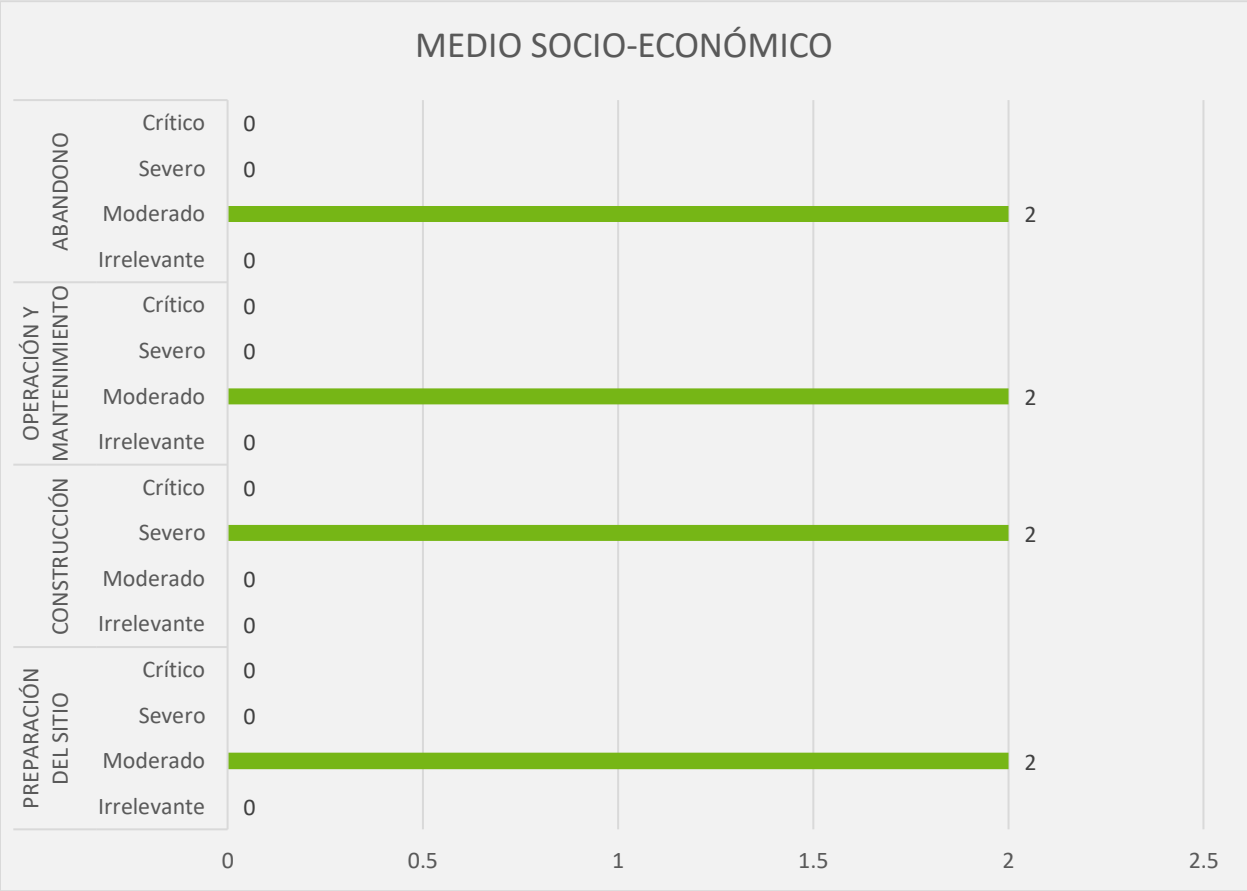


Figura V-16 Categorización de los impactos identificados para el componente socioeconómico por etapa del proyecto.

Otra de las herramientas que el uso de la metodología desarrollada para la valoración de los impactos permite es que mediante esta es posible clasificar los impactos de acuerdo con su tipología, identificando los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que resultarán de la implementación del proyecto, mismos que son el resultado de la valoración asignada por el evaluador.

Sinérgico: se asocia directamente al valor resultante de la "Importancia del impacto" (I), la cual se obtiene a partir de la ecuación propuesta para asignar un valor al impacto, misma que incluye de manera conjunta a todos los atributos considerados y valorados.

Residual: esta tipología se asocia a los valores asignados a la periodicidad del impacto (PR) bajo el entendido de que mientras más recurrente sea un impacto en el tiempo más efectos ocasionará en el medio; además se considera la recuperabilidad (MC) del factor afectado tomando como referencia la temporalidad, así como las acciones para tal fin. De esta manera se obtienen los impactos que por su periodicidad y recuperabilidad son residuales o no según la asignación de valores de cada atributo.

Acumulativo: se encuentra asociado directamente al valor asignado para el atributo "Acumulación" considerado en la metodología, el cual se refiere al incremento progresivo de la manifestación.

En las siguientes tablas se muestran los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales resultantes por cada una de las etapas del proyecto.

- Preparación del sitio

Durante la etapa de preparación del sitio los impactos identificados y valorados resultan ser 21 sinérgicos, 15 residuales y 14 acumulativos, en la siguiente tabla se muestra el detalle de cada uno de los impactos señalados para esta etapa.

Tabla V-14 Tipología de los impactos para la etapa de preparación del sitio.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	SI	SI	NO
		Incremento en la escorrentía	SI	SI	NO
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	SI	NO	NO
		Contaminación por residuos peligrosos	SI	NO	NO
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento	SI	SI	NO
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	NO	NO	NO
		Contaminación por residuos peligrosos	SI	NO	NO
	Estructura	Perdida de suelo por erosión eólica	SI	SI	SI
		Perdida de suelo por erosión hídrica	SI	SI	NO
		Compactación del suelo	SI	SI	NO
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	NO	NO	SI
		Generación de polvos	NO	NO	SI
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	NO	NO	SI
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	SI	NO	SI
	Calidad	Disminución de elementos bióticos	SI	NO	SI
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales	SI	SI	SI
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	SI	SI	SI
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	SI	SI	SI
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	NO	SI	SI

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	SI	SI	NO
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	SI	SI	SI
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	SI	SI	SI
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	SI	NO	NO
		Efecto barrera	NO	NO	NO
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	SI	NO	NO
		Mortalidad por electrocusión/colisión	NO	NO	NO
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	SI	SI	SI
	Generación de empleos	Generación de empleos	SI	SI	SI

- Construcción

Para al etapa de construcción de los impactos evaluados resultaron 24 sinérgicos, 9 residuales y 11 acumulativos, tal como se muestra en las siguiente tabla.

Tabla V-15 Tipología de impactos para la etapa de construcción.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	SI	NO	SI
		Incremento en la escorrentía	SI	NO	SI
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	SI	NO	SI
		Contaminación por residuos peligrosos	SI	SI	SI
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento	SI	NO	NO
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	SI	NO	SI
		Contaminación por residuos peligrosos	NO	SI	SI
	Estructura	Perdida de suelo por erosión eólica	SI	NO	NO
		Perdida de suelo por erosión hídrica	SI	NO	NO
		Compactación del suelo	SI	SI	SI
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	SI	NO	SI
		Generación de polvos	SI	NO	NO
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	SI	NO	SI
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	SI	SI	NO
	Calidad	Disminución de elementos bióticos	SI	SI	NO
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales	SI	SI	NO
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	NO	NO	NO
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	NO	NO	NO
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	SI	NO	NO

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	SI	NO	NO
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	SI	NO	NO
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	SI	NO	NO
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	SI	NO	NO
		Efecto barrera	SI	SI	NO
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	SI	NO	NO
		Mortalidad por electrocusión/colisión	NO	NO	NO
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	SI	SI	SI
	Generación de empleos	Generación de empleos	SI	SI	SI

- Operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación y mantenimiento los impactos evaluados resultaron ser 5 sinérgicos, 3 residuales y 3 acumulativos, en la siguiente tabla se muestra el detalle.

Tabla V-16 Tipología de impactos para la etapa de operación y mantenimiento.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	NO	NO	NO
		Incremento en la escorrentía	NO	NO	NO
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	NO	NO	NO
		Contaminación por residuos peligrosos	NO	NO	NO
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento	NO	NO	NO
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	NO	NO	NO
		Contaminación por residuos peligrosos	NO	NO	NO
	Estructura	Perdida de suelo por erosión eólica	NO	NO	NO
		Perdida de suelo por erosión hídrica	NO	NO	NO
		Compactación del suelo	NO	NO	NO
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	NO	NO	NO
		Generación de polvos	NO	NO	NO
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	NO	NO	NO
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	NO	NO	NO
	Calidad	Disminución de elementos bióticos	NO	NO	NO
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales	NO	NO	SI
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	NO	NO	NO
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	NO	NO	NO
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	NO	NO	NO

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	SINERGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	NO	NO	NO
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	NO	NO	NO
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	NO	NO	NO
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	NO	NO	NO
		Efecto barrera	SI	SI	NO
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	SI	NO	NO
		Mortalidad por electrocusión/colisión	SI	NO	NO
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	SI	SI	SI
	Generación de empleos	Generación de empleos	SI	SI	SI

- Abandono de sitio.

Finalmente, para la etapa de abandono de sitio resultaron un total de 14 impactos sinérgicos y 7 acumulativos, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla V-17 Tipología de impactos para la etapa de abandono del sitio.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	SINÉRGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	NO	NO	NO
		Incremento en la escorrentía	SI	NO	SI
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	SI	NO	SI
		Contaminación por residuos peligrosos	NO	NO	NO
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento	SI	NO	SI
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	SI	NO	SI
		Contaminación por residuos peligrosos	NO	NO	NO
	Estructura	Perdida de suelo por erosión eólica	SI	NO	SI
		Perdida de suelo por erosión hídrica	SI	NO	NO
		Compactación del suelo	NO	NO	NO
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	NO	NO	NO
		Generación de polvos	NO	NO	NO
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	NO	NO	NO
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	SI	NO	SI
	Calidad	Disminución de elementos bióticos	NO	NO	SI
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales	NO	NO	NO
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	NO	NO	NO
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	NO	NO	NO

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	IMPACTO	SINÉRGICO	RESIDUAL	ACUMULATIVO
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	NO	NO	NO
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	SI	NO	NO
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	SI	NO	NO
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	SI	NO	NO
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	SI	NO	NO
		Efecto barrera	NO	NO	NO
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	SI	NO	NO
		Mortalidad por electrocusión/colisión	NO	NO	NO
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	SI	NO	NO
	Generación de empleos	Generación de empleos	SI	NO	NO

A modo de resumen en la siguiente gráfica se muestra la tipología de los impactos por etapa de desarrollo del proyecto.

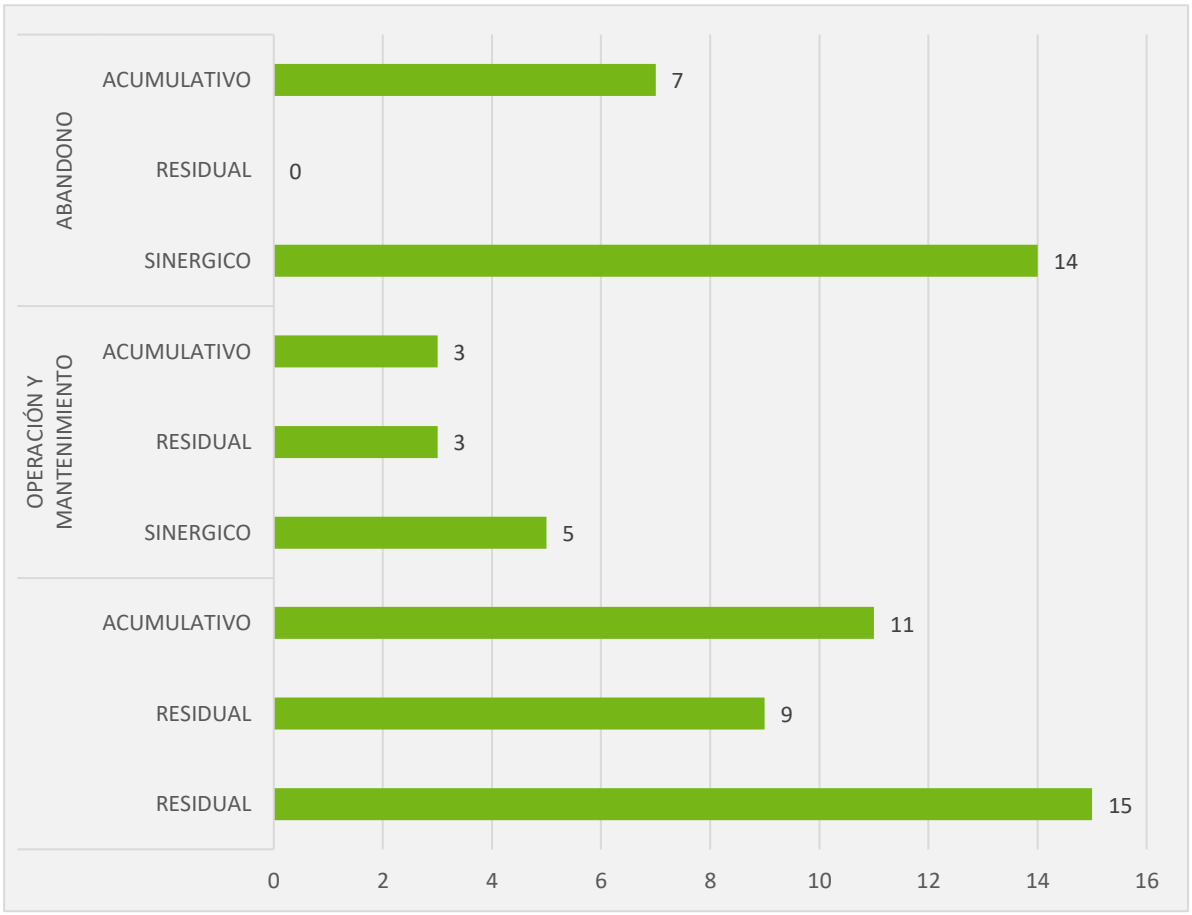


Figura V-17 Tipología de los impactos por etapa del proyecto.

V.7 Impactos residuales

Los impactos ambientales residuales se definen en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del siguiente modo: "*Los impactos ambientales residuales son aquellos que persisten después de haber aplicado las medidas de mitigación*".

La identificación y valorización de los impactos residuales es fundamental, ya que representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente.

Dos de los atributos empleados para determinar la importancia de los impactos ambientales es la Recuperabilidad y Periodicidad. En la tabla de valoración de impactos en la que se utilizó la metodología de Fernández Vítora (2010), se muestran aquellos impactos ambientales significativos que presentaron una recuperabilidad baja y una periodicidad continua, es decir aquellos que tuvieron una valoración de recuperabilidad mayor a 3 y una valoración de periodicidad mayor a 1. En la siguiente tabla se muestran los impactos residuales en concordancia con la evaluación realizada.

Tabla V-18 Identificación de impactos residuales.

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	ABANDONO
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración	SI	NO	NO	NO
		Incremento en la escorrentía	SI	NO	NO	NO
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	NO	NO	NO	NO
		Contaminación por residuos peligrosos	NO	SI	NO	NO
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento	SI	NO	NO	NO
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	NO	NO	NO	NO
		Contaminación por residuos peligrosos	NO	SI	NO	NO
	Estructura	Perdida de suelo por erosión eólica	SI	NO	NO	NO

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	ABANDONO
		Perdida de suelo por erosión hídrica	SI	NO	NO	NO
		Compactación del suelo	SI	SI	NO	NO
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	NO	NO	NO	NO
		Generación de polvos	NO	NO	NO	NO
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	NO	NO	NO	NO
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	NO	SI	NO	NO
	Calidad	Disminución de elementos bióticos	NO	SI	NO	NO
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales	SI	SI	NO	NO
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	SI	NO	NO	NO
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos	SI	NO	NO	NO
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	SI	NO	NO	NO
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	SI	NO	NO	NO
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	SI	NO	NO	NO
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	SI	NO	NO	NO

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	ABANDONO
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	NO	NO	NO	NO
		Efecto barrera	NO	SI	SI	NO
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	NO	NO	NO	NO
		Mortalidad por electrocusión/colisión	NO	NO	NO	NO
SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	SI	SI	SI	NO
	Generación de empleos	Generación de empleos	SI	SI	SI	NO

Una vez definidos los impactos residuales mediante la metodología aplicada, es necesario reconocer la significancia de estos.

Para determinar la significancia de los impactos residuales, se consideró la magnitud del efecto del impacto y la sensibilidad/importancia del factor ambiental, los cuales se explican en los párrafos posteriores.

Magnitud

La magnitud describe el grado de cambio que el impacto podría ocasionarle al factor ambiental. Las designaciones de magnitud son:

- Baja
- Media
- Alta

Sensibilidad/Importancia del factor ambiental

La determinación de la sensibilidad de los factores se basó en la información obtenida en el Capítulo IV de la presente MIA.

Después de caracterizar la magnitud del impacto, el siguiente paso necesario para asignar significancia a un impacto es definir la sensibilidad/importancia del factor impactado. Cuando el factor es físico, se consideran su calidad, sensibilidad al cambio e importancia. Cuando el factor es biológico se consideran su importancia y su sensibilidad al tipo específico de impacto. Las designaciones de sensibilidad/importancia son:

- Baja
- Media
- Alta

Una vez que se ha caracterizado la magnitud del impacto y la sensibilidad/importancia de un factor, se puede asignar significancia a cada impacto. La significancia del impacto se designa con los elementos incluidos en la matriz que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla V-19. Significancia de los impactos residuales.

		Sensibilidad/Importancia del factor ambiental		
		Baja	Media	Alta
Magnitud del impacto	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante
	Pequeña	Insignificante	Menor	Moderada
	Mediana	Menor	Moderada	Significativo
	Grande	Moderada	Significativo	Significativo

A continuación, se describen los términos utilizados para la significancia del impacto incluidas en la tabla anterior:

• **Impacto Insignificante** es aquel donde el factor no se verá afectado en ninguna forma por una actividad en particular o donde el efecto predicho es considerado como "imperceptible" de las variaciones naturales de base.

• **Impacto Menor (No Significativo**) es aquel donde un factor experimentará un efecto notable pero cuya magnitud de impacto es lo suficientemente pequeña (con o sin mitigación) y/o el factor es de baja sensibilidad/importancia.

• **Impacto Moderado (Poco Significativo)** tiene una magnitud de impacto que se encuentra dentro de los estándares aplicables, pero cae en algún punto en el rango desde el umbral en que el impacto es menor, hasta el nivel en que podría estar a poco de infringir un límite regulatorio.

• **Impacto Significativo** es aquel donde se puede exceder un límite o estándar aceptado o en el que los impactos de gran magnitud se presentan en factores altamente sensibles.

Una vez aplicada la metodología descrita, se presenta en la siguiente tabla la significancia de los impactos residuales resultantes:

Tabla V-20 Significancia de los impactos residuales identificados.

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
AGUA	Cantidad	Disminución en la capacidad de Infiltración	El impacto se determina como un efecto permanente desde la etapa de preparación del sitio, puesto que en el proceso constructivo se llevarán a cabo compactaciones y colocarán estructuras ajenas al suelo que tendrán como consecuencia la disminución de la infiltración. Dicho impacto será persistente.	Media	Media	Moderada
		Incremento en la escorrentía	La modificación en la estructura y composición del suelo será permanente durante toda la vida útil del proyecto, lo que favorecerá que los patrones de escurrimiento se vean modificados y por ende el agua precipitada escurra de manera acelerada en comparación con la condición actual, por lo que se considera que los efectos permanecerán en el medio.	Media	Media	Moderada
	Calidad	Contaminación por residuos peligrosos	La vulnerabilidad del componente es importante por las condiciones originales del sitio y en general de la región, incrementando el efecto de la ocurrencia del impacto y su permanencia en el medio.	Media	Media	Moderada

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
	Escorrentía	Modificación a los patrones de escurrimiento	La modificación en la estructura y composición del suelo será permanente durante toda la vida útil del proyecto, lo que favorecerá que los patrones de escurrimiento se vean modificados, si bien dentro del área del proyecto no existen escorrentías definidas, las pendientes ligeras así como la presencia de la Sierra de Ticul permite que la formación de pequeños escurrimientos que se forman principalmente durante las lluvias y aunque son esporádicos forman parte del medio natural, lo cual representa una modificación permanente derivada del desarrollo del proyecto. .	Media	Media	Moderada
SUELO	Estructura	Pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica	Una vez que el suelo quede desprovisto de cobertura vegetal desde la etapa de preparación del sitio, así como de la capa orgánica que lo cubre quedará expuesto a las corrientes de viento aumentando significativamente la pérdida de suelo por viento y agua (precipitaciones), volviéndose un impacto residual.	Media	Media	Moderada

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
		Compactación del suelo	Durante el proceso constructivo se llevarán actividades de compactación del suelo, lo cual abatirá el nivel de infiltración del agua al subsuelo promoviendo a su vez la perdida de humedad. Este efecto se considera residual.	Media	Media	Moderada
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad	Este impacto es el que prevalecerá y será uno de los más notorios ya que se refiere a aquel impacto que por estructura del propio parque solar se modificará el paisaje o la vista de la zona y su entorno desde las etapas de preparación del sitio y construcción. Sin embargo, la importancia que le podemos dar a este impacto es media, ya que en el sitio del proyecto ya existe presencia de actividades antropogénicas, pero es relevante al contrastarse con la Sierra de Ticul y en general a las áreas aledañas que aún se conservan.	Media	Media	Moderada
	Calidad	Disminución de elementos bióticos	Este impacto se encuentra interrelacionado con el impacto anterior, pues las estructuras del parque solar darán otra visión al entorno.	Media	Media	Moderada

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
	Alteración/ Fragilidad	Presencia de elementos no naturales	Las estructuras permanecerán durante toda la vida útil de las obras.	Media	Media	Moderada
FLORA	Diversidad	Disminución en la diversidad de especies	Dentro del área del proyecto se encuentra distribuida vegetación natural con características propias de la Selva Mediana Subcaducifolia, motivo por el cual están consideradas dentro de las actividades de la etapa de preparación de sitio el desmonte y el despalme del área dando lugar a la disminución de la diversidad de las especies en la zona en donde se realizarán dichas actividades. Asimismo, disminuirá la abundancia de los organismos. Este impacto es considerado residual.	Media	Media	Moderada
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos		Baja	Media	Moderada
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	Teniendo en cuenta las características del área del proyecto, específicamente del proceso de regeneración evidente, se considera que el suelo posee un reservorio importante de semillas que facilitan este procedimiento, mismo que se verá	Media	Media	Moderada

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
			influenciado por el retiro de la capa fértil del suelo, lo que se considera que será un efecto residual del proyecto.			
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM059-SEMARNAT-2010	El cambio de las condiciones originales del área del proyecto representará un efecto importante para los hábitos de las especies, siendo significativo y permanente para todas las especies de fauna que se distribuyen en la zona, resaltando aquellas con algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En general la disminución en la riqueza específica será permanente durante toda la vida útil del proyecto y su efecto será residual en el medio.	Media	Media	Moderada
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica		Media	Media	Moderada
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	Las actividades de despalme y remoción de materia vegetal provocarán la alteración y pérdida de hábitat, fragmentando los sitios de refugio, alimento, descanso y reproducción de especies de fauna para la región. Lo anterior tendrá como consecuencia la fragmentación de la conectividad biológica, el desplazamiento y la modificación de la distribución de las especies. Es importante mencionar que se	Media	Media	Moderada

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	MAGNITUD	SENSIBILIDAD DEL FACTOR	SIGNIFICANCIA
			llevarán a cabo acciones de rescate de fauna, sin embargo, en el área constructiva del proyecto se considera un impacto residual.			
		Efecto barrera	De igual forma, el efecto barrera de las instalaciones del parque permanecerá durante la vida útil del proyecto.	Media	Media	Moderada

V.8 Impactos Acumulativos

Los impactos ambientales acumulativos se definen en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental de la siguiente manera: *"Los impactos acumulativos son aquellos efectos en el ambiente que resultan del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo dentro del presente".*

Teniendo en cuenta la definición propuesta por la Ley, dentro de este apartado se realizará un análisis que permita integrar la tendencia de aquellos impactos que serán producidos por la implementación del proyecto dentro del Sistema Ambiental Regional, esto con la intención de identificar aquellos efectos negativos que tenderán a acumularse con actividades pasadas y futuras desarrolladas dentro de los límites de éste.

Es necesario mencionar que para el desarrollo de este apartado se ha considerado la ocurrencia de actividades antropogénicas, así como el desarrollo de proyectos similares al que nos ocupa, mismos que de alguna manera han generado o podrían generar impactos similares a los que Energías Renovables Kiin ocasionará y con ello tener el carácter acumulativo.

Para conseguir el objetivo esperado, se utilizaron herramientas como el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA)[1] de la SEMARNAT, que es un instrumento que permite entre otras cosas, visualizar espacialmente los proyectos que para su ejecución han requerido una autorización en materia de impacto ambiental, así mismo, se utilizó el Plan Estatal de Desarrollo Yucatán 2018-2024 (enfoque agenda 2030)[2], documento que plantea los sectores de inversión y desarrollo para los que el gobierno estatal

[1] https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-de-informacion-geografica-para-la-evaluacion-del-impacto-ambiental-sigeia

[2] https://seplan.yucatan.gob.mx/agenda2030/

destinará recursos para alcanzar los objetivos planteados en dicho documento, en el marco de su adhesión a la Agenda 2030.

Teniendo en cuenta las herramientas mencionadas anteriormente, como resultado se obtuvo que dentro del Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto no existe precedente de proyectos similares al que nos ocupa en la presente evaluación, sin embargo se presenta al menos un proyecto de tipo avícola cercano al área del proyecto y dentro del SAR, en la siguiente imagen se muestra el resultado del análisis realizado por el SIGEIA.

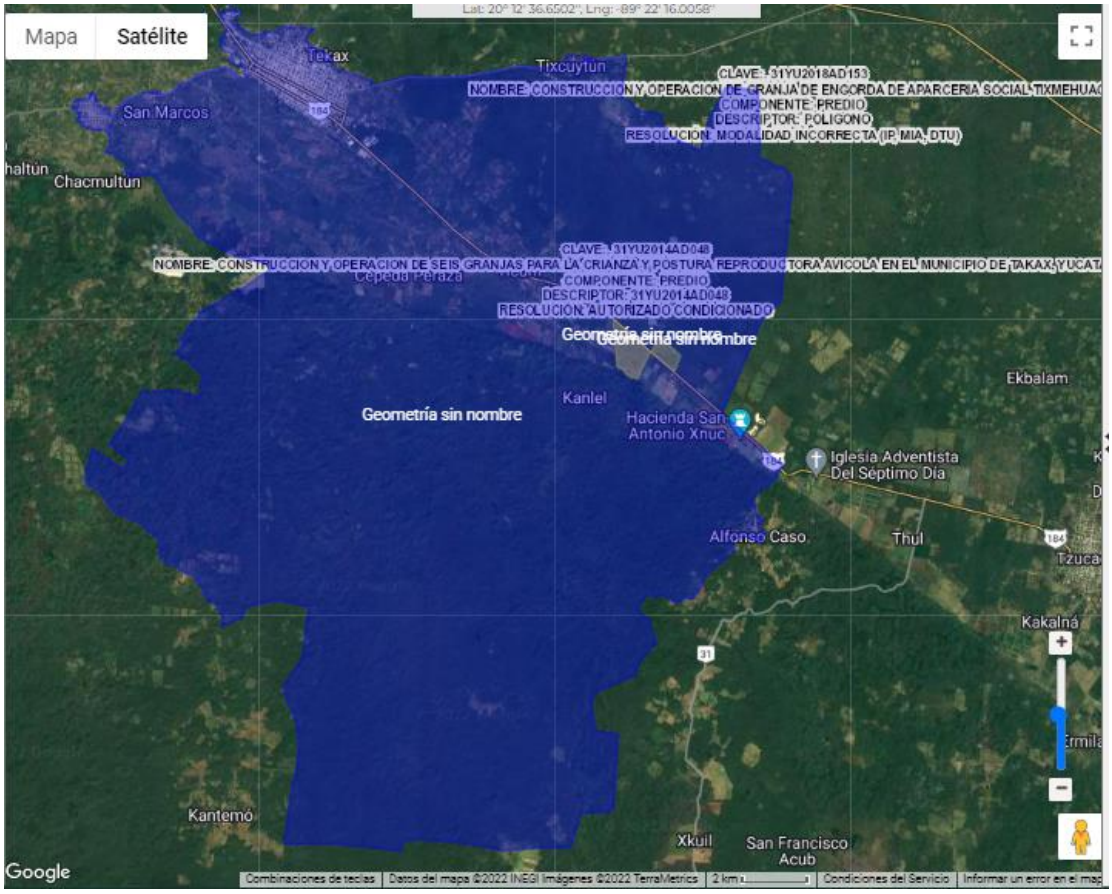


Figura V-18 Análisis del SAR y AP mediante el SIGEIA

Si bien el análisis espacial que el SIGEIA realiza no indica la presencia de algún proyecto que pretenda el aprovechamiento de la radiación solar para la producción de energía eléctrica como lo es el caso del proyecto Energías Renovables Kiin, se considera que por el alto potencial que el sitio representa para este tipo de aprovechamientos es probable que en un futuro próximo se atraiga más inversión hacia este sector, lo cual favorecería no solo al fortalecimiento del sector energético del país, sino también a cumplir con los objetivos y metas del Plan Estatal de Desarrollo en el marco de la Agenda 2030, impulsando el aprovechamiento de los recursos renovables para el desarrollo social.

En este sentido, es importante mencionar que el área del proyecto cuenta con una influencia antropogénica importante, ya que el sitio donde se pretende establecer las infraestructuras ha sido utilizado por más de 30 años para actividades relacionadas con la ganadería y la agricultura, así como el establecimiento de huertos frutales que los propietarios han aprovechado a lo largo del tiempo; en suma a estas condiciones, en el SAR fue posible observar la práctica de actividades similares a las que se realizan en el AP, sin embargo también se aprecian lugares donde la vegetación natural es dominante y posee un estado de conservación importante, además de la presencia de al menos una granja avícola y la carretera estatal No.184 Muna-Felipe Carrillo Puerto, la cual ha contribuido con la fragmentación del sitio y a su vez representa una barrera importante para la fauna.
Bajo este contexto, se considera que de los impactos que pudieran resultar acumulativos con actividades presentes y futuras en el SAR son los que se enlistan en la siguiente tabla.

Tabla V-21 Impactos acumulativos para el SAR

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial
		Contaminación por residuos peligrosos
	Estructura	Perdida de suelo por erosión eólica
		Perdida de suelo por erosión hídrica

COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO
		Compactación del suelo
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad
	Calidad	Disminución de elementos bióticos
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales
FLORA	Diversidad	Disminución en la diversidad de especies
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies
		Efecto barrera
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento
		Mortalidad por electrocusión/colisión

V.9 Conclusiones

Una vez evaluados y valorados los impactos ambientales identificados para el desarrollo del proyecto Energías Renovables Kiin en sus diferentes etapas, es posible concluir lo siguiente:

- Los impactos negativos que ocurrirán por efectos del desarrollo de las distintas actividades del proyecto en su mayoría podrán ser mitigados y prevenidos, por lo que los efecto negativos de estas sobre el medio podrán ser atenuados de una manera significativa, con lo cual se garantiza que no ocurrirá ningún desequilibrio ecológico a nivel del SAR; en el

caso de los impactos de naturaleza positiva asociados al medio socioeconómico, se tiene que ocurrirán en función de las necesidades del proyecto variando su intensidad en el tiempo, sin embargo se deberán enfocar esfuerzos para que los efectos de estos impactos se vean reflejados en las localidades más cernadas al proyecto.

- Los impactos residuales y acumulativos que a nivel regional tendrán efectos sobre el medio podrán ser mitigados y atenuados por el mismo ecosistema ya que se considera que serán muy puntuales lo cual reduce el efecto a nivel regional; además de que hay que considerar que el medio esta impactado de manera previa y que el desarrollo del proyecto se realizará en una zona previamente impactada, que si bien presenta signos de regeneración, no posee una estructura singular que represente un desequilibrio ecológico en caso de su eliminación.

- Por lo anterior se considera que el proyecto resulta ambientalmente viable ya que el Sistema Ambiental Regional puede contener dentro de su capacidad de carga los efectos negativos que el desarrollo del proyecto pudiera ocasionar, además de que se ejecutarán medidas que consigan atenuar y contener los impactos mencionados; en conjunto se espera que el proyecto se podrá integrar de manera adecuada en el SAR.

CAPÍTULO VI

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

Contenido

CONTENIDO VI-2

VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL VI-1

VI.1 Programa de Vigilancia Ambiental VI-7

VI.1.1 Objetivo general del PVA VI-7
VI.1.2 Fichas de las líneas estratégicas de las medidas de mitigación VI-8

VI.2 Seguimiento y control (monitoreo) VI-52
VI.3 Información necesaria para fijación de montos para fianzas VI-57
VI.4 Conclusión VI-58

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

El desarrollo del proyecto comprende actividades que modifican las condiciones naturales del entorno hacia un nuevo estado. Estas modificaciones son tanto positivas como negativas e inciden sobre los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos del medio ambiente en donde se sitúan.

El conocimiento de las modificaciones que tendrán lugar durante la implementación del proyecto permite determinar su magnitud, duración y extensión, haciéndose posible proponer medidas que permitan atenuar los efectos producidos por las actividades relacionadas al proyecto, con el fin de lograr el desarrollo sustentable de la zona.

Con el objetivo de respetar la integridad funcional del Sistema Ambiental Regional se contempla la aplicación de una política de buenas prácticas ambientales a partir de las siguientes estrategias.

1. Identificar las actividades del proyecto que resulten en fuentes de cambio del Sistema Ambiental Regional o con potencial de efectuar un cambio.
2. Identificar los componentes del medio que pueden verse afectados por las actividades identificadas del proyecto.
3. Reconocer las acciones que se pueden realizar para prevenir, evitar, atenuar, corregir, anular o compensar los impactos ambientales negativos producidos por las obras y actividades del proyecto.
4. Implementar un plan de seguimiento y monitoreo de las medidas de mitigación propuestas en esta manifestación de impacto ambiental, así como aquellas que se establezcan en la autorización correspondiente.
5. Establecer personal especializado y capacitado para la aplicación de las medidas propuestas, así como para el establecimiento de las medidas correctivas en el caso de que no se presente la eficacia esperada de las medidas.

Acorde con la legislación ambiental, las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones que se realizan antes o durante el desarrollo de una obra o actividad con el objetivo de reducir, evitar o mitigar los impactos ambientales. En la siguiente tabla se describen de manera general el tipo de medidas de mitigación consideradas.

Tabla VI-1 Tipos de medidas de mitigación.

Tipo de medida	Objetivo	Tiempo de Implementación
Preventiva/Control	Realizar actividades preventivas o evitar realizar acciones que puedan resultar en impactos negativos sobre los componentes ambientales	Antes de la ejecución de la actividad que puede generar el impacto.
	Asegurar el cumplimiento de las acciones para prevenir o minimizar los impactos sobre algún componente ambiental.	
Mitigación	Minimizar el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto negativo sobre algún componente ambiental	Antes, durante y después de la ejecución de la actividad que genera el impacto.
Compensación y Restauración	Compensar y restaurar los impactos negativos a través de acciones enfocadas a la remediación de algún componente ambiental afectado por las actividades propias del proyecto	Después de la ejecución de la actividad que genera el impacto con el fin de restituir en lo posible las condiciones originales.

En este capítulo se integra la aplicación del **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)**, el cual está organizado en líneas estratégicas que incluyen las medidas de mitigación para disminuir

los impactos adversos identificados y que podrían presentarse durante las diversas etapas del proyecto, según lo planteado dentro del Capítulo V de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Para cada componente, factor e impacto ambiental identificado se han establecido medidas de mitigación que se clasifican de acuerdo con su objetivo y tiempo de implementación, en medidas de prevención, control, mitigación y restauración/compensación. Dentro de este documento se describen los objetivos de cada una de las medidas propuestas y su implementación.

Cabe destacar que algunas medidas de mitigación son aplicables para prevenir, minimizar o compensar y controlar diferentes impactos, por ejemplo, el mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado permite minimizar el riesgo de contaminación del suelo y agua además de que contribuye a minimizar la disminución de la calidad del aire y acústica. Por lo anterior, el proyecto desde su diseño incorpora medidas de control, compensación y restauración, reflejando que se trata de un proyecto ambientalmente planificado al incluir la variable ambiental desde su fase de diseño.

Se identificaron distintas medidas de mitigación en diferentes variantes, las cuales deberán llevarse a cabo para garantizar que las afectaciones al medio durante la ejecución del proyecto sean las menores posibles. Considerando la evaluación de impactos ambientales presentada en el Capítulo V de la presente MIA-R, se muestra en la siguiente tabla la clasificación general de las medidas de mitigación con relación al impacto generado.

Tabla VI-2 Clasificación de las medidas de mitigación.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVENTIVA	MITIGACIÓN	RESTAURACIÓN	COMPENSACIÓ
AGUA	Cantidad	Disminución de la capacidad de infiltración		X		X

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVENTIVA	MITIGACIÓN	RESTAURACIÓN	COMPENSACIÓ
		Incremento en la escorrentía		X		
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	X			
		Contaminación por residuos peligrosos	X			
	Escorrentías	Modificación a los patrones de escurrimiento	X			
SUELO	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	X			
		Contaminación por residuos peligrosos	X			
	Estructura	Perdida de suelo por erosión eólica				X
		Perdida de suelo por erosión hídrica				X
		Compactación del suelo			X	X
AIRE	Calidad	Generación de gases contaminantes	X	X		
		Generación de polvos		X		
	Ruido	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	X	X		
PAISAJE	Visibilidad	Modificación en los patrones de visibilidad				X

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVENTIVA	MITIGACIÓN	RESTAURACIÓN	COMPENSACIÓ
	Calidad	Disminución de elementos bióticos			X	X
	Alteración / fragilidad	Presencia de elementos no naturales				X
FLORA	Diversidad	Disminución de la riqueza específica		X		X
	Abundancia	Disminución en la abundancia de los organismos		X		X
	Regeneración	Disminución en el banco de semillas	X			X
FAUNA	Especies vulnerables	Afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	X			
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica	X	X		
	Modificación del hábitat	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	X	X		
		Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies		X		
		Efecto barrera	X	X		
	Mortalidad	Mortalidad por atropellamiento	X	X		

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	PREVENTIVA	MITIGACIÓN	RESTAURACIÓN	COMPENSACIÓ
		Mortalidad por electrocusión/colisión		X		
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	Derrama económica por bienes o servicios	X			
	Generación de empleos	Generación de empleos	X			

Así mismo, en la siguiente gráfica se presenta el total de medidas de acuerdo con su clasificación.

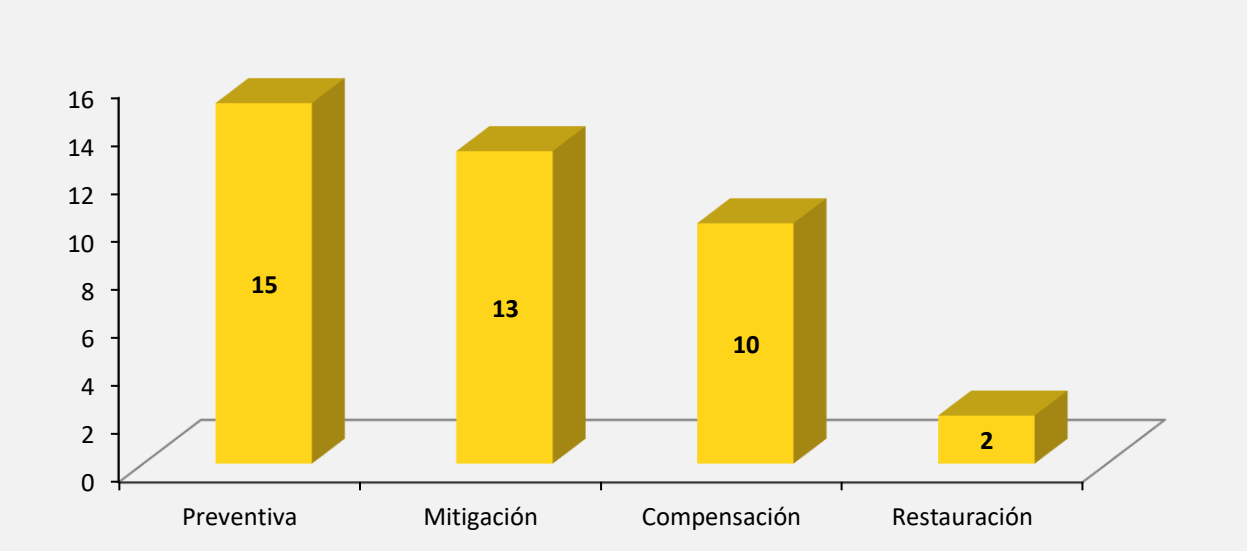


Figura VI-1 Clasificación de las medidas ambientales que se implementarán en el proyecto.

VI.1 Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental propuesto en el presente Estudio de Impacto Ambiental, cumple con lo establecido en la legislación vigente, en el sentido de que establece un control sistemático del cumplimiento de las medidas correctoras propuestas:

> *"El programa de vigilancia ambiental establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de impacto ambiental."*

VI.1.1 Objetivo general del PVA

El objetivo general del Programa de Vigilancia Ambiental es:

- Identificar las estrategias y programar todas las medidas para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales, acumulativos, sinérgicos y residuales derivados del proyecto denominado "Energías Renovables Kiin" en cada fase y etapa de su desarrollo,

incluyendo el abandono, bajo el precepto de mejora continua; con la finalidad de no sólo asegurar el cumplimiento de las medidas propuestas sino de mejorar el desempeño ambiental del proyecto.

Dentro del Plan de Vigilancia Ambiental se mencionan las principales acciones de prevención, reducción y mitigación de impactos que serán realizadas por el Promovente o por la(s) empresa(s) contratista(s) en relación con la actividad a desempeñar dentro del desarrollo del proyecto.

Es indispensable que la empresa encargada de la ejecución del proyecto en cada una de sus etapas contrate un Supervisor Ambiental, quien deberá dar seguimiento a un reglamento de protección y mejoramiento ambiental. El supervisor ambiental también será el encargado de la vigilancia ambiental.

VI.1.2 Fichas de las líneas estratégicas de las medidas de mitigación

En los siguientes apartados se presentan las medidas de mitigación que se considera aplicar durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto, la descripción de las medidas se realiza mediante fichas técnicas donde se indica el componente, el factor, el impacto, la medida, así como los indicadores de realización y seguimiento de acuerdo con las acciones a ejecutar.

Las medidas de mitigación se presentan de acuerdo con el componente ambiental afectado.

VI.1.2.1 Medidas ambientales para el componente Agua

VI.1.2.1.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio y construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del proyecto	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución en la capacidad de infiltración
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y control
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica de la medida	
Se deben respetar las áreas definidas para la construcción de todas las infraestructuras que requieran el sellamiento total o parcial del suelo, así como aquellas que requieran de una compactación específica como el caso de los caminos tanto el de acceso como los internos, de tal modo el impacto sea puntual y no afecte áreas adicionales, reduciendo con ello la superficie afectada.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Superficie autorizada (ha) con cubierta impermeable (concreto). 2. Superficie autorizada (ha) compactada (caminos).	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. La supervisión del cumplimiento estará a cargo del Supervisor Ambiental (SA) asignado, quien deberá corroborar la ubicación y dimensión de las infraestructuras que requieran el sellamiento total del suelo. 2. El SA realizará recorridos de verificación donde se corrobore la ubicación y dimensión de los caminos y áreas que sea necesario compactar. 3. La evidencia de cumplimiento como bitácoras y fotografías se deberán presentar de manera periódica durante los informes del PVA que serán presentados a la autoridad.	
Informes de cumplimiento	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
El reporte de cumplimiento de esta medida se presentará dentro del Informe de Cumplimiento del PVA que se presentará de manera anual.

VI.1.2.1.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del proyecto	
RESPONSABLE: Promovente, Empresa contratista.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución en la capacidad de infiltración
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica de la medida	
Durante la etapa de operación y mantenimiento, se permitirá el crecimiento natural del estrato herbáceo, por debajo de 70cm de altura, en el área de los paneles, toda vez que la permanencia de la vegetación no disminuya la capacidad de los paneles solares. La vegetación permitirá que el proceso de infiltración sea más eficiente en el sitio al proporcionar estructura al suelo.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Superficie (ha) del área de paneles cubierta por herbáceas durante la etapa de operación.	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Se realizarán recorridos de obra periódicos donde se observe el incremento en la cobertura vegetal debajo de los paneles solares, haciendo reportes en bitácora de la superficie estimada.	

VI.1.2.1.3 Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Escurrimientos en el área del proyecto	
RESPONSABLE: Promovente, Empresa contratista.	
Impactos al que va dirigido la acción	Modificación a los patrones de escurrimiento
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva y Compensación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica de la medida	
Para evitar que la infraestructura modifique los patrones de escurrimiento naturales del sitio, se construirán obras de drenaje que permitan el tránsito natural del agua, la construcción de dichas obras dependerá de las condiciones del sitio y las pendientes resultantes en las distintas áreas del proyecto. La construcción de las obras de drenaje estará asociada a los resultados del Estudio Hidrológico que se realice previo a la construcción del proyecto, mediante el cual será posible reconocer las particularidades hidrológicas del sitio.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Recorridos semanales de obra para monitorear la construcción de las obras de drenaje necesarias.	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Memorias fotográficas que demuestren la realización de todas las medidas.	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD
2. **Informes mensuales:** Al termino de cada mes durante la etapa de preparación y construcción del proyecto, el responsable de ejecución realizará un informe firmado con el resumen de los avances mensuales, este informe incluirá un plano donde se destaquen los avances de las obras, además de la memoria fotográfica de todas las actividades realizadas. 3. **Supervisión en fase operativa:** Durante la etapa de operación del parque, al término de cada periodo de lluvias se harán recorridos de reconocimiento en la zona donde se identifiquen escorrentías, para garantizar su estado de conservación, así como el mantenimiento adecuado de las obras de drenaje. 4. **Informes anuales:** Durante la fase de operación, el responsable de la supervisión hará informes anuales firmados, como resultado de los recorridos, acerca del estado de conservación de las escorrentías, dicho informe incluirá un diagnóstico e incluirá memoria fotográfica

VI.1.2.1.4 Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del proyecto	
RESPONSABLE: Promovente, Empresa contratista	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva
Efectividad esperada	Alta

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD
Descripción técnica de la medida
Para evitar deteriorar la calidad del recurso hídrico por una inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos, se deberán colocar contenedores debidamente señalados, en lugares estratégicos (frentes de trabajo, áreas de concentración de personal), un almacén de residuos peligrosos y sanitarios portátiles (uno por cada 15 trabajadores o fracción), mismos que deberán contar con los procedimientos adecuados para su limpieza y disposición de los residuos. Además, queda estrictamente prohibido la infiltración de agua residual al subsuelo. Las actividades deberán estar contenidas dentro de un Programa de Manejo Integral de Residuos donde se establecerá el detalle de las mismas.
Indicadores de realización y seguimiento
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Relación entre número de sanitarios/número de trabajadores. 2. Relación entre el número de contenedores/frentes de trabajo.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Bitácora con el registro del número de sanitarios contratados 2. Bitácora con el registro de contenedores por frente de trabajo

VI.1.2.1.5 Medida 5

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áárea del proyecto.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresa contratista.	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial
Prioridad de la acción	Alta

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
Carácter de la medida	Preventiva
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica de la medida	
La empresa responsable del mantenimiento periódico de los sanitarios portátiles (cada tercer día) deberá garantizar que la disposición final de las aguas residuales se llevará a cabo dando cumplimiento a las disposiciones legales aplicables.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Relación entre número de mantenimientos programados/número de mantenimientos realizados.	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Bitácora del registro de los mantenimientos realizados, adjuntando el archivo con los comprobantes de disposición final.	

VI.1.2.1.6 Medida 6

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento, Abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del proyecto	
RESPONSABLE: Promovente, Empresa contratista.	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
Se ejecutará un programa del manejo integral de residuos durante todas las etapas del proyecto. Las acciones contemplan separar de forma adecuada los residuos generados en los contendores correspondientes. También se contempla la colocación de señalamientos que prohíban la inadecuada disposición de residuos. Los residuos de manejo especial deberán ser colocados en el sitio destinado para ello, los que se encuentren en estado líquido deberán ser dispuestos de forma que no puedan infiltrarse en el suelo, es decir, con una capa impermeable entre el suelo y el material. Se impartirán talleres sobre la capacitación y sensibilización sobre el manejo y disposición de residuos. Al finalizar la etapa de construcción se realizará una limpieza general del sitio.
Indicadores de realización y seguimiento
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Relación entre número de contenedores existentes debidamente identificados (por tipo de residuos) / número de contenedores existentes. Los contendores deberán estar señalados con la iconografía propuesta por SEMARNAT en su "Guía de diseño para la identificación gráfica del manejo integral de residuos sólidos urbanos".  **Figura. Iconografía de clasificación de RSU. Fuente: SEMARNAT** 2. Número de anuncios colocados en los que se indique "Se prohíbe tirar residuos", con el objetivo de que estos no escurran y se contaminen los escurrimientos. Lo mismo sucederá con los residuos peligrosos y materiales pétreos. 3. Contar con procedimientos para el manejo y disposición final de residuos generados durante el desarrollo del proyecto que permitan dar el seguimiento y vigilancia adecuados para el cumplimiento de las disposiciones normativas establecidas en la legislación ambiental vigente, con el fin de evitar la generación de fauna nociva.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
4. Bitácoras de disposición de residuos. 5. Superficie del proyecto sin residuos. 6. Número de talleres impartidos sobre capacitación y sensibilización sobre el manejo y disposición de residuos. *__NOM-083-SEMARNAT-2003__ (Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial).
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Se registrará en una bitácora el manejo de los residuos, adjuntando los comprobantes de disposición final. 2. Memorias fotográficas del manejo de residuos 3. Memoria fotográfica del almacén temporal de residuos

VI.1.2.1.7 Medida 7

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento, Abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista.	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por residuos peligrosos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se ejecutarán acciones de acopio de residuos peligrosos dentro de un programa del manejo integral de residuos durante todas las etapas del proyecto.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes:	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
1. Realizar el mantenimiento de vehículos y maquinarias fuera del área del proyecto, o en un área impermeable habilitada dentro del área del proyecto, con la finalidad de evitar escurrimientos de sustancias contaminantes a afluentes superficiales 2. Contar con un almacén de residuos peligrosos impermeabilizado debidamente señalado y contará con un reglamento de manejo de los mismos. 3. Implementación de un almacén temporal de RP de acuerdo con la norma. 4. Manejo adecuado de los RP por una empresa autorizada 5. Disposición final de los RP por una empresa autorizada. 6. Registrar cantidad de RP generados 7. Presencia de extintores y lineamientos de seguridad para el manejo de residuos peligrosos. 8. Bitácora de seguimiento de residuos peligrosos que incluya los manifiestos de entrega y recepción
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Bitácora de seguimiento de residuos peligrosos que incluya los manifiestos de entrega y recepción 2. Se verificará que la empresa contratada para la disposición final de RP cuente con los permisos correspondientes vigentes. 3. En la bitácora se adjuntarán los registros y documentación probatoria, como lo establece la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos respecto a la generación, transporte y disposición de los residuos peligrosos. 4. Memorias fotográficas del manejo de residuos peligrosos 5. Memoria fotográfica del almacén de residuos peligrosos

NOTA SOBRE LOS RESIDUOS PELIGROSOS: Las características del almacén de residuos peligrosos deberán de cumplir lo establecido en el Artículo 82, capítulo IV (Sección 1) del Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de Residuos. Por el volumen de residuos generados en el proyecto (400 kg/año) se prevé que se obtenga el registro como "Pequeño generador" por lo que sólo se consideran algunas condiciones básicas para el área de almacenamiento como son las siguientes:

- Las áreas de residuos peligrosos deben estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- Las áreas de residuos peligrosas deben estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- El Almacén debe 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.
- 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
- El almacén deberá tener pasillos que permitan el tránsito. Además, deberá tener sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de residuos peligrosos almacenados.
- El almacén deberá contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles.
- 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.

VI.1.2.2 Medidas ambientales para el componente suelo

VI.1.2.2.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento, Abandono
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se ejecutará un programa del manejo integral de residuos durante todas las etapas del proyecto. Las acciones contemplan separar de forma adecuada los residuos generados en los contendores correspondientes. También se contempla la colocación de señalamientos restrictivos e informativos que sirvan de guía para la disposición adecuada de los residuos que se generen en el área del proyecto. Los residuos de manejo especial deberán ser colocados en el sitio destinado para ello, los que se encuentren en estado líquido deberán ser dispuestos de forma que no puedan infiltrarse en el suelo, es decir, con una capa impermeable entre el suelo y el material. Las mezclas de preparación de concreto o cualquier elemento empleado deberán realizarse en sitios indicados para ello. Se impartirán talleres sobre la capacitación y sensibilización sobre el manejo y disposición de residuos. Al finalizar la etapa de construcción se realizará una limpieza general del sitio.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Relación entre número de contenedores existentes debidamente identificados (por tipo de residuos) / número de contenedores existentes. Los contendores deberán estar señalados con la iconografía propuesta por SEMARNAT en su "Guía de diseño para la identificación gráfica del manejo integral de residuos sólidos urbanos".	

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
 **Figura. Iconografía de clasificación de RSU. Fuente: SEMARNAT** 2. Número de anuncios colocados en los que se indique "Se prohíbe tirar residuos", con el objetivo de que estos no escurran y se contaminen los escurrimientos. Lo mismo sucederá con los residuos peligrosos y materiales pétreos. 3. Contar con procedimientos para el manejo y disposición final de residuos generados durante el desarrollo del proyecto que permitan dar el seguimiento y vigilancia adecuados para el cumplimiento de las disposiciones normativas establecidas en la legislación ambiental vigente, con el fin de evitar la generación de fauna nociva. 4. Registrar cantidad de RSU 5. Evitar el almacenamiento de sustancias de contaminantes dentro del predio, realizando un convenio con servicios públicos municipales para su correcta disposición final. 6. Limpieza general de la zona al finalizar la etapa constructiva del proyecto. 7. Número de talleres impartidos sobre capacitación y sensibilización sobre el manejo y disposición de residuos. ***NOM-083-SEMARNAT-2003** (Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial).
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Se registrará en una bitácora el manejo de los residuos, adjuntando los comprobantes de disposición final. 2. Memorias fotográficas del manejo de residuos 3. Memoria fotográfica del almacén temporal de residuos

VI.1.2.2.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento, Abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista.	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por residuos peligrosos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se ejecutarán acciones de acopio de residuos peligrosos dentro de un programa del manejo integral de residuos durante todas las etapas del proyecto.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Realizar el mantenimiento de vehículos y maquinarias fuera del área del proyecto, o en un área impermeable habilitada dentro del área del proyecto, con la finalidad de evitar escurrimientos de sustancias contaminantes a afluentes superficiales 2. Contar con un almacén de residuos peligrosos impermeabilizado debidamente señalado que contará con un reglamento de manejo de los mismos. 3. Implementación de un almacén temporal de RP de acuerdo con la norma. 4. Manejo adecuado de los RP por una empresa autorizada 5. Disposición final de los RP por una empresa autorizada. 6. Registrar cantidad de RP generados 7. Presencia de extintores y lineamientos de seguridad para el manejo de residuos peligrosos. 8. Bitácora de seguimiento de residuos peligrosos que incluya los manifiestos de entrega y recepción	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Bitácora de seguimiento de residuos peligrosos que incluya los manifiestos de entrega y recepción	

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
2. Se verificará que la empresa contratada para la disposición final de RP cuente con los permisos correspondientes vigentes. 3. En la bitácora se adjuntarán los registros y documentación probatoria, como lo establece la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos respecto a la generación, transporte y disposición de los residuos peligrosos. 4. Memorias fotográficas del manejo de residuos peligrosos 5. Memoria fotográfica del almacén de residuos peligrosos

VI.1.2.2.3 Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista.	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por residuos peligrosos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Para minimizar el riesgo de contaminación del suelo por la operación del equipo y maquinaria se deberán realizar mantenimientos preventivos y correctivos con el fin de garantizar que la maquinaria y equipo se encuentre en las mejores condiciones posibles. A fin de evitar en medida de lo posible derrames de aceites.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Relación entre el número de mantenimientos vehiculares y/o de maquinaria programados y el número de mantenimientos realizados.	

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Bitácora del equipo y maquinaria utilizada, tipo de mantenimiento realizado, así como fecha de ejecución.

VI.1.2.2.4 Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista.	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por residuos peligrosos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Los camiones que realicen recarga de combustible deben contar con un kit de contención de derrames que debe incluir al menos una lona impermeable, charolas de contención, embudos para hacer los cambios del líquido y material absorbente para hidrocarburos.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Bitácora de registro de Kit antiderrames en cada uno de los camiones.	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Revisar que previo a la operación de los camiones cuenten con el kit de contención de derrames.	

VI.1.2.2.5 Medida 5

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: EROSIÓN Y COMPACTACIÓN	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista	
Impactos al que va dirigido la acción	-Pérdida de suelo por erosión eólica -Pérdida de suelo por erosión hídrica -Compactación del suelo
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Mitigación y Compensación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se debe delimitar los frentes de trabajo durante las etapas de preparación del sitio y construcción para evitar la afectación de áreas no contempladas en la obra. Se permitirá el crecimiento de especies herbáceas bajo los paneles solares, mismas que no deberán impedir o afectar el desempeño de los mismos, los organismos que logren establecerse bajo los paneles deberán mantener una altura menor a 70 cm, por lo que deberán de realizarse podas periódicas de tipo manual para evitar sobrepasar esta altura.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Delimitación adecuada de los frentes de trabajo 2. Superficie cubierta por herbáceas bajo los paneles 3. Número de podas anuales.	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Bitácora de actividades relacionadas. 2. Memorias fotográficas.	

VI.1.2.2.6 Medida 6

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: EROSIÓN	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista	
Impactos al que va dirigido la acción	-Pérdida de suelo por erosión eólica -Pérdida de suelo por erosión hídrica
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Mitigación, Compensación y Restauración
Efectividad esperada	Alta

Descripción técnica

Se implementará un **Programa de manejo y restauración de suelos** con las siguientes acciones:

1. **Conservación de la capa superficial del suelo:** La primera acción que se ejecutará será que, en áreas de movimiento de suelo y nivelación, se realizará el rescate del suelo más superficial, mediante el uso de maquinaria pesada. La profundidad recomendada será de hasta 10 centímetros. El suelo obtenido de las capas más superficiales será colocado en cúmulos, distribuidos de manera regular en el área de emplazamiento del Proyecto, junto a los cúmulos del material vegetal removido. Se recomiendan dimensiones de amontonamiento que permitan su manipulación mediante maquinaria, dado que éste suelo será manipulado eventualmente en etapas posteriores
2. **Enriquecimiento del suelo:** Con el fin de aprovechar todos los recursos disponibles, en la presente etapa se realizarán acciones orientadas a enriquecer el suelo rescatado como a continuación se indica:

   El material vegetal removido será aquellas ramas provenientes de la remoción de vegetación. Este material será incorporado al suelo rescatado para mejorar su porcentaje de materia orgánica, el cual incidirá en aumentar su capacidad de retención de humedad, enriquecimiento del banco de germoplasma, y mejoramiento de su contenido orgánico. El material será incorporado preferiblemente triturado o picado, hasta obtener una mezcla homogénea.

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO

Es importante señalar, que, con la implementación de la presente medida, se aseguraría la conservación de los nutrientes de la capa más superficial, así como del banco de germoplasma que contiene de forma natural.



Figura. Cúmulos de vegetación triturada



Figura. Mezcla de suelo con vegetación triturada

3. **Reincorporación del suelo:** Una vez que se hayan realizado las actividades de enriquecimiento del suelo, los cúmulos de suelo serán incorporados al área de emplazamiento del proyecto, mediante actividades de nivelación, con lo cual el área del proyecto recuperará parcialmente las condiciones originales. En las áreas que no requieran de movimientos de suelo, lo preferible será no retirar la capa superficial.
4. **Reubicación de especies rescatadas de flora.** Los individuos de las especies de flora que serán rescatados deberán de reubicarse en áreas con signos de degradación dentro del área del proyecto o bien dentro del SAR, según la disponibilidad del sitio.

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
Indicadores de realización y seguimiento

Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes:

1. Superficie con material orgánico enriquecidas.
2. Superficie propuesta para permitir acciones de crecimiento de vegetación.
3. Sobrevivencia de especies rescatadas y reubicadas posterior al primer periodo de sequía: Esta tarea permite tener una estimación cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se obtiene es la proporción de individuos que están vivos en relación con los individuos efectivamente plantados. Para obtener la sobrevivencia de la plantación se extrapolan los datos de la superficie de muestreo a la totalidad de la plantación.

   - $p = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i}{\sum_{i=1}^{n} m_i} \times 100$

   Donde:

   p = proporción estimada de plantas vivas.

   a_i = número de plantas vivas en el sitio de muestreo i.

   m_i = número de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo i

4. Estado sanitario y vigor de la planta: Permite conocer la proporción de individuos sanos respecto a los individuos vivos en la plantación. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras.

$$ps = \frac{\sum_{i=1}^{n} s_i}{\sum_{i=1}^{n} a_i} \times 100$$

Donde:

p = proporción estimada de plantas sanas.

s_i = número de árboles en el sitio de muestreo i.

a_i = número de plantas vivas en el sitio de muestreo i.

Mientras que para el vigor se describe la proporción de individuos vigorosos del total de las plantas vivas. El vigor se clasifica de la siguiente forma:

- ✓ Bueno. Cuando la planta presenta un color verde intenso y tiene amplia cobertura
- ✓ Regular. Cuando muestra un color verde seco a amarillento y cobertura media;
- ✓ Malo. Cuando muestra un color amarillento ralo y débil.

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
Cabe mencionar que esta estimación es relativamente subjetiva sin embargo pueden realizarse interpretaciones de gran ayuda en la toma de decisiones. $$pv = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{\sum_{i=1}^{n} a_i} \times 100$$ Donde: Pv= proporción estimada de plantas vigorosas. v_i = número de plantas vigorosas en el sitio de muestreo i. a_i = número de plantas vivas en el sitio de muestreo i.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Bitácoras de actividades con evidencia fotográfica y desglosando las actividades con el porcentaje de realización. 2. Informes semestrales que evidencien los avances de extracción, mantenimiento en área de confinamiento temporal y replantación de la flora silvestre.

VI.1.2.2.7 Medida 7

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento, Abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista.	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial Contaminación por residuos peligrosos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se ejecutará un Programa de Educación Ambiental donde se impartirán platicas de concientización referentes a temas de manejo y disposición de residuos, además de temas generales de protección de	

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
flora y fauna, buenas prácticas ambientales. Las charlas se impartirán a los trabajadores que formen parte del proyecto durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
Indicadores de realización y seguimiento
1. Número de charlas impartidas. 2. Número de asistentes. 3. Material didáctico generado.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Listados de asistencia 2. Informes anuales 3. Evidencia fotográfica 4. Bitácoras de actividades

VI.1.2.3 Medidas ambientales para el componente aire

VI.1.2.3.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista	
Impacto al que va dirigido la acción	Generación de gases contaminantes
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE
Se elaborará un inventario de los vehículos y maquinaria que se utilizarán durante la etapa de preparación del sitio y construcción con el fin de poder hacer un registro del mantenimiento recibido en talleres especializados. De esta manera, se evitará la alta generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI).
Indicadores de realización y seguimiento
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Relación entre el número de mantenimientos vehiculares y/o de maquinaria programados y el número de mantenimientos realizados.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Bitácora del equipo y maquinaria utilizada, tipo de mantenimiento realizado, así como fecha de ejecución.

VI.1.2.3.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista	
Impacto al que va dirigido la acción	Generación de gases contaminantes
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Los equipos utilizados durante la etapa de preparación del sitio y construcción tienen que considerar las recomendaciones del fabricante, las cuales deben ser incluidas en cada ficha técnica de la maquinaria a fin de garantizar su funcionamiento óptimo.	
Indicadores de realización y seguimiento	

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE
1. Cumplimiento/no cumplimiento
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Bitácora del equipo y maquinaria utilizada, tipo de mantenimiento realizado, así como fecha de ejecución.

VI.1.2.3.3 Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista	
Impacto al que va dirigido la acción	Generación de gases contaminantes
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Queda prohibido quemar los residuos sólidos generados por las actividades del proyecto, incluyendo los residuos vegetales productos del desmonte, cartón, mecate, embalajes, estopas, guantes, trapos, materiales impregnados con grasa y/o solventes.	
Indicadores de realización y seguimiento	
1. Cumplimiento/no cumplimiento	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Bitácora de registro de disposición final de todos los residuos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.	

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE
2. Se deben archivar los comprobantes correspondientes.

VI.1.2.3.4 Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista	
Impacto al que va dirigido la acción	Generación de polvos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se establecerán velocidades máximas permisibles (30 km/h) en los caminos internos del área del proyecto para minimizar la emisión de polvos generados por el tránsito de vehículos. Se colocarán señalamientos con los límites de velocidad permitida en diferentes puntos dentro del área del proyecto.	
Indicadores de realización y seguimiento	
1. Número de señalizaciones indicando las velocidades permitidas.	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Se realizarán inspecciones periódicas y se registrarán los puntos de ubicación de las señalizaciones. Dichas acciones se registrarán en bitácora y en fotografías.	

VI.1.2.3.5 Medida 5

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista	
Impacto al que va dirigido la acción	Generación de polvos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Los camiones que transporten material granular tienen que ser cubiertos con lonas para evitar la dispersión de partículas. Asimismo, el material que sea depositado y resguardado dentro del área del proyecto deberá ir cubierto con lonas.	
Indicadores de realización y seguimiento	
1. Relación entre los camiones que transporten material granular cubiertos con lona/total de camiones que transportan material granular. 2. Presencia de lonas sobre el material introducido y resguardado dentro del proyecto	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Bitácora de registro de camiones que transportan material granular. 2. También se registrarán los resguardos de material dentro del área del proyecto.	

VI.1.2.3.6 Medida 6

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista	
Impacto al que va dirigido la acción	Generación de polvos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se realizarán riegos en los caminos del área del proyecto, donde se ejecutan las acciones que involucran la emisión de polvos y partículas. El número de riegos diarios estará en función de las condiciones medioambientales de la zona, así como de las actividades que se estén ejecutando en ese momento y de la efectividad resultante del riego. Los riegos se realizarán mediante la ayuda de pipas contratadas, mismas que deberán contar con los permisos pertinentes en la materia.	
Indicadores de realización y seguimiento	
1. Número de riegos realizados al día. 2. Número de pipas contratadas por día.	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Acciones de riego y reportes de cumplimiento registrados en bitácora.	

VI.1.2.3.7 Medida 7

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: RUIDO	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista	
Impacto al que va dirigido la acción	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se deberá realizar el mantenimiento periódico del equipo y maquinaria utilizados en el proyecto. El equipo y maquinaria utilizada debe cumplir con lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994.	
Indicadores de realización y seguimiento	
1. Relación entre el número de mantenimientos vehiculares y/o de maquinaria programados y el número de mantenimientos realizados. *NOM-080-SEMARNAT-1994 (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).	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Bitácora del equipo y maquinaria utilizada, tipo de mantenimiento realizado, así como fecha de ejecución.	

VI.1.2.3.8 Medida 8

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: RUIDO	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista	
Impacto al que va dirigido la acción	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Los trabajadores deberán portar equipo protector de oídos en el momento en que estén utilizando la maquinaria.	
Indicadores de realización y seguimiento	
1. Relación entre el número de trabajadores con equipo protector de oídos/número total de trabajadores que operan maquinaria.	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Cumplimiento de uso de equipo protector de oídos por los trabajadores en el momento de utilizar la maquinaria.	

VI.1.2.3.9 Medida 9

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: RUIDO	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista	
Impacto al que va dirigido la acción	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Los operarios de maquinaria y vehículos deberán apagar los motores de las unidades cuando no sea necesario el funcionamiento de estas.	
Indicadores de realización y seguimiento	
1. Señalética de "apagar el motor de los vehículos cuando no estén en uso".	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Cumplimiento de motores apagados de la maquinaria y equipos cuando su uso no es necesario.	

VI.1.2.4 Medidas ambientales para el componente paisaje

VI.1.2.4.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE
FACTOR AMBIENTAL: VISIBILIDAD, CALIDAD, ALTERACIÓN/FRAGILIDAD.
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento, Abandono
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto y SAR
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE	
Impacto al que va dirigido la acción	-Modificación en los patrones de visibilidad -Disminución de elementos bióticos -Presencia de elementos no naturales
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Restauración y Compensación
Efectividad esperada	Alta

Descripción técnica

Se debe proteger la flora y fauna del sitio a través de un **programa de rescate y reubicación de flora**, así como un **programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre**. El rescate y reubicación de especies vegetales permitirá que se conserve parte de los elementos naturales de la zona, que además permitirá que la zona de reubicación sirva como hábitat par la fauna. Se sugiere que los individuos rescatados se reubiquen los límites del parque (área libre), siempre que no interfieran con la funcionalidad del parque solar.

Se debe respetar la delimitación de los sitios de trabajo. Evitar la obstrucción de escurrimientos. Disponer de manera adecuada los residuos. Realizar una limpieza general de la obra.

Indicadores de realización y seguimiento

1. Número de pláticas sobre capacitación y sensibilización ambiental
2. Cumplimiento del programa de rescate y reubicación de flora
3. Cumplimiento del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna
4. Cumplimiento de las acciones en materia de RSU, RME y RP propuestas en el programa de manejo integral de residuos.
5. Cumplimiento de la limpieza de la obra
6. Disposición adecuada de los residuos con el fin de evitar la obstrucción de cauces y escurrimientos

Forma de supervisión y cumplimiento

1. Bitácora de registro del cumplimiento del programa de rescate y reubicación de flora. Incluir memoria fotográfica.
2. Bitácora de registro del cumplimiento del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. Incluir memoria fotográfica.
3. Bitácora de registro del cumplimiento del programa del Programa de Manejo Integral de Residuos. Incluir memoria fotográfica.

VI.1.2.4.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE	
FACTOR AMBIENTAL: VISIBILIDAD, CALIDAD, ALTERACIÓN/FRAGILIDAD.	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento, Abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto y SAR	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista	
Impacto al que va dirigido la acción	-Modificación en los patrones de visibilidad -Disminución de elementos bióticos -Presencia de elementos no naturales
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Como parte del diseño del proyecto Energías Renovables Kiin se ha considerado la permanencia de las franjas de vegetación presentes en las partes más externas del área del proyecto, los denominados *Hubche´*, que son espacios donde la vegetación forma barreras naturales, que permiten el refugio de la fauna, así como el intercambio de semillas entre él y las áreas contiguas. En general el *Hubche´* servirá como una barrera física natural que impedirá que el impacto visual directo predomine en el sitio, principalmente en las áreas cercanas a la carretera, disminuyendo el impacto visual y manteniendo áreas de uso para la fauna local que pueda adaptarse a la inserción del proyecto en la zona.	
Indicadores de realización y seguimiento	
1. Superficie de *Hubche´* conservada.	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Se realizarán recorridos de verificación en las áreas conservadas para vigilar su persistencia, principalmente durante la etapa de construcción. 2. Se colocarán señalamientos informativos y restrictivos en las perimetrales del Hubche´ a fin de evitar afectaciones. 3. Evidencia fotográfica del estado de conservación, que deberá ser integrada en los informes anuales de cumplimiento, tanto en las etapas de preparación del sitio y construcción como en la etapa de operación del proyecto.	

VI.1.2.5 Medidas ambientales para el componente flora

VI.1.2.5.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA	
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD, ABUNDANCIA	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio y construcción.	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Responsable Técnico de la ejecución del programa.	
Impacto al que va dirigido la acción	-Disminución en la diversidad de especies -Disminución en la abundancia de los organismos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Mitigación y Compensación
Efectividad esperada	Alta

Descripción técnica

Se ejecutará un **programa de rescate y reubicación de flora silvestre**. Se impartirán talleres de capacitación y sensibilización sobre el rescate y reubicación de flora silvestre, así como pláticas sobre cómo evitar la comercialización de especies de flora silvestre.

Derivado del análisis realizado dentro del Capítulo IV del presente estudio, las especies susceptibles a ser rescatadas son las siguientes:

Nombre científico	Nombre común	NOM-059
Bursera simaruba	chaca	-
Gymnopodium floribundum	ts'iits'ilche'	-
Lonchocarpus rugosus	k'anasín	-
Mimosa bahamensis	sak káatsim	-
Piscidia piscipula	jabin	-
Albizia tomentosa	sak píich	-
Bauhinia divaricata	pata de vaca	-
Bunchosia swartziana	sip che'	-
*Cedrela odorata***	cedro	Pr
Vachellia pennatula	chimay	-

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
**Es importante mencionar que dentro de los registros obtenidos mediante la visita de campo se reconoció la presencia de la especie *Cedrela odorata*, misma que se encuentra listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro de la categoría de sujeta a protección especial (Pr), sin embargo, se registraron solo cinco individuos dentro el área del proyecto y ninguno en el SAR, además de que esta especie es utilizada para aprovechamiento forestal por su madera, y no es una especie nativa de la región por lo que se considera que la remoción de los individuos identificados dentro del AP son individuos aislados que no representan afectación significativa para la comunidad vegetal por afectar, por lo que se considera la protección y resguardo de los ejemplares de esta especie que se encuentren distribuidos dentro del área del proyecto. El responsable de la ejecución del programa de rescate será el que determinará la viabilidad de esta medida en términos de la selección de las especies a rescatar y podrá realizar los cambios que considere oportunos desde la selección de especies e individuos viables para ser rescatados, así como las áreas de reubicación final, todos estos cambios serán comunicados a la autoridad dentro de los informes anuales de cumplimiento.
Indicadores de realización y seguimiento
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Delimitación adecuada del área de trabajo, con el fin de no afectar superficies externas al área del proyecto. 2. Recorridos implementados de la obra para verificar la existencia de ejemplares rescatables de flora 3. Verificar que las zonas dentro del Área de Influencia o SAR para la reubicación de especies sean adecuadas 4. Número de individuos rescatados y reubicados 5. Sobrevivencia de las especies rescatadas y reubicadas 6. Verificar el uso correcto del equipo para realizar el rescate y plantación 7. Número de anuncios colocados sobre protección de flora 8. Registro en bitácora de las actividades relacionadas con el rescate de flora 9. Número de talleres impartidos sobre capacitación y sensibilización sobre el rescate y reubicación de flora silvestre, así como pláticas sobre cómo evitar la comercialización de especies de flora silvestre
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Bitácora de registro del cumplimiento del programa de rescate y reubicación de flora. Incluir memoria fotográfica. 2. Informes mensuales.

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
3. Informes anuales.

VI.1.2.5.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA	
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD, ABUNDANCIA	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, Operación y Mantenimiento.	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente.	
Impacto al que va dirigido la acción	-Disminución en la diversidad de especies -Disminución en la abundancia de los organismos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se impartirán talleres de capacitación y sensibilización ambiental sobre el rescate y reubicación de flora silvestre, así como pláticas sobre cómo evitar la comercialización de especies de flora silvestre.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Relación del número de pláticas ambientales realizadas/número de pláticas ambientales programadas. 2. Listas de asistencia a las pláticas ambientales.	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Se registrará en bitácora las capacitaciones realizadas. 2. En la bitácora se deberá registrar la fecha de la plática, tema y número de trabajadores asistentes.	

VI.1.2.5.3 Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y REGENERACIÓN

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, Operación y Mantenimiento.	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente, Supervisor Ambiental.	
Impacto al que va dirigido la acción	-Disminución en la diversidad de especies -Disminución en la abundancia de los organismos -Disminución en el banco de semillas.
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y Compensación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se conservará la franja de vegetación natural más externa del área del proyecto conocida localmente como *Hubche´*, la cual corresponde a un área que de manera natural separa el predio del área contigua y entre sus características se encuentran que está formada por vegetación natural, es decir por elementos propios de la Selva Mediana Subcaducifolia, lo que funcionará como un reservorio de diversidad y riqueza de especies importante dentro del área del proyecto, así como de semillas que permitirá que el crecimiento de las herbáceas en el área de paneles sea más efectivo.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Superficie de *Hubche´* conservada dentro del área del proyecto.	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Informes anuales donde se evidencie la conservación del *Hubche´*	

VI.1.2.5.4 Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y REGENERACIÓN
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, Operación y Mantenimiento.
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto
RESPONSABLE: Promovente, Responsable de la ejecución del programa.

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA	
Impacto al que va dirigido la acción	-Disminución en la diversidad de especies -Disminución en la abundancia de los organismos -Disminución en el banco de semillas.
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y Compensación
Efectividad esperada	Alta

Descripción técnica

Se ejecutará un Programa de Reforestación en las áreas que al final de la etapa de construcción queden libres de infraestructuras, donde se incluyan especies nativas de la zona en proporciones adecuadas que permitan la recuperación de la vegetación, el tipo de especies y el arreglo de la plantación dependerá en gran medida de los espacios disponibles y de la infraestructura contigua, ya que para su implementación se deberá considerar no afectar el aprovechamiento del recurso solar.

Indicadores de realización y seguimiento

Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes:

1. Número de individuos establecidos
2. Porcentaje de sobrevivencia de la reforestación
3. Registro en bitácora de las actividades relacionadas con la reforestación.
4. Número de talleres impartidos sobre capacitación y sensibilización sobre el cuidado y la protección de la flora nativa.

Forma de supervisión y cumplimiento

1. Informes mensuales
2. Informes anuales
3. Se asignará un responsable único de la ejecución del programa de reforestación
4. El Supervisor Ambiental deberá asegurar el cumplimiento del programa.

VI.1.2.6 Medidas ambientales para el componente fauna

VI.1.2.6.1 Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: ESPECIES VULNERABLES, DIVERSIDAD, MORTALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio y Construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Responsable de la ejecución del programa	
Impacto al que va dirigido la acción	-Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010 - Disminución de la riqueza específica
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y Mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se implementará un **programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre**. Previo a la ejecución las actividades de preparación del sitio, se realizarán acciones para el ahuyentamiento de fauna silvestre de amplia movilidad. Conjuntamente con el ahuyentamiento, se llevarán a cabo actividades de rescate y reubicación de organismos. Las actividades de rescate de fauna consistirán en la búsqueda y captura de los organismos que presenten baja o limitada movilidad debido principalmente a sus hábitos hogareños y/o locomoción natural. En caso de localizar algún nido o madriguera con presencia de crías durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, este sitio deberá marcarse con cinta perimetral de color llamativo, con el objetivo de protegerla y evitar su perturbación, disminuyendo en medida de lo posible el abandono de las crías por parte de los parentales. Estas zonas serán constantemente monitoreadas sin ser perturbadas, dejando a juicio del especialista en fauna cuando los organismos que la ocupen puedan ser retirados del predio, o en el caso de las aves, cuando estas sean autosuficientes para alejarse por sí mismas. Dado el caso que dentro del predio sean localizados nidos o madrigueras inactivos, estos deberán ser destruidos o rellenados con la finalidad de evitar el reciclaje por otros organismos y evitar así colonizaciones constantes por parte de la fauna. Para esto, el personal deberá monitorear dichas estructuras hasta asegurarse que estas no presentan ocupación.	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
El cambio de uso de suelo forestal se deberá realizar de manera gradual con la finalidad de prevenir el daño directo a los animales por la maquinaria y facilitar su recolecta o desplazamiento del sitio. Se impartirán talleres sobre la capacitación y sensibilización en materia de fauna silvestre.
Indicadores de realización y seguimiento
Las actividades a las que se les evaluará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Número de vertebrados silvestres de amplia movilidad ahuyentados del área. 2. Número de vertebrados silvestres de lenta o restringida movilidad rescatados y reubicados. 3. Número de especímenes vulnerables, esto es enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el CITES y endémicos de México; o de importancia cinegética protegidos. 4. Número de madrigueras destruidas. 5. Número de nidos protegidos. 6. Número de charlas de educación ambiental impartidas al personal del proyecto.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Bitácora en la que se contengan los registros de fauna capturadas, reubicadas y ahuyentadas del área del proyecto. Dichos registros estarán conformados por la identificación taxonómica y anotaciones claves sobre el comportamiento y las condiciones de los ejemplares, así como las coordenadas de los puntos en las que fueron capturadas o avistadas. Incluir memorias fotográficas. 2. Durante la ejecución del Programa se deberán realizar informes mensuales que detallen las actividades realizadas por el equipo en ejecución. En los informes deberán incluirse como anexos las bitácoras de registros de ejemplares rescatados, así como un anexo fotográfico que demuestre las actividades realizadas hasta el periodo de entrega de dicho informe.

VI.1.2.6.2 Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
FACTOR AMBIENTAL: ESPECIES VULNERABLES, DIVERSIDAD, MODIFICACIÓN DE HÁBITAT
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción y Operación
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto
RESPONSABLE: Promovente

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
Impacto al que va dirigido la acción	- Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010 -Disminución de la riqueza específica -Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies. -Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y Mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se permitirá el crecimiento de vegetación herbácea bajo los paneles solares lo que permitirá que algunos de los organismos, especialmente los más generalistas, puedan utilizar el área del proyecto como refugio, zona de alimentación, entre otros, por lo que se considera que con esta acción se conseguirán mitigar paulatinamente los impactos ocasionados por la implementación del proyecto. Además, tal como se mencionó anteriormente se mantendrá la franja de *Hubché* que de manera natural sirve de refugio y hábitat para la fauna, permitiendo que algunas áreas dentro del proyecto mantengan su composición.	
Indicadores de realización y seguimiento	
1. Número de individuos registrados durante la etapa de operación dentro del área del proyecto. 2. Número de especies identificadas dentro del área del proyecto.	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Recorridos mensuales para verificar la presencia de organismos 2. Superficie con cubierta vegetal. 3. Informes semestrales.	

VI.1.2.6.3 Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MORTALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Construcción, Operación y Mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Línea de Transmisión del proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; responsable técnico de la ejecución del estudio	
Impacto al que va dirigido la acción	- Mortalidad por electrocución/colisión
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y Mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se realizará un estudio de riesgo para las aves por el establecimiento la LT, que incluya un análisis de las especies presentes en el área, el hábitat y la infraestructura de la LT. Con lo anterior se podrá proponer e identificar las medidas de mitigación necesarias y su seguimiento adecuado, mediante una base técnica que demuestre el tipo de afectación sobre las aves. El estudio de riesgo deberá de ejecutarse previo a la construcción de la Línea. **Según los resultados del estudio de riesgo se propondrán las medidas de mitigación necesarias que garanticen que las poblaciones de aves que interaccionan con la LT no resultarán afectadas significativamente.** Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del estudio de riesgo, y las medidas establecidas, se deberá considerar el establecimiento de un monitoreo de aves que permita evaluar la efectividad de las medidas ejecutadas.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Las actividades a las que se les evaluará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Número de salidas a campo para la realización del estudio de riesgo. 2. Número de especies susceptibles de sufrir daños por la LT. 3. Número de sitios de riesgo para la avifauna identificados. 4. Número de informes de resultados entregados.	
Forma de supervisión y cumplimiento	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
1. Los resultados se incluirán en los informes de seguimiento del plan de vigilancia ambiental.

VI.1.2.6.4 Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: HÁBITAT, AVES, MAMÍFEROS NO VOLADORES, HERPETOFAUNA, QUIRÓPTEROS	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento, Abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente	
Impacto al que va dirigido la acción	-Modificación de los hábitats faunísticos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Compensación y Restauración
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se realizarán actividades de rescate y reubicación de flora silvestre abordadas en el Programa de rescate y reubicación de flora con el objetivo de compensar la modificación de los hábitats faunísticos. Se buscará que las áreas reubicación de flora silvestre proporcionen el hábitat necesario para servir como refugio de algunas especies de vertebrados. Se favorecerá el incremento de la biomasa vegetal de especies nativas. Se impartirán talleres de capacitación y sensibilización sobre el rescate y reubicación de flora silvestre, así como pláticas sobre cómo evitar la comercialización de especies de flora y fauna silvestre.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Las actividades a las que se les evaluará un índice de seguimiento son las siguientes: 1. Número de individuos de flora reubicados 2. Número de talleres impartidos sobre capacitación y sensibilización sobre el rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.	
Forma de supervisión y cumplimiento	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
1. Bitácora de registro del cumplimiento del programa de rescate y reubicación de flora. Incluir memoria fotográfica. 2. Informes mensuales

VI.1.2.6.5 Medida 5

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento, Abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista.	
Impacto al que va dirigido la acción	-Efecto barrera
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	

Proponer el establecimiento de Pasos de Fauna Silvestre específicos de acuerdo con las características del proyecto.

De manera preliminar y de acuerdo al tipo de vegetación y especies registradas se sugiere la implementación de 12 pasos de fauna, con un tamaño de 30 cm de ancho por 40 de alto (suficiente para los mamíferos medianos que habitan el área).

Los pasos de fauna serán ubicados en las siguientes coordenadas:

Id	Coordenadas	
	x	y
Paso_Fauna 1	270931	2227922
Paso_Fauna 2	270963	2227551

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA		
Paso_Fauna 3	271160	2226782
Paso_Fauna 4	271475	2226493
Paso_Fauna 5	271794	2226777
Paso_Fauna 6	271972	2227085
Paso_Fauna 7	272219	2227532
Paso_Fauna 8	272553	2227571
Paso_Fauna 9	272876	2227270
Paso_Fauna 10	272932	2227010
Paso_Fauna 11	272850	2226835
Paso_Fauna 12	272573	2226879

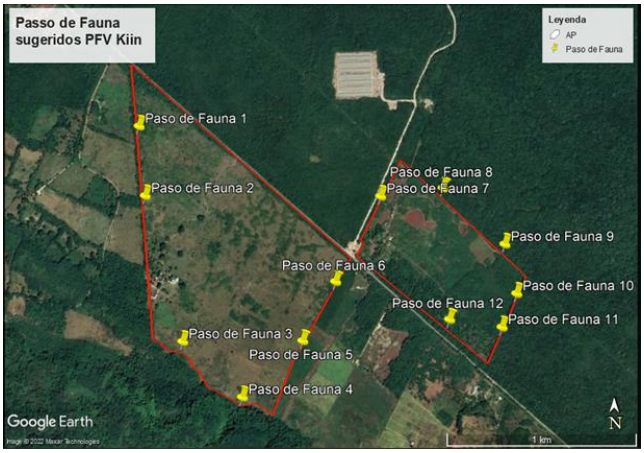


Figura VI-2 Ubicación de los pasos de fauna propuestos.

En la siguiente imagen se presenta un ejemplo de los pasos de fauna propuesto.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

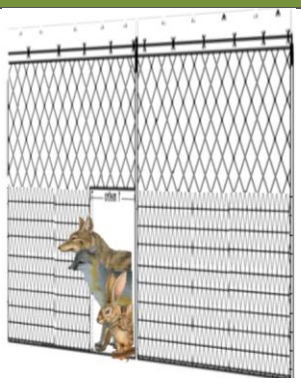



Figura VI-3 Diseño conceptual del Paso de Fauna Silvestre propuesto.
El mantenimiento de los pasos de fauna consistirá en mantener la parte central de estos libres de vegetación, sin embargo, en sus bordes se realizarán podas selectivas manteniendo suficiente cobertura vegetal para que los ejemplares tengan espacios de resguardo. Así mismo, se repararán periódicamente los desperfectos observados (especialmente alambres fuera de lugar o con puntas filosas que pudieran dañar a algún ejemplar al cruzar). Y se supervisará que los pasos de fauna no sean utilizados con otros fines y evitar la instalación de otras estructuras que afecten o modifiquen su funcionamiento.
Indicadores de realización y seguimiento
1. Número de pasos de fauna instalados al final de la fase de construcción. 2. Número de actividades de mantenimiento realizadas. 3. Número de organismos que hacen uso de los pasos de fauna.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Método cámaras trampa. Consta de la colocación de una foto-trampa por cada paso de fauna con la intención de llevar un registro en fotográfico o en video de las especies que hacen uso de este. 2. Bitácora de registro del cumplimiento de acciones relacionadas a los pasos de fauna. Incluir memoria fotográfica.

VI.2 Seguimiento y control (monitoreo)

Se propone un **Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)** en el cual se incluirá una estrategia de seguimiento y control de las medidas ambientales propuestas, con el fin de aseverar el

cumplimiento de las medidas ambientales propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental y en los Programas Ambientales. Los principales objetivos del monitoreo son los siguientes:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas de mitigación establecidas en el capítulo VI del presente estudio.
- Verificar el grado de eficacia de las medidas establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados.
- Detectar impactos no previstos en el Estudio de Impacto Ambiental y proponer las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Ofrecer un método sistemático lo más sencillo y económico posible para realizar la vigilancia de forma eficiente.
- Planear y establecer estrategias de cumplimiento de las disposiciones jurídicas en materia de impacto ambiental para el proyecto.
- Verificar la implementación de medidas de mitigación, compensación y control de los impactos ambientales inherentes al proyecto a través de la supervisión y seguimiento de las acciones y programas establecidos para el proyecto.
- Supervisar el desarrollo del proyecto para asegurarse que se lleve a cabo conforme fue autorizado y gestionar modificaciones o ampliaciones al mismo o, en su caso, realizar trámites ambientales adicionales necesarios.
- Evaluar el desempeño ambiental del proyecto y empresa, determinando indicadores, la efectividad, eficacia y eficiencia de las acciones y programas establecidos.
- Retroalimentar el desempeño para tomar acciones de ajuste, mejora y correctivas.

Para hacer más eficiente el seguimiento y control se deberán tomar en consideración los indicadores establecidos para los impactos identificados, así como los indicadores de las medidas de mitigación, compensación y/o restauración. Es recomendable registrar el monitoreo en Fichas Técnicas de Seguimiento Ambiental, las cuales se definen a continuación.

Fichas Técnicas de Seguimiento Ambiental

Las Fichas Técnicas de Seguimiento Ambiental son formatos de manejo simple. Estas permiten un seguimiento fácil de las actividades ambientales a ejecutar. Dicho formato se realiza bajo los siguientes criterios:

El número de la Ficha Técnica de Seguimiento Ambiental es un número que identifica a que actividad específica del proyecto corresponde la medida que se está realizando, ubicando su categoría en:

- Elaboración de Planes/Programas.
- Obra Ambiental.
- Supervisión Ambiental.

Las fichas técnicas deben contener los siguientes elementos:

- El componente ambiental a proteger
- La etapa del proyecto
- La acción del proyecto que origina el impacto ambiental
- La medida establecida.
- Término o condicionante establecida.
- Índice de seguimiento
- Umbral de alerta

Criterios de Evaluación

Es importante mencionar en las fichas técnicas y reportes de seguimiento ambiental que los indicadores de cumplimiento ambiental empleados durante las etapas del parque solar se llevaron a cabo con eficiencia. Estos indicadores son para cada una de las medidas implementadas.

Los indicadores se pueden describir por factor ambiental o medida de mitigación de acuerdo con los siguientes periodos:

- Eficiencia ambiental (semanal)
- Cumplimiento ambiental (mensual)
- Desempeño ambiental (semestral/anual)

Los índices de seguimiento son los indicadores cuantitativos que muestran el nivel del desempeño ambiental del Proyecto. En el caso de la elaboración de Programas, el Índice de Eficiencia de la Medida (*ei*) se considera adecuado. Se puede registrar y presentar la evidencia del cumplimiento de las medidas mediante los criterios de evaluación y el valor del índice (*ei*). A continuación se presenta la fórmula para conocer la eficiencia de la medida:

$$ei = \left(\frac{j}{k}\right) x\ 100$$

Dónde:

e= nivel de eficiencia de la medida *i*

j= número de actividades que se realizaron en el periodo de informe para la medida *i*

k= número total de actividades a realizar que integran la medida *i*

Por otro lado, cuando se trata de la ejecución de las medidas establecidas y los programas específicos, se puede obtener un mayor número de datos que cuantifiquen, muestren y evidencien el éxito de su aplicación. Por lo que se establecen una serie de índices adecuados a cada acción a realizar.

A continuación, se presenta la definición de criterios de evaluación que permitirán calificar el nivel de aplicación de cada uno de los indicadores propuestos.

Criterios de evaluación.

Porcentajes	Criterio Ambiental
100%	Excelente
90% a 80%	Bueno
80% o 70%	Pasable
< 70% o < 60%	Alarmante

La escala de la tabla previa le da un valor medible al grado de la implementación de una medida específica que podrá ser desde 0 hasta 100. La calificación 100 es una calificación satisfactoria, efectiva y constante. Por el contrario, la calificación 0 se considerará cuando no se han iniciado las acciones propuestas.

Una vez que el proyecto se haya puesto en marcha, la brigada de Supervisión y Seguimiento Ambiental podrá obtener los índices que demostrarán el nivel de cumplimiento ambiental durante las diferentes etapas del mismo a través de la siguiente fórmula:

$$ICA = \frac{x_{1i1/1} + x_{2i}\,2/2 + \cdots + x_{ni}n/n}{X}$$

Dónde:

x= número de criterio de evaluación de la medida *i* durante la actividad *j*

i= medida

j= actividad

X= número total de evaluaciones por período (de acuerdo con el criterio)

Finalmente, los indicadores de desempeño mediante los índices de seguimiento miden el logro de los objetivos de los programas. Estos logros reflejan el cumplimiento de la misión del Proyecto. En este caso, se propone utilizar el promedio de las valoraciones dadas a las diferentes medidas a implementar para determinar el desempeño ambiental del proyecto. El Índice de desempeño ambiental se calcula con la siguiente formula:

$$IDA = \frac{ICAij}{M}$$

Dónde:

i= medida

j= actividad

M= número de medidas totales del proyecto

VI.3 Información necesaria para fijación de montos para fianzas

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente en materia de Impacto Ambiental en el artículo 51, se menciona:

> *"Artículo 51. - La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.*
> *Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:*
> *I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistente, y bioacumulables;*
> *II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;*
> *III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y*
> *IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas."*

Respecto al desarrollo del proyecto "Energías Renovables Kiin":

Tabla VI-3. Conceptos de inversión para compensación y/o mitigación

CONCEPTO	INVERSIÓN	COSTOS	VIDA ÚTIL (AÑOS)
Medidas de prevención, mitigación y/o compensación ambiental.	Programas de prevención y protección ambiental	3 % de la inversión total	30
Porcentaje valuado a partir del costo total del proyecto.			

VI.4 Conclusión

Una vez analizadas las estrategias planteadas para la minimización de los impactos ambientales previamente identificados es posible apreciar que con la aplicación correcta de las medidas ambientales, la creación de un plan de vigilancia ambiental enfocado a la supervisión del cumplimiento de las mismas, y tomando en cuenta que el sitio donde se desarrollará el proyecto es un área impactada por la presencia de zonas con señales de actividades antropogénicas en sus alrededores, se considera que el proyecto resulta ambientalmente viable.

CAPITULO VII

PRONOSTICO AMBIENTAL REGIONAL Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Contenido

CONTENIDO **VII-1**
VII PRONOSTICO AMBIENTAL REGIONAL **VII-1**

VII.1 Metodología para la determinación de los pronósticos ambientales **VII-3**

VII.2 Descripción y análisis del escenario sin proyecto **VII-6**

VII.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación **VII-18**

VII.4 Descripción y análisis del escenario con proyecto y con la implementación de medidas de mitigación .. **VII-27**

VII PRONOSTICO AMBIENTAL REGIONAL

El pronóstico ambiental está basado en predicciones y simulaciones, que deben probar su funcionalidad, esto en base a la incorporación de la información de cada uno de los componentes ambientales involucrados en el área del proyecto y de la interacción de estos mismos, para fungir como la principal herramienta para ejercer una simulación de posibles escenarios y, a su vez, constituyan un posible instrumento para la toma de decisiones.

El análisis de escenarios fue adaptado a las ciencias naturales con el fin de fortalecer la toma de decisiones en materia de gestión ambiental, dado que es considerable el grado de incertidumbre en la determinación de muchas de las variables y factores que intervienen en la evolución de la calidad ambiental de los ecosistemas en los que se contemple la ejecución de un proyecto.

Lo explicado en los párrafos anteriores, permite aclarar que los escenarios son descripciones de situaciones que pueden ocurrir en el futuro. Situaciones construidas a partir de lo que se conoce del presente y de las tendencias identificadas a escala del espacio bajo análisis.

En el presente capítulo se realiza un amplio análisis del "Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin" (Proyecto) para poder visualizar los posibles escenarios futuros de la región donde se realizará el Proyecto.

A modo de resumen, en los capítulos anteriores se describieron los siguientes elementos: en los Capítulos I y II de la presente Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad Regional (MIA-R) la naturaleza, características del proyecto, alcances del proyecto; en el Capítulo IV de la MIA-R se describieron las condiciones actuales del SAR en el medio abiótico, biótico y socioeconómico; en el Capítulo V se evaluó la importancia de los impactos ambientales identificados y, por último en el Capítulo VI, se determinaron las medidas ambientales propuestas para mitigar los impactos previamente identificados.

Después de esto, en el presente capítulo se elaboró un análisis de tres escenarios distintos, los cuales corresponden a:

- Descripción y análisis del escenario sin proyecto.
- Descripción y análisis del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación.
- Descripción y análisis del escenario con proyecto y con medidas de mitigación.

En cada uno de los escenarios se tomó en cuenta los análisis de los capítulos previos, así como información cartográfica, ya que es conveniente que la construcción de escenarios esté respaldada y georreferenciada.

Para la elaboración de los escenarios ambientales, en primera instancia se contemplaron los componentes naturales que se encuentran presentes en la zona del Proyecto. En este caso los elementos considerados serán aquellos componentes ambientales susceptibles de ser impactados significativamente por la ejecución del Proyecto, los cuales se muestran a continuación.

Tabla VII-1. Componentes ambientales susceptibles a presentar modificaciones por el desarrollo del proyecto.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL
MEDIO FÍSICO	MEDIO ABIÓTICO	Agua	1. Cantidad
			2. Calidad
		Suelo	3. Calidad
			4. Estructura
		Aire	5. Calidad
			6. Ruido
		Paisaje	7. Visibilidad
			8. Calidad
			9. Alteración/fragilidad

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL
	MEDIO BIÓTICO	Flora	10. Diversidad
			11. Abundancia
		Fauna	12. Hábitat
			13. Herpetofauna
			14. Aves
			15. Quirópteros
			16. Mamíferos
			17. Especies vulnerables.
MEDIO SOCIOECONÓMICO	MEDIO SOCIOECONÓMICO		18. Actividades comerciales
			19. Generación de empleos

VII.1 Metodología para la determinación de los pronósticos ambientales

Para obtener el diagnostico ambiental del área propuesta para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología propuesta por Batelle – Columbus. El método del Instituto Batelle – Columbus, es considerado uno de los mejores métodos cuantitativos que se han desarrollado para la evaluación de impactos ambientales. Su objetivo es la evaluación sistemática de los impactos de un proyecto mediante el empleo de indicadores homogéneos. Para el presente proyecto se consideraron 18 factores ambientales dentro de 7 componentes.

Para calcular el índice de calidad ambiental, el método sugiere el siguiente proceso:

1) A cada factor ambiental se le asignó un valor de 1 si su calidad es óptima y el valor de 0 si su calidad es baja. De esta manera, se estableció los valores de calidad entre 0 y 1 y se planteó las subdivisiones como lo indica la siguiente tabla.

Tabla VII-2. Rango de calidad.

Nivel	Calidad
1	Optima
0.75	
0.5	Media
0.25	Baja
0	

- Cada factor representa una parte del componente ambiental, por lo que es importante disponer de un mecanismo en el que todos los factores se contemplen de manera conjunta y coherente. Con dicho fin a cada factor se le atribuye un "peso" o índice ponderado expresado en "Unidades de Importancia (UI)". Para la presente valoración se asignaron un total de 210 Unidades de Importancia.

- Para conocer de manera integral la calidad de cada parámetro de acuerdo con su importancia en el medio, se calcularon las "Unidades de Importancia Ambiental (UIA)" considerando como línea base el estado óptimo de los factores y, por lo tanto, el total de sus unidades de importancia.

  La fórmula para calcular las Unidades de Importancia Ambiental es la siguiente:

$$UIA=(CA)i*X*(UI)i$$

Dónde:

UIA: Unidades de Importancia Ambiental

CA i: Valor de la calidad de cada parámetro

UIP i: Unidades de importancia de cada parámetro

- Para conocer de manera integral la calidad de los componentes ambientales, se calcularon las UIA de cada uno y se estimó su valoración en porcentaje respecto a la línea base. La línea base se consideró como el estado óptimo de los factores y por lo tanto el total de sus unidades de importancia.

  La fórmula para calcular la Calidad del Componente es la siguiente

$$Calidad\ del\ componente = \frac{(UIA\ del\ componente) * (100)}{(UI\ del\ componente)}$$

- Los resultados de calidad del componente que se obtuvieron se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos de lo que representa la calidad baja u óptima.

Tabla VII-3. Categorías de calidad.

Porcentaje (%)	Nivel	Calidad
81-100	5	Alta (optima)
61-80	4	Media-Alta
41-60	3	Media
21-40	2	Media-Baja
Menor al 20	1	Baja

Es muy importante resaltar que la situación actual de la región donde se pretende establecer el proyecto constituye la base sobre la que se realiza la construcción de los siguientes escenarios.

VII.2 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Con el fin de valorar el escenario actual del SAR en el que se encuentra el proyecto es necesario tener presente el estado cero o Tiempo cero (T 0) de las condiciones ambientales actualmente existentes, descritas ampliamente en capítulos anteriores, y de los cuales se desprende que tanto la estructura como las funciones están dadas por varios factores que en su conjunto determinan la línea base ambiental del SAR y del AP.

La zona en donde se pretende desarrollar el proyecto se trata de una planicie que ha sufrido la modificación de su paisaje original, sucedida por la actividad agrícola, pecuaria, los asentamientos humanos y las redes de infraestructura, a lo que se sumará la construcción del proyecto como impacto acumulativo, lo cual, nos indica que es una zona perturbada. La propia área del proyecto presenta una mayor superficie de uso de suelo agrícola.

De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se registran seis usos de suelo (desprovisto de vegetación, asentamientos humanos, pastizal cultivado, agricultura de riego anual, agricultura de riego permanente y agricultura de temporal anual) y se presentan dos tipos de vegetación en diferentes etapas de sucesión, los cuales son: selva baja espinosa subperennifolia y selva mediana subcaducifolia que cubren la mayor parte del SAR delimitado.

Tabla VII-4 Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR.

Usos de suelo y vegetación	Superficie (ha)
Desprovisto de vegetación	128.38
Asentamientos humanos	723.89
Pastizal cultivado	553.11

Usos de suelo y vegetación	Superficie (ha)
Agricultura de riego anual	1930.98
Agricultura de riego permanente	1582.73
Agricultura de temporal anual	960.66
Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	56.68
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	1683.32
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	30191.08
Total	37810.83

En el área de Proyecto se presentan dos usos de suelo y un tipo de vegetación, que corresponden a agricultura de riego anual, agricultura de temporal anual y Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.

Tabla VII-5. Usos de suelo y tipos de vegetación en el AP.

Usos de suelo y vegetación	Superficie (ha)
Agricultura de riego anual	155.9125
Agricultura de temporal anual	1.0342
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	2.1491
Total	**159.0958**

A continuación, se muestra la valoración de la calidad de los componentes ambientales establecidos:

Tabla VII-6 Descripción de los componentes ambientales en el escenario sin proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
AGUA	Cantidad	1	La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. **Acuífero Península de Yucatán** El resultado indica si existe disponibilidad de agua subterránea para otorgar nuevas concesiones, aproximadamente 2,386,926,500 m3 anuales. En el SAR como el AP los tipos de suelo permeables favorecen la infiltración del agua de la región. En esta zona, al ser la precipitación media anual de 1,239.5 mm y derivado de la permeabilidad del suelo, se estimó que la recarga vertical natural es de 21,813.4 hm3/año.
	Calidad	1	Actualmente la calidad del agua superficial es buena o aceptable a pesar de que el sitio ha sufrido a lo largo del tiempo modificaciones, principalmente por actividades relacionadas a la agricultura, así como tener colindancia con asentamientos humanos que pudieran en algún momento afectar de alguna manera la calidad del acuífero.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			Dentro del área del proyecto no se detectó la presencia de residuos sólidos urbanos y/o residuos peligrosos que puedan infiltrarse al acuífero. Por otro lado, en el AP y SAR no se identificaron cenotes y el AP se ubica a 57 km de la reconocida zona de cenotes. En el área del proyecto no existen cuerpos de agua permanentes que puedan ser contaminados. Los residuos que más pueden contaminar son los residuos peligrosos conforme la NOM-052-SEMARNAT-2005, ya que al ponerse en contacto con el agua (escurrimientos) o encharcamientos (agua precipitada) pueden ocasionar la contaminación del recurso directamente o infiltrarse hasta llegar al acuífero.
SUELO	Calidad	0.75	En la NOM-052-SEMARNAT-2005 un residuo peligroso se identifica por la presencia de alguna de seis propiedades (CRETIB): corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad y/o biológico-infecciosa. Los residuos peligrosos en cualquier estado físico pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiental y la salud de la población en general. Los residuos en estado líquido son los más susceptibles de contaminar el suelo debido a que se infiltran y pueden contaminar no solo la capa más superficial sino capas más profundas que no son perceptibles.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			Dentro del área del proyecto no se detectó la presencia de residuos sólidos urbanos y/o residuos peligrosos que puedan infiltrarse al acuífero. Por otro lado, en el AP y SAR no se identificaron cenotes y el AP se ubica a 57 km de la reconocida zona de cenotes.
	Estructura	0.75	La pérdida de suelo se da principalmente por factores como las corrientes de agua y de aire, particularmente en terrenos secos y sin vegetación. El área del proyecto no es susceptible de forma drástica a los procesos de erosión por el tipo de suelo, porque actualmente la mayor parte de la superficie a ser ocupada por el proyecto está dedicada agricultura de riego anual (134.53 ha).
			La compactación del suelo es el proceso por el cual un esfuerzo aplicado a un suelo causa su densificación a medida que el aire es desplazado de los poros que existen entre los granos del suelo. El SAR presenta áreas con asentamientos humanos y con presencia de actividades agropecuarias que son continuamente compactadas. En el área del Proyecto se registra mayormente un área con agricultura que de provoca cierta compactación del suelo, sin embargo, no resultar ser significativo.
AIRE	Calidad	1	No existe el monitoreo de la calidad del aire en el SAR, por lo tanto, no se obtuvieron datos de medición. En el AP no existen fuentes de generación de contaminantes, sin embargo,

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			colindante se encuentra la carretera estatal 184 en la que circulan vehículos que fungen como fuentes de contaminación móviles, actividad humana que podrían impactar la calidad del aire, sin embargo, debido a la densidad poblacional y actividades productivas, las emisiones de la región no se consideran de gran escala.
	Ruido	0.75	En el AP no existen fuentes de generación de ruido, sin embargo, en el SAR existen carreteras y vías de transporte de vehículos pesados por lo que se considera como una fuente moderada de ruido temporal.
PAISAJE	Visibilidad	0.5	La visibilidad es la zona de visión entre el observador y el paisaje. Se propusieron tres áreas buffers de visualización donde con ayuda de un modelo de simulación se identifican 6 localidades desde donde se observa el área del proyecto (plano visual cercano y medio). Es preciso comentar que en campo la visibilidad a la zona del proyecto se dificulta por la presencia de vegetación en la periferia del proyecto (barrera visual natural). Por lo tanto, existen una visibilidad limitada de manera natural.
	Calidad	0.5	La calidad del paisaje se determina en función del valor que representan los propios elementos que lo componen (vegetación y usos del suelo, presencia de agua, presencia de singularidades, etc.) o bien como la respuesta que produce en las personas que lo observan.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			El área del proyecto presenta un terreno con abundancia y diversidad de especies vegetales baja. Respecto a la fauna solo algunos grupos están bien representados. El análisis de valoración de la calidad del paisaje se obtuvieron los siguientes resultados UP1, UP3 y UP4= Baja y UP2= Alta.
	Alteración/ fragilidad	0.5	La fragilidad se define como la susceptibilidad de cambio cuando se desarrolla algún uso o actividad sobre él y expresa el deterioro visual que experimentaría el territorio ante la incidencia de determinadas actuaciones. La fragilidad es opuesta a la Capacidad de Absorción Visual (CAV), que es la aptitud que tiene un paisaje para absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin deterioro de su calidad visual, en consecuencia, se realizó un análisis del CAV dando como resultados en un rango de Media baja a Baja. En conclusión, no existen factores ambientales significativos que permitan la integración visual de componentes antrópicos, ya que el área general del proyecto presenta intervenciones previas en la mayor parte del área del proyecto.
FLORA	Diversidad	0.5	Actualmente en el SAR se identifica un tipo de vegetación de selva mediana subcaducifolia con una diversidad arbórea media que refleja un ecosistema con un moderado grado de conservación. Mientras que el estrato de

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			cactáceas, agaves, palmas y herbáceo presentan valores de diversidad bajo, mientras que en el estrato arbustivo hay un valor de diversidad alto. En el AP se identifica una mayor superficie de vegetación inducida (pastizal inducido, agricultura de temporal y agricultura de riego permanente) y una pequeña fracción de selva mediana subcaducifolia en la que se presente una diversidad de moderada alta. En el AP se registró sólo una especie de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se registraron 87 especies de las cuales 78 son nativas, 6 son endémicas/nativa, 2 especies introducidas y 1 especie exótica.
	Abundancia	0.5	Dentro del área del SAR, se registraron 2,224 individuos. Se registraron 130 especies de las cuales, 121 son nativas y 9 nativas /endémicas. La abundancia estimada a nivel del SAR para los diferentes estratos es la siguiente: - Arbóreo: 366 individuos - Cactáceas, agaves y palamas: 33 individuos - Arbustivo: 1457 individuos - Herbáceo: 368 individuos Dentro del área del AP, en el área con presencia de Selva mediana subcaducifolia se registraron 945 individuos de 58 especies, con las siguientes abundancias por estrato. - Arbóreo: 18 individuos

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			- Cactáceas, agaves y palamas: 1 individuos - Arbustivo: 893 individuos - Herbáceo: 33 individuos Mientras que en la vegetación inducida del AP se registraron 1,140 individuos de 60 especies con las siguientes abundancias por estrato. - Arbóreo: 10 individuos - Arbustivo: 672 individuos - Herbáceo: 410 individuos
FAUNA	Hábitat	0.5	El SAR y AP si bien no presentan altos índices de diversidad y abundancia, mantiene las características para conservar, alimentar y dar refugio a la fauna silvestre de la zona. El SAR y el AP comparten más de la mitad de las especies registradas de herpetofauna, aves y mastofauna. En el AP se registraron especies que no estuvieron presentes en el SAR, (2 especies de herpetofauna; 8 especies de aves; y 1 especie de mamíferos). Estas especies se tratan de especies que se distribuyen ampliamente en la Península de Yucatán. En el caso de los mamíferos se trata de especies abundantes en vegetación inducida ya que se ven favorecidos por las actividades antrópicas, como el conejo serrano y el coyote.
	Herpetofauna	0.5	A nivel del SAR se registraron 24 especies y en el AP se registraron 16 de las cuales 2 fueron registradas exclusivamente en el AP.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			En el SAR se registraron 10 especies presente en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que en el AP se registraron sólo 4 especies.
	Aves	0.75	En el SAR y AP se registraron 86 especies, de las cuales 25 fueron registradas solamente en el SAR y 8 se presentaron exclusivamente en el AP. En el SAR se registraron 4 especies en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que en el AP se registraron sólo 2 especie. No se registró ninguna especie de ave migratoria en el AP ni en el SAR del proyecto.
	Quirópteros	0.5	Se registraron 15 especies del grupo de quirópteros. Ninguna especie de quiróptero está en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o considerada endémica de la Península de Yucatán.
	Mamíferos.	0.5	Se identifico un total de 15 especies de las cuales en el SAR se encontraron 14 y en el AP 10 especies. En el SAR se registraron 2 especies presentes en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Especies Vulnerables	0.5	En el área del proyecto se registraron 6 especies presentes en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Coleonyx elegans,*

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			Ctenosaura similis, Boa imperator, Triprion petasatus, Amazona albifrons, Vireo pallens).
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	0.5	Los sectores económicos que predominan son la Industria manufacturera; comercio al por menor; servicios de alojamiento y preparación de alimentos y bebidas.
	Empleos	0.5	La población económicamente activa del municipio de Tekax se encuentra ocupados (empleos) en un 98.27%.

A continuación, se muestran los resultados calculados de la valoración de cada componente y factor ambiental.

Tabla VII-7. Valoración de los componentes ambientales en el escenario actual (sin proyecto).

Tabla VII-8

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	CALIDAD	UNIDADES DE IMPORTANCIA		UNIDADES DE IMPORTANCIA AMBIENTAL		
			Parámetro	Componente	Parámetro	Componente	Calidad
AGUA	1. Cantidad	1.00	10	20	10	20	100.00
	2. Calidad	1.00	10		10		
SUELO	3. Calidad	0.75	15	30	11.25	22.5	75.00
	4. Estructura	0.75	15		11.25		
AIRE	5. Calidad	1.00	10	20	10	17.5	87.50
	6. Ruido	0.75	10		7.5		
PAISAJE	7. Visibilidad	0.50	10	30	5	15	50.00
	8. Calidad	0.50	10		5		
	9. Alteración	0.50	10		5		
FLORA	10. Diversidad	0.50	15	30	7.5	15	50.00
	11. Abundancia	0.50	15		7.5		

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	CALIDAD	UNIDADES DE IMPORTANCIA		UNIDADES DE IMPORTANCIA AMBIENTAL		
			Parámetro	Componente	Parámetro	Componente	Calidad
FAUNA	12. Hábitat	0.50	15	60	7.5	30	50.00
	13 Herpetofauna	0.50	10		5		
	14. Aves	0.75	10		7.5		
	15. Quirópteros	0.50	5		2.5		
	16. Mamíferos no voladores	0.50	10		5		
	17. Especies Vulnerables	0.25	10		2.5		
SOCIO-ECONOMICO	18. Actividades comerciales	0.50	10	20.00	5	10.00	50.00
	19. Empleos	0.50	10		5		
TOTAL		**11.75**	**210**	**210**	**130**	**130**	

Los resultados obtenidos se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos de lo que sería una calidad baja u optima, respectivamente.

Tabla VII-9 Rangos de calidad.

Nivel	Porcentaje	Calidad
5	81 % - 100 %	Alta (Óptima)
4	61 % - 80 %	Media alta
3	41 % - 60 %	Media
2	21 % - 40 %	Media baja
1	Menor al 20 %	Baja

En la tabla siguiente se resumen la calidad obtenida para cada componente ambiental del sitio en su estado actual.

Tabla VII-10. Calidad obtenida para cada componente en el escenario actual (sin proyecto).

Componente ambiental	Calidad del componente (%)	Calidad
Agua	100	Alta

Componente ambiental	Calidad del componente (%)	Calidad
Suelo	75.00	Media alta
Aire	87.50	Alta
Paisaje	50.00	Media
Flora	50.00	Media
Fauna	50.00	Media
Socioeconómico	50.00	Media

La calidad promedio de los componentes del escenario actual es de 66.07 %, ubicándolo cerca del límite de la categoría Media alta, sin embargo, se debe a que los componentes agua, suelo y aíre se mantienen conservados aún y con las actividades antropogénicas que se realizan en el AP y SAR. Los componentes de flora y fauna en el AP son los que más han sido alterados presentando una diversidad baja derivado de la perturbación existente.

A pesar de que el paisaje actual se encuentra en una categoría de calidad media (50%) es evidente la transformación de este por actividades antropogénicas orientadas a la agricultura y a la ganadería principalmente.

VII.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación

Partiendo del ejercicio integral que representa esta MIA y con base en la información generada, analizada y valorada, se identifican las modificaciones y eventuales afectaciones que el desarrollo del proyecto fotovoltaico puede interferir al Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado.

Como se menciona en el apartado anterior y en la descripción de los componentes ambientales, en el SAR existen distintos usos de suelo derivado de las presiones

antropogénicas, sin embargo, aún presenta una gran superficie con vegetación en diferentes etapas de sucesión.

El escenario con proyecto considera el emplazamiento del proyecto sin la aplicación de ninguna medida ambiental, por lo que las condiciones ambientales del sitio se verían afectadas de manera considerable. Para realizar una descripción del eventual comportamiento que tendría el SAR con el desarrollo del Proyecto, resulta fundamental considerar la expresión ambiental de los impactos adversos que fueron previstos y evaluados en el Capítulo V de este documento, y sin la aplicación de medidas de mitigación.

Para la elaboración del escenario ambiental con proyecto y sin medidas de mitigación se contemplaron los componentes naturales ya mencionados y se les dio una valoración para ser cuantificados y así conocer su estado de vitalidad.

Tabla VII-11. Descripción de los componentes en el escenario con proyecto sin medidas de mitigación.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
AGUA	Cantidad	0.75	El proceso eficaz de captación de agua precipitada dentro de cualquier superficie depende de factores importantes como el tipo de suelo, la presencia de materia orgánica y cobertura vegetal. El área del proyecto se encuentra en su mayoría desprovista de vegetación natural sin embargo las características del suelo permite la infiltración del agua de lluvia. El proyecto contara con pequeñas cimentaciones o sellamientos los cuales son mínimas en toda la superficie. Se considera que no habrá una disminución significativa en la disponibilidad de este recurso.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
	Calidad	0.50	Durante cualquiera de las etapas del proyecto se generarán cantidades pequeñas de residuos peligrosos líquidos y sólidos, como aceites, aditivos, combustibles, etc., utilizados para el funcionamiento de maquinaria y/o herramientas. Los residuos peligrosos al ponerse en contacto con cuerpos de agua (escurrimientos) o encharcamientos (agua precipitada) pueden ocasionar la contaminación del recurso. Además, los residuos líquidos tienen el riesgo de infiltrarse hasta el manto acuífero y contaminarlo.
SUELO	Calidad	0.25	En la NOM-052-SEMARNAT-2005 un residuo peligroso se identifica por la presencia de alguna de seis propiedades (CRETIB): corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad y/o biológico-infecciosa. Los residuos peligrosos en cualquier estado físico pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiental y la salud de la población en general. Cualquier residuo procedente de alguna actividad desarrollada dentro de las etapas del proyecto que cumpla con alguna de las características citadas anteriormente debe considerarse como un residuo peligroso. Los residuos en estado líquido son los más susceptibles de contaminar el suelo debido a que se infiltran y pueden contaminar no solo la capa

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			más superficial sino capas más profundas que no son perceptibles.
	Estructura	0.50	La pérdida de suelo se da principalmente por factores como las corrientes de agua y de aire, particularmente en terrenos secos y sin vegetación. El área del proyecto no es susceptible de forma drástica a los procesos de erosión por el tipo de suelo, aún y cuando la mayor parte de la superficie está dedicada agricultura de riego anual (134.53 ha). No obstante, la remoción de la vegetación (24.56 ha) y la capa orgánica propiciará la erosión del suelo de forma, aunque de forma moderada.
			Aunque la construcción del proyecto no requiere de la compactación total de la superficie del proyecto, si se alterará la compactación del suelo. La colocación de los paneles se colocará mediante el hincado de postes, por lo que este factor no será modificado en gran medida por la construcción del proyecto. Asimismo, el proceso constructivo del proyecto requiere del habilitado de caminos y del paso constante de vehículos y camiones de carga pesada, por lo que se aumentará la compactación del suelo de estas áreas.
AIRE	Calidad	0.75	La presencia de vehículos y camiones en la zona aumentará durante las etapas de construcción y operación del proyecto, así que aumentará la generación de gases contaminantes en la zona.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
	Ruido	0.50	En el AP no existen fuentes de generación de ruido, sin embargo, en el área del SAR existen carreteras y vías de transporte de vehículos pesados por lo que se considera como una fuente moderada de ruido. En adición a lo anterior, la presencia constante de vehículos y camiones pesados para carga de materiales durante las etapas de preparación del sitio y construcción aumentará los niveles del ruido.
PAISAJE	Visibilidad	0.50	La construcción del proyecto no requiere de la modificación del relieve del área del proyecto y no se colocarán elementos que impidan la visibilidad natural. La altura de los paneles solares no será mayor de 4 m, la cual no se considera una alteración grave al paisaje.
	Calidad	0.25	La calidad del paisaje disminuirá al remover la cobertura vegetal del sitio. Se propiciará que la calidad paisajística se reduzca por la disminución de los elementos naturales como en la riqueza y diversidad de flora y la fauna.
	Alteración/ fragilidad	0.25	Aunque en al área del proyecto existe una alteración del paisaje, ya que la mayor superficie tiene un uso de suelo de agricultura de temporal anual, la fragilidad aumentara por la instalación de un elemento completamente antrópico y el retiro de la cubierta vegetal natural.
FLORA	Diversidad	0.25	En el AP se identifica una mayor superficie de vegetación inducida (pastizal inducido, agricultura de temporal y agricultura de riego permanente) y

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			una fracción de selva mediana subcaducifolia en la que se presente una diversidad de moderada alta. Las actividades de limpieza, desmonte y despalme disminuirán la diversidad de especies de flora aún presentes en el área.
	Abundancia	0.25	El desarrollo del proyecto requiere del retiro de la vegetación que pueda existir en el AP, así como una ligera nivelación del terreno. Los individuos que se encuentran tanto en la zona con uso de suelo agrícola y la zona con presencia de selva mediana subcaducifolia serán afectados, por lo que se prevé una disminución de la abundancia de individuos.
	Hábitat	0.25	El SAR y AP si bien no presentan altos índices de diversidad y abundancia, mantiene las características para conservar, alimentar y dar refugio a la fauna silvestre de la zona. Al ejecutar el cambio de uso de suelo se perderá el hábitat de las especies que habitan aún en el AP, sin embargo, se espera que parte de la fauna ocupe nuevamente esta zona ya que como se describe en el apartado de fauna se registraron especies que se ven favorecidas por actividades antropogénicas o que se distribuyen ampliamente en hábitats no especializados.
	Herpetofauna	0.25	El retiro de la capa vegetal ocasionara una disminución del hábitat para las especies de reptiles y anfibios por lo que se propiciara el

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			desplazamiento temporal de estos. Derivado de la implantación del proyecto existe el riesgo de atropellamiento de los individuos de anfibios y reptiles en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del parque fotovoltaico.
	Aves	0.50	El retiro de la vegetación propiciará que las aves ya no usen el área del proyecto como parte de su territorio de esparcimiento. La instalación de la línea eléctrica representará un riesgo de electrocución para este grupo.
	Quirópteros	0.25	Durante la fase de preparación del sitio del proyecto todos los mamíferos que se distribuyen dentro del AP se verán afectados por la remoción de la vegetación que implica la perdida de hábitat. Sin embargo, los quirópteros son un grupo que se moviliza sin limitaciones.
	Mamíferos.	0.25	Las actividades de preparación del sitio y construcción generarán la destrucción del hábitat de los mamíferos en el AP. Durante la etapa de construcción del proyecto existirá un mayor riesgo de atropellamiento de individuos de mamíferos y serán menor en la etapa de operación.
	Especies Vulnerables	0.25	La mayor afectación de este impacto ocurrirá desde la etapa de preparación del sitio y construcción ya que con la ejecución del cambio de uso de suelo se modificarán las condiciones del hábitat en el sitio.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			El grupo de la herpetofauna, será el mayor afectado ya que son más dependientes a microhábitats y por lo tanto más sensibles a estos cambios, las especies más vulnerables dentro del AP serian la rana cabeza de pala (*Triprion petasatus*), Gecko bandeado yucateco (*Coleonyx elegans*) y la Boa (*Boa imperator*).
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	0.75	El desarrollo del proyecto conlleva la adquisición de servicios por los trabajadores. Este impacto será más significativo durante la etapa de preparación del sitio y construcción, aunque permanecerá en todas las etapas.
	Empleos	0.75	Con la construcción y operación del proyecto, se generarán empleos de tipo directo e indirecto, así como empleos que requieran conocimientos especializados y empleos de fácil acceso para toda la población vecina.

A continuación, se muestran los resultados de los cálculos de la valoración de la calidad de cada componente y factor ambiental.

Tabla VII-12 Valoración de los componentes en el escenario con proyecto sin medidas de mitigación.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	CALIDAD	UNIDADES DE IMPORTANCIA		UNIDADES DE IMPORTANCIA AMBIENTAL		
			Parámetro	Componente	Parámetro	Componente	Calidad
AGUA	1. Cantidad	0.75	10	20	7.5	12.5	62.50
	2. Calidad	0.50	10		5		
SUELO	3. Calidad	0.25	15	30	3.75	11.25	37.50

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	CALIDAD	UNIDADES DE IMPORTANCIA		UNIDADES DE IMPORTANCIA AMBIENTAL		
			Parámetro	Componente	Parámetro	Componente	Calidad
	4. Estructura	0.50	15		7.5		
AIRE	5. Calidad	0.75	10	20	7.5	12.5	62.50
	6. Ruido	0.50	10		5		
PAISAJE	7. Visibilidad	0.50	10	30	5	10	33.33
	8. Calidad	0.25	10		2.5		
	9. Alteración	0.25	10		2.5		
FLORA	10. Diversidad	0.25	15	30	3.75	7.5	25.00
	11. Abundancia	0.25	15		3.75		
FAUNA	12. Hábitat	0.25	15	60	3.75	17.5	29.17
	13 Herpetofauna	0.25	10		2.5		
	14. Aves	0.50	10		5		
	15. Quirópteros	0.25	5		1.25		
	16. Mamíferos no voladores	0.25	10		2.5		
	17. Especies Vulnerables	0.25	10		2.5		
SOCIO-ECONOMICO	18. Actividades comerciales	0.75	10	20.00	7.5	15.00	75.00
	19. Empleos	0.75	10		7.5		
TOTAL		**8.00**	**210**	**210**	**86.25**	**86.25**	

Al igual que el escenario anterior, los resultados obtenidos se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos.

Tabla VII-13. Calidad obtenida para cada componente en el escenario con proyecto sin medidas de mitigación.

Componente ambiental	Calidad del componente (%)	Calidad
Agua	62.50	Media alta
Suelo	37.50	Media baja
Aire	62.50	Media alta
Paisaje	33.33	Media baja
Flora	25.00	Media baja

Componente ambiental	Calidad del componente (%)	Calidad
Fauna	29.17	Media baja
Socioeconómico	75.00	Media alta

La calidad promedio de los componentes en este escenario disminuye significativamente a 46.42% ubicándolo en la categoría Media ya que los componentes como el agua y suelo son altamente susceptibles a ser afectados por las actividades del proyecto si no se implementan las medidas adecuadas, sobre todo en el manejo de residuos (residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos).

Por otro lado, se encuentra la perdida de la cobertura vegetal que directamente afecta a la diversidad y abundancia de especies de flora, pero también propicia la pérdida del hábitat disponible para la fauna silvestre, principalmente asociada a las 24.56 ha de selva mediana subcaducifolia.

La erosión del suelo es otro impacto que se generaría con la implementación del proyecto, ya que una vez ejecutadas las labores de desmonte y despalme el suelo quedaría expuesto tanto a la erosión hídrica como eólica siendo esta ultima la que afectaría de forma más severa.

A partir de los impactos negativos que han sido previstos para el Proyecto fotovoltaico y bajo el supuesto de que no se implementarían medidas de mitigación, se puede pronosticar un escenario similar al que presenta el SAR en su condición y dinámica actual.

VII.4 Descripción y análisis del escenario con proyecto y con la implementación de medidas de mitigación

En el apartado anterior se realizó una descripción del eventual comportamiento que tendrían distintos atributos ambientales del SAR, ante el desarrollo del Proyecto fotovoltaico. Se puede

apreciar en la caracterización del SAR que existe un paisaje con una fuerte influencia antrópica, que día a día se aleja de la integridad natural.

Es importante mencionar que el proyecto pretende desarrollarse en una superficie que en su mayoría ya ha sido intervenida desde hace años y mantiene sólo una parte con vegetación natural.

Se realizó una proyección en la que se ilustra el resultado de la acción de las medidas de mitigación sobre los posibles impactos ambientales de mayor significancia con apoyo del escenario ambiental elaborado en los apartados precedentes.

Tabla VII-14 Descripción de los componentes en el escenario con proyecto con medidas de mitigación.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
AGUA	Cantidad	1	El proyecto requiere de la remoción de la cubierta vegetal existente (aunque la mayor superficie esta desprovista de esta capa), sin embargo, sólo se realizara en las áreas específicas o necesarias para el emplazamiento de los componentes del proyecto. Durante la vida útil del proyecto se permitirá el crecimiento de herbáceas o pastos por debajo de los 30 cm, por lo que servirá para la retención de humedad e infiltración del agua al subsuelo.
	Calidad	1	Durante las etapas del proyecto se realizará un adecuado manejo de todos los tipos de residuos que se generen, haciendo un manejo especial en aquellos que pueden llegar a contaminar este recurso en la superficie o que puedan infiltrarse al manto acuífero.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			Como parte de las medidas será la construcción de un almacén de residuos peligrosos (adecuado al tipo de generador); sanitarios portátiles (con los permisos de limpieza y descarga); y en general la implementación de un programa de manejo integral de residuos (PMIR).
SUELO	Calidad	0.75	Mediante el manejo integral (separación desde la fuente, almacenamiento o copio, y reciclaje o disposición final) de todos los tipos de residuos generados en las diferentes etapas del proyecto (RSU, RME, y RP), se evitará la contaminación de este componente. Dentro de las medidas de prevención se encuentra la no afectación de áreas ajenas al proyecto por residuos generados en esté. Lo anterior se establecerá en un programa de manejo integral de residuos (PMIR).
	Estructura	0.50	En la zona donde se ubica el AP no existen pendientes pronunciadas, por lo que los índices de erosión no serían significativos. Además, la reincorporación de material vegetal debajo del área de paneles mitigará este fenómeno y se tendrá un índice de erosión hídrica ligero y erosión eólica moderado, por lo que este factor no se verá sumamente afectado.
			La compactación en el área de interés ocurrirá principalmente en los caminos del parque sin embargo es un impacto que no se valora como

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			severo ya que la mayor área del proyecto conservara su estructura.
AIRE	Calidad	1	Los gases y partículas que se generen por los vehículos y maquinaria serán de baja permanencia y más puntual durante la etapa de construcción del proyecto. Para evitar que se genere una contaminación mayor se monitoreara el mantenimiento de vehículos y maquinaria. En cuanto a la minimización de generación de partículas se establecerá una velocidad máxima para el tránsito de los vehículos, además se realizarán riegos en los caminos.
	Ruido	0.75	Se realizará el mantenimiento periódico de equipos y maquinaria utilizados en el proyecto. El equipo y maquinaria utilizada deben cumplir con lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994. El ruido sucederá principalmente en la etapa de construcción del proyecto, sin embargo, en la vida útil del proyecto el ruido generado es mínimo o imperceptible.
PAISAJE	Visibilidad	0.5	La construcción del proyecto no requiere de la modificación del relieve del área del proyecto y no se colocarán elementos que impidan la visibilidad. La altura de los paneles solares no será mayor de 4 m, la cual no se considera una alteración grave al paisaje.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			La vegetación que circunda el área del proyecto no permite la visibilidad de esta, en un plano medio o lejano.
	Calidad	0.50	La pérdida de la calidad del paisaje por la disminución de los elementos naturales será minimizada mediante los programas de rescate y reubicación de flora y fauna, así como la incorporación del suelo orgánico con contenido de germoplasma. La calidad se verá disminuida aún y con la aplicación de las medidas de mitigación, sobre todo por la pérdida de la cubierta vegetal. Las prácticas encaminadas a una rápida sucesión del estrato herbáceo mitigaran la calidad visual ocasionada al paisaje.
	Alteración/ fragilidad	0.50	Aunque en al área del proyecto existe una alteración del paisaje ya que la mayor superficie tiene un uso de suelo de agricultura de temporal anual, la fragilidad del paisaje aumentara por la instalación de un elemento completamente antrópico, sin embargo, se minimiza mediante la aplicación del programa de rescate y reubicación de flora.
FLORA	Diversidad	0.50	La implementación del programa de rescate y reubicación de flora disminuyen significativamente el impacto sobre este componente. Se permitirá el crecimiento natural de herbáceas debajo de los paneles, siempre y cuando no se

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			afecte su funcionamiento, con esta medida se minimizan los impactos por el proyecto. Además, se tomarán medidas de protección para no afectar áreas ajenas al área del proyecto y dentro de estás evitar la afectación de los manchones de vegetación.
	Abundancia	0.50	La implementación del programa de rescate y reubicación de flora disminuye significativamente el impacto sobre este componente. Además, se tomarán medidas de protección para no afectar áreas ajenas al área del proyecto y dentro de estás evitar la afectación de los manchones de vegetación.
	Hábitat	0.50	Al ejecutar el cambio de uso de suelo se perderá el hábitat de las especies que habitan aún en el AP, sin embargo, se espera que parte de la fauna ocupe nuevamente esta zona ya que como se describe en el apartado de fauna se registraron especies que se ven favorecidas por actividades antropogénicas o que se distribuyen ampliamente en hábitats no especializados. En el área de paneles se permitirá el crecimiento natural de herbáceas siempre y cuando no se afecte su funcionamiento. Esta medida hace más probable que los ínvidos desplazados regresen al área del proyecto en la etapa de operación.
	Herpetofauna	0.50	Se implementará un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre para mitigar el impacto sobre este grupo,

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			así como el desmonte se realizará de forma paulatina y direccionada con el fin de que las especies faunísticas de lento desplazamiento también puedan de forma natural ser ahuyentadas. Es muy probable que este grupo se encuentre nuevamente en el AP ya que en la etapa de operación puede ser un sitio de descanso y resguardo.
	Aves	0.75	El retiro de la vegetación propiciará que las aves ya no usen el área del proyecto como parte de su territorio de esparcimiento. Sin embargo, es muy probable que las aves permanezcan y se distribuyan en el SAR al existir las condiciones necesarias para este grupo.
	Quirópteros	0.50	Este grupo será afectado principalmente por la pérdida del hábitat, sin embargo, los quirópteros son un grupo que se moviliza sin limitaciones que puede seguir estableciéndose dentro del SAR.
	Mamíferos.	0.50	Se implementará un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre para mitigar el impacto sobre este grupo, así como el desmonte se realizará de forma paulatina y direccionada con el fin de que las especies faunísticas de lento desplazamiento también puedan de forma natural ser ahuyentadas. Mediante la aplicación de las medidas preventivas como velocidad máxima de circulación de

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			vehículos, la protección de áreas con vegetación natural se disminuye la afectación a este grupo. Se instalarán pasos de fauna para que la fauna pueda desplazarse por el AP, aunado a esto, el crecimiento de herbáceas en el área de paneles permite que esta zona continue siendo propicia para el desarrollo de algunos mamíferos, sobre todo los pequeños. Dentro del AP se dará protección a la fauna, evitando que sean dañadas o capturadas.
	Especies Vulnerables	0.50	Previo a la ejecución las actividades de preparación del sitio, se realizarán acciones para el ahuyentamiento de fauna silvestre de amplia movilidad. Juntamente con el ahuyentamiento, se llevarán a cabo actividades de rescate y reubicación de organismos. Las actividades de rescate de fauna consistirán en la búsqueda y captura de los organismos que presenten baja o limitada movilidad debido principalmente a sus hábitos hogareños y/o locomoción natural. Estas actividades se implementarán para todo tipo de fauna, sin embargo, se pondrá especial atención a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Actividades comerciales	0.75	El desarrollo del proyecto conlleva la adquisición de servicios por los trabajadores. Este impacto será más significativo durante la etapa de

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
			preparación del sitio y construcción, aunque permanecerá en todas las etapas.
	Empleos	0.75	Con la construcción y operación del proyecto, se generarán empleos de tipo directo e indirecto, así como empleos que requieran conocimientos especializados y empleos de fácil acceso para toda la población vecina.

A continuación, se muestran los resultados de los cálculos de la valoración de la calidad de cada componente y factor ambiental.

Tabla VII-15 Valoración de los componentes en el escenario con proyecto con medidas de mitigación.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	CALIDAD	UNIDADES DE IMPORTANCIA		UNIDADES DE IMPORTANCIA AMBIENTAL		
			Parámetro	Componente	Parámetro	Componente	Calidad
AGUA	1. Cantidad	1.00	10	20	10	20	100.00
	2. Calidad	1.00	10		10		
SUELO	3. Calidad	0.75	15	30	11.25	18.75	62.50
	4. Estructura	0.50	15		7.5		
AIRE	5. Calidad	1.00	10	20	10	17.5	87.50
	6. Ruido	0.75	10		7.5		
PAISAJE	7. Visibilidad	0.50	10	30	5	15	50.00
	8. Calidad	0.50	10		5		
	9. Alteración	0.50	10		5		
FLORA	10. Diversidad	0.50	15	30	7.5	15	50.00
	11. Abundancia	0.50	15		7.5		
FAUNA	12. Hábitat	0.50	15	60	7.5	32.5	54.17
	13 Herpetofauna	0.50	10		5		
	14. Aves	0.75	10		7.5		

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	CALIDAD	UNIDADES DE IMPORTANCIA		UNIDADES DE IMPORTANCIA AMBIENTAL		
			Parámetro	Componente	Parámetro	Componente	Calidad
	15. Quirópteros	0.50	5		2.5		
	16. Mamíferos no voladores	0.50	10		5		
	17. Especies Vulnerables	0.50	10		5		
SOCIO-ECONOMICO	18. Actividades comerciales	0.75	10	20.00	7.5	15.00	75.00
	19. Empleos	0.75	10		7.5		
TOTAL		**12.25**	**210**	**210**	**133.75**	**133.75**	

Al igual que el escenario anterior, los resultados obtenidos se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos.

Tabla VII-16 Calidad obtenida para cada componente en el escenario con proyecto y con medidas de mitigación.

Componente ambiental	Calidad del componente (%)	Calidad
Agua	100	Alta
Suelo	62.50	Media alta
Aire	87.50	Alta
Paisaje	50.00	Media
Flora	50.00	Media
Fauna	54.17	Media
Socioeconómico	75.00	Media alta

La calidad de los componentes ambientales agua, aire y paisaje, se mantienen como en el estado actual siempre que se implementen las medidas de mitigación correctas. Para el caso del componente suelo existe una disminución de calidad derivado principalmente por las actividades de preparación de terreno (despalme y desmonte).

El área del proyecto requerirá de la remoción de vegetación en 24.56 ha, sin embargo, mediante el rescate y reubicación de especies podrá se mitigar satisfactoriamente este impacto, evitando la perdida de la riqueza y abundancia de especies.

El componente más afectado es la fauna ya que se verá afectada por el cambio en su hábitat y directamente sobre algunas especies.

La implementación de las distintas medidas de mitigación que han sido incorporadas como parte de las actividades de proyecto, permitirá reducir la magnitud y expresión de los impactos adversos que fueron previstos, con lo cual disminuirán aún más las diferencias entre el eventual escenario resultante del desarrollo del proyecto (contemplando las medidas de mitigación), y las condiciones que actualmente prevalecen en el sistema ambiental regional.

CAPITULO VIII

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

Contenido

CONTENIDO 2
VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTA LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL VIII-1

VIII.1 Presentación de la información VIII-1

VIII.1.1 Cartografía VIII-1
VIII.1.2 Fotografías VIII-1
VIII.1.3 Videos VIII-1
VIII.1.4 Otros anexos VIII-2
VIII.1.5 Memorias VIII-2

VIII.2 Bibliografía VIII-3

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

VIII.1 Presentación de la información

A continuación, se describe y presenta la información requerida para la elaboración de la MIA-R del proyecto Parque Fotovoltaico Energías Renovables Kiin.

VIII.1.1 Cartografía

La cartografía empleada su muestra a lo largo de los capítulos del presente estudio. Cabe mencionar que las coordenadas de los vértices de los polígonos se presentan en el Capítulo II.

VIII.1.2 Fotografías

En el apartado de Anexos se presentan los catálogos fotográficos correspondientes al Proyecto.

VIII.1.3 Videos

No se realizaron videos para la elaboración de esta MIA-R.

VIII.1.4 Otros anexos

En la siguiente tabla se enlista de manera general los anexos que forman parte de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Listado de Anexos	
Capítulo I	1. Documentación del promovente
	2. Proyecto
	3. Responsable técnico
Capítulo IV	Anexo IV_01 Actividades del muestreo de flora
	Anexo IV_02_Listado potencial de especies flora
	Anexo IV_02_Base de datos y memoria de cálculo flora
	Anexo IV_04_Catálogo de flora
	Anexo IV_05_Listado de Fauna Potencial PFV Energías Renovables Kiin
	Anexo IV_06_KMZ Diseño Muestreo de Fauna PFV Energías Renovables Kiin
	Anexo IV:07_Coordenadas Sitios de Muestreo PFV Energías Renovables Kiin
	Anexo IV_08_Base de Datos y Memoria de Calculo Fauna PFV Energías Renovables Kiin
	Anexo IV_09_Especies Registradas Fauna Silvestre PFV Energías Renovables Kiin
	Anexo IV_10_Catálogo Fotográfico Fauna PFV Energías Renovables Kiin
Capítulo V	ANEXOC05_Matriz de Impacto
Cartografía	

VIII.1.5 Memorias

En el apartado de Anexos se presentan las memorias de cálculo correspondientes al Proyecto.

VIII.2 Bibliografía

Aranda, J. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO. México.

Bibby, C., Burgess, N., Hill, D. & Mustoe, S. (1992). Bird census techniques. Academic Press, London.

Campbell, J. (1998). Amphibians and reptiles of Northern Guatemala, the Yucatán, and Belize. University of Oklahoma Press, Oklahoma, USA, 380 pp.

Ceballos, G. & Miranda, A. (2000). Guía de campo de los mamíferos de la Costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. - Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.

Ceballos, G. & Oliva, G. (2005). Los mamíferos silvestres de México. CONABIO/Fondo de Cultura Económica, México D. F. 988 p.

Chávez–León, G. & Velázquez, A. (2004). Abundance and distribution of the Long–tailed Wood Partridge (Dendrortyx macroura) in a tempearte coniferous forest. Journal of field Ornithology, 75: 345–352.

Colwell, R. K. & Coddington J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of The Royal Society Biological Sciences, 345: 101-118.

Colwell, R.K. (2013). EstimateS, Version 9.1.0: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide).

Díaz-Gamboa, L., May-Herrera, D., Gallardo-Torres, A., Cedeño-Vázquez, R., González-Sánchez, V., Chiappa-Carraca, X., & Yánez-Arenas, C. (2020). Catálogo de reptiles de la Península de Yucatán. Universidad Nacional Autónoma de México.

Hernández-Pérez, E., Reyna-Hurtado, R., Castillo Vela, G., Sanvicente López, M. & Moreira-Ramírez, J. F. (2015). Fototrampeo de mamíferos terrestres de talla mediana y grande asociados a Petenes del Noroeste de la Península de Yucatán, México. Therya, 6: 559-574.

Howell, S. & Webb, S. (1995). The Birds of Mexico and Central America. 5th Edition. Oxford University Press. EUA.

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. Oikos, 113: 363.

Jost, L. (2007). Partitioning diversity into independent alpha and beta components.

Lee, J. (1996). The amphibians and reptiles of the Yucatan Peninsula. Cornell University Press, New York, 500 pp.

Lira-Torres, I. & Briones-Salas, M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana, 28: 566-585.

MacKinnon, B. (2013). Sal a pajarear Yucatán (guía de aves). La vaca Independiente. México.

Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. Blackwell, Oxford.

Medellín, R. A., Arita, H. T. & Sánchez, O. (2008). Identificación de los Murciélagos de México. Clave de Campo. Segunda edición. Instituto de Ecología, UNAM. México.

National Geographic Society. (2006). Field guide to the birds of North America, third edition. National Geographic Society, Washington, D.C. EUA.

Ralph, C.J., Geupel, G., Pyle, P., Martin, T., De Sante D. & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Technical Report, PSW– GTR–159, Pacific Southwest Research Station, Forest Services, U.S. Department of Agriculture, Albany, California.

Reid, F. (1997). A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press, 1997.

Reid, F. (2009). A field guide to the mammals of Central America and Southeast México. Oxford University Press, Nueva York.

Reynolds, R., Scott, J., & Nussbaum. R. (1980). A variable circular plot method for estimating bird numbers. The Condor, 82: 309–313.

Sibley, D. (2009). The Sibley field guide to birds of Eastern North America. Fifth printing. National Audubon Society. Alfred A. Knopf. New York. EUA.

Tellería, J. L. (1986). Manual para el censo de los vertebrados terrestres. Editorial Raíces, Madrid.

Walther, B. A. & Morand, S. (1998). Comparative performance of species richness estimation methods. Parasitology, 116: 395- 405.

Whittaker RH. (1965). Dominance and diversity in land plant communities. Science 147: 250–260.