

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES



## AL PÚBLICO EN GENERAL

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.

DIRECCIÓN GENERAL DE  
IMPACTO Y RIESGO  
AMBIENTAL

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD REGIONAL PARA EL PROYECTO  
“SOLAR SAN IGNACIO “  
A DESARROLLARSE EN EL MUNICIPIO DE PROGRESO,  
YUCATÁN, MÉXICO**

Preparado para:  
**Energía Solar San Ignacio, S. de R.L. de C.V.**

Preparado por:  
**Kaiser Consultores Ambientales, S. A. de C. V.**

**Junio 2017**

The logo for Kaiser Consultores Ambientales features the word "Kaiser" in a large, white, sans-serif font. A stylized white flower or leaf icon is positioned above the letter 'i'. Below "Kaiser", the words "Consultores Ambientales" are written in a smaller, white, sans-serif font. The entire logo is centered on a vertical rectangular background with a blue-to-white gradient.

**Kaiser**  
Consultores Ambientales

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

## CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
I.1. Proyecto .....	1
I.1.1. Nombre del Proyecto.....	1
I.1.2. Ubicación del Proyecto.....	1
I.1.3. Tiempo de Vida Útil del Proyecto .....	4
I.1.4. Presentación de la Documentación Legal.....	4
I.2. Promovente .....	4
I.2.1. Nombre o Razón Social.....	4
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente .....	4
I.2.3. Nombre del representante legal.....	4
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal .....	4
I.3. Responsable del estudio de impacto ambiental .....	4
I.3.1. Nombre o razón social .....	4
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes .....	4
I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio .....	4
I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio .....	5

## TABLAS

Tabla I.1 Coordenadas del conjunto de predios.....	1
Tabla I.2 Coordenadas de ubicación de los postes de la línea de distribución.....	1
Tabla I.3 Coordenadas extremas del camino de acceso.....	2

## FIGURAS

Figura I.1 Ubicación del Proyecto.....	3
--	---

## ANEXOS

Anexo I.1 Acta constitutiva y poder legal del Promovente.
Anexo I.2 Copia de identificación Oficial del representante legal del Promovente.
Anexo I.3 RFC de la razón social del Promovente.
Anexo I.4 RFC de la empresa responsable de la elaboración de la MIA-R.
Anexo I.5 Copia de identificación Oficial del Responsable Técnico.
Anexo I.6 CV del Responsable Técnico.
Anexo I.7 Contratos de arrendamiento y compraventa.

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

## I.1. PROYECTO

### I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

Solar San Ignacio.

### I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto *Solar San Ignacio* en lo sucesivo (Proyecto), se ubicará en el municipio de Progreso en el estado de Yucatán, aproximadamente a 6.5 kilómetros de la localidad de Progreso y aproximadamente a 18 km de la Ciudad de Mérida. La principal vía de acceso es la carretera No. 261 Mérida-Progreso. En la Tabla I.1, se presentan las coordenadas de ubicación de los tres predios en donde se desarrollará el Proyecto

**Tabla I.1 Coordenadas del conjunto de predios.**

Punto de inflexión	Coordenadas UTM		Punto de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
Predio 1					
1	224,771.5460	2,349,420.6990	3	225,802.0870	2,348,818.7110
2	225,765.3750	2,349,295.5930	4	224,819.3430	2,348,833.9210
Predio 2					
1	225,600.3280	2,348,821.8340	4	225,327.0270	2,348,558.3510
2	225,595.9780	2,348,540.7430	5	225,331.1690	2,348,825.9990
3	225,424.4640	2,348,563.1930	--	--	--
Predio 3					
1	225,847.1690	2,348,809.8950	4	225,600.3280	2,348,821.8340
2	225,839.7960	2,348,508.8290	5	225,802.0870	2,348,818.7110
3	225,595.9780	2,348,540.7430	--	--	--

El Proyecto incluye, además, la construcción de una línea de distribución que se conectará con la Subestación eléctrica de San Ignacio. Tendrá una longitud de 864 m, se consideró un ancho de 5 m que se requiere para la construcción e instalación de 19 postes de concreto con 12 m de altura y 2 m para la operación y mantenimiento En la siguiente tabla, se presentan las coordenadas de ubicación de los postes.

**Tabla I.2 Coordenadas de ubicación de los postes de la línea de distribución.**

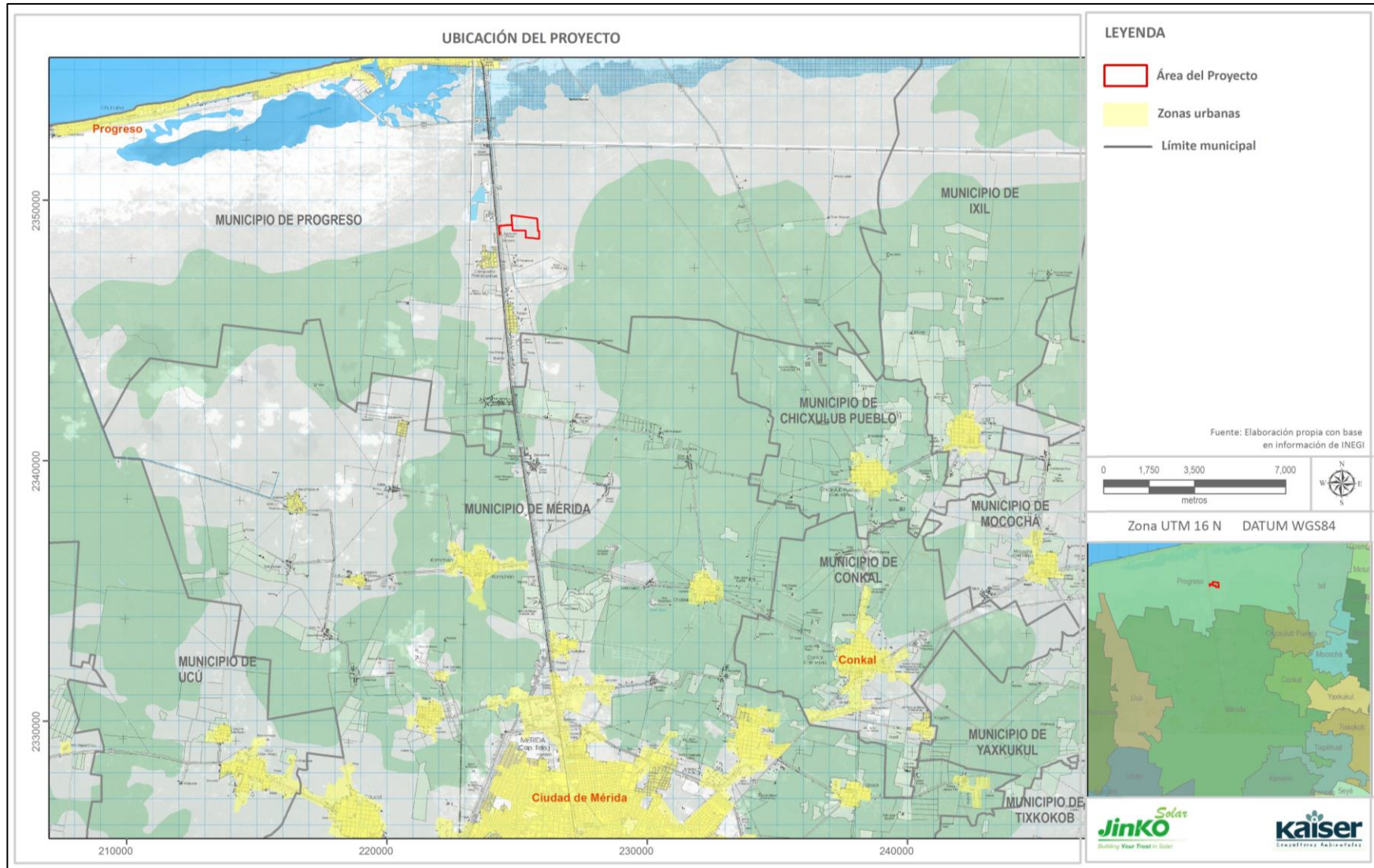
No. de poste	Coordenadas UTM		No. de poste	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	224,297.029	2,349,007.093	11	224,795.961	2,349,050.468
2	224,347.072	2,349,011.936	12	224,302.086	2,348,959.235
3	224,396.481	2,349,016.784	13	224,306.862	2,348,911.185
4	224,446.479	2,349,020.529	14	224,310.872	2,348,863.336
5	224,496.446	2,349,024.441	15	224,315.308	2,348,815.373
6	224,546.480	2,349,029.114	16	224,319.699	2,348,760.629
7	224,596.365	2,349,033.346	17	224,322.996	2,348,719.683
8	224,646.618	2,349,037.816	18	224,326.431	2,348,672.169
9	224,696.081	2,349,041.972	19	224,327.637	2,348,658.14
10	224,746.058	2,349,046.389	--	--	--

El Proyecto contempla además la construcción de un camino de acceso, que partirá de la carretera federal No. 261 Mérida-Progreso hasta la entrada del parque fotovoltaico. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas extremas de ubicación.

**Tabla I.3 Coordenadas extremas del camino de acceso.**

Punto de inflexión	Coordenadas UTM		Punto de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	224,801.457	2,349,053.246	3	224,289.747	2,349,009.171
2	224,803.691	2,349,026.612	4	224,291.809	2,348,982.108

En la Figura I.1, se presenta la ubicación del Área del Proyecto. **En el Anexo I.7**, se presentan los contratos de arrendamiento y compraventa.



**Figura I.1 Ubicación del Proyecto.**

### **I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO**

El Proyecto tendrá una vida útil de 30 años a partir de que inicie su operación.

### **I.1.4. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL**

En los siguientes Anexos se presentan los siguientes documentos legales:

**Anexo I.1** Acta constitutiva y poder legal del Promovente.

**Anexo I.2** Copia de identificación Oficial del representante legal del Promovente.

**Anexo I.3** RFC de la razón social del Promovente.

## **I.2. PROMOVENTE**

### **I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL**

Energía Solar San Ignacio S. de R.L. de C.V.

### **I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE**

ESS160606LN1

### **I.2.3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL**

Asier Artemio Aya Precioso de nacionalidad española, quien cuenta con las facultades suficientes para realizar la presente solicitud, según consta en la escritura número 54,291 de fecha del 06 de junio de 2016, otorgada ante la fe del C. Héctor Manuel Cárdenas Villareal, titular de la Notaria No.201 notario público del Distrito Federal, facultades que a la fecha de realización de la presente solicitud no les han sido revocadas o limitadas en forma alguna.

### **I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL**

Sierra Candela No. 111 Piso 2 Oficina 217  
Colonia Lomas de Chapultepec V Sección  
C.P. 11000  
Delegación Miguel Hidalgo  
Tel. 52-02-02-38

## **I.3. RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL**

Kaiser Consultores Ambientales, S.A. de C.V.

### **I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES**

KCA940207E58

### **I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO**

Biol. Héctor Lesser Hiriart

### I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

[REDACTED]

Se incluye como **Anexo I.4**, **Anexo I.5** y **Anexo I.6** copia de la documentación probatoria del responsable técnico.



## CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
II.1. Información general del Proyecto.....	5
II.1.1. Naturaleza del Proyecto.....	5
II.1.2. Justificación.....	10
II.1.3. Ubicación física del Proyecto y Planos de Localización .....	12
II.1.3.1. Representación gráfica regional.....	13
II.1.3.2. Representación gráfica local.....	14
II.1.4. Inversión requerida .....	15
II.2. Características particulares del Proyecto.....	15
II.2.1. Módulos fotovoltaicos .....	15
II.2.2. Estación de switcheo.....	19
II.2.3. Instalaciones auxiliares.....	19
II.2.4. Vialidades internas .....	20
II.2.5. Línea de distribución.....	20
II.2.6. Camino de acceso.....	21
II.2.6. Instalaciones temporales .....	24
II.3. Superficie requerida.....	25
II.4 Programa de trabajo.....	28
II.5. Preparación del sitio y construcción.....	30
II.5.1. Preparación del sitio .....	30
II.5.1.1. Trazo y delimitación.....	30
II.5.1.2. Desmonte .....	30
II.5.1.3. Despalme.....	30
II.5.1.4. Nivelaciones y rellenos .....	30
II.5.1.5. Excavaciones.....	30
II.5.1.6. Compactación.....	31
II.5.2. Construcción.....	31
II.5.2.1. Módulos fotovoltaicos.....	31
II.5.2.1.1. Montaje de estructuras.....	31
II.5.2.1.2. Montaje de paneles .....	31
II.5.2.1.3. Inversores y estaciones de media tensión .....	32
II.5.2.1.4. Cableado .....	32
II.5.2.1.5. Vialidades internas .....	33
II.5.2.2. Estación de switcheo .....	34
II.5.2.3. Instalaciones auxiliares .....	34
II.5.2.4. Línea de distribución.....	35
II.5.3. Operación y mantenimiento.....	36
II.5.3.1. Operación.....	36
II.5.3.2. Mantenimiento .....	37
II.5.4. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....	38

II.6. Requerimientos de personal, insumos, materiales, equipo y maquinaria .....	39
II.6.1. Personal .....	39
II.6.1.1. Preparación del sitio y construcción .....	39
II.6.1.2. Operación y mantenimiento.....	39
II.6.2. Hospedaje.....	39
II.6.2.1. Preparación del sitio y construcción .....	39
II.6.2.2. Operación y mantenimiento.....	39
II.6.3. Alimentación.....	39
II.6.3.1. Preparación del sitio y construcción .....	39
II.6.3.2. Operación y mantenimiento.....	40
II.6.4. Agua.....	40
II.6.4.1 Preparación del sitio y construcción .....	40
II.6.4.2. Operación y mantenimiento.....	40
II.6.5 Combustible y energía.....	41
II.6.5.1 Preparación del sitio y construcción .....	41
II.6.5.2. Operación y mantenimiento.....	41
II.6.6. Materiales.....	41
II.6.7. Equipo y maquinaria .....	42
II.7 Residuos .....	43
II.7.1. Residuos Sólidos .....	43
II.7.1.1. Preparación del sitio y construcción .....	43
II.7.1.1.1. Residuos sólidos domésticos.....	43
II.7.1.1.2. Residuos de excavaciones y despalde.....	43
II.7.1.1.3. Residuos vegetales.....	43
II.7.1.1.4. Residuos reutilizables y reciclables.....	44
II.7.1.1.5. Residuos peligrosos.....	44
II.7.1.2. Operación y mantenimiento.....	44
II.7.2. Residuos Líquidos.....	44
II.7.2.1. Preparación del sitio y construcción .....	44
II.7.2.2 Operación y mantenimiento.....	45
II.7.3. Emisiones a la Atmósfera.....	45
II.7.3.1. Preparación del sitio y construcción .....	45
II.7.3.2. Operación y mantenimiento.....	46

## TABLAS

Tabla II.1 Principales características de los componentes del Proyecto.....	6
Tabla II.2 Coordenadas de las cinco estaciones de poder. ....	18
Tabla II.3 Coordenadas de ubicación de la estación de switcheo. ....	19
Tabla II.4 Coordenadas de las instalaciones auxiliares .....	20
Tabla II.5 Coordenadas de los puntos de inflexión de las vialidades internas. ....	20
Tabla II.6 Coordenadas de los postes de la línea de distribución. ....	21
Tabla II.7 Coordenadas de las dos secciones del camino de acceso que incluye este Proyecto....	21
Tabla II.8 Coordenadas del área para las instalaciones temporales. ....	24
Tabla II.9 Descripción de las instalaciones temporales. ....	24
Tabla II.10 Superficie requerida por el Proyecto .....	26
Tabla II.11 Programa del trabajo.....	28
Tabla II.12 Requerimientos de personal durante la etapa de preparación del sitio y construcción. .....	39
Tabla II.13 Requerimientos de personal durante la etapa de operación y mantenimiento.....	39
Tabla II.14 Requerimientos de agua potable y cruda durante la etapa de preparación del sitio y construcción. ....	40
Tabla II.15 Requerimientos de agua potable y cruda durante la etapa de preparación del sitio y construcción. ....	40
Tabla II.16 Requerimientos de combustible y energía durante la etapa de preparación del sitio y construcción. ....	41
Tabla II.17 Requerimientos de materiales. ....	42
Tabla II.18 Número de viajes que se requerirán para la preparación del sitio y construcción. ....	42
Tabla II.19 Número de equipo que se requerirá para la preparación del sitio y construcción. ....	42

## FIGURAS

Figura II.1 Distribución general de las Áreas del Proyecto.....	8
Figura II.2 Vista de la ubicación de la estación de switcheo, edificio de control, edificio de operación y mantenimiento, tanque de agua, tanque séptico, área de instalaciones temporales, camino de acceso y línea de distribución. ....	9
Figura II.3 Ubicación regional del Proyecto.....	13
Figura II.4 Ubicación local del Proyecto. ....	14
Figura II.5 Ejemplo de una estructura con tracker o motor. ....	16
Figura II.6 Vista esquemática de los módulos fotovoltaicos.....	17
Figura II.7 Ejemplo de las estaciones de poder Ingeteam CON40" equipadas con inversores y transformadores BT/MT.....	18
Figura II.8 Ubicación de la porción del camino de acceso con autorización en materia de impacto ambiental. ....	23
Figura II.9 Distribución general de las superficies requeridas para el Proyecto. ....	27
Figura II.10 Foto ilustrativa de paneles fotovoltaicos. ....	32
Figura II.11 Ejemplo de las vistas de las zanjas. ....	33
Figura II.12 Ejemplo de las vistas de las zanjas. ....	34
Figura II.13 Excavación de la cepa.....	36
Figura II.14 Relleno de la cepa. ....	36

Figura II.15 Montículo de tierra en caso de colocación de postes en banquetas. .... 36  
Figura II.16 Esquema de limpieza de los paneles fotovoltaicos. .... 38

## ANEXOS

- Anexo II.1. Ficha técnica de los módulos fotovoltaicos.
- Anexo II.2. Ficha técnica del tanque séptico prefabricado.
- Anexo II.3. Reciclaje de Panel fotovoltaico.
- Anexo II.4. Funcionamiento de Tecnología Fotovoltaica.
- Anexo II.5. CENACE Estudio Indicativo.
- Anexo II.6. Estudio de Isla de Calor.
- Anexo II.7. Resolutivo de la MIA-P Construcción de Vialidades Internas Progreso HUB.
- Anexo II.8. Oficio INAH.
- Anexo II.9. Diagrama Unifilar.
- Anexo II.10. Solicitud de permiso de instalación marginal aérea para SCT.

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

#### II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación de la radiación solar en energía eléctrica a partir del efecto fotovoltaico de los materiales semiconductores que forman las células solares. El efecto fotovoltaico es la absorción de luz por la materia y la transformación de la energía de la radiación, fotones, en una corriente eléctrica. *La tecnología actual de los paneles no genera reflejos ni islas de calor.* La generación de energía eléctrica fotovoltaica supone la no generación de energía no renovable que emite CO<sub>2</sub>, situando la energía fotovoltaica como una de las más limpias y ecológicas.

El Proyecto consiste en un parque de generación de energía solar fotovoltaica, con una capacidad nominal de 18 MW Corriente Alterna (CA), equivalentes a 19.764 MWp Corriente Directa (CD), con una generación anual estimada de 48,748 MWH / año.

El Proyecto utilizará paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en corriente directa durante el día, la cual será convertida a corriente alterna en media tensión en 34.5 kV. El parque fotovoltaico contará con un sistema de seguidores, los cuales forman parte del sistema de montaje o estructura de los paneles fotovoltaicos, serán horizontales de un eje (norte-sur) con el fin de incrementar la generación eléctrica. El parque estará interconectado a la Subestación Eléctrica San Ignacio 34.5 kV, ubicada a 500 m al sur del parque a través de una línea de distribución de 34.5 kV.

Los principales componentes del Proyecto son los siguientes:

- Módulos fotovoltaicos montados en estructuras con seguidores de un eje horizontal conectados a inversores (DC/AC) y a las estaciones de media tensión.
- Vialidades internas para acceder a los módulos fotovoltaicos y darles mantenimiento periódico.
- Estación de switcheo
- Edificio de control
- Edificio de operación y mantenimiento
- Tanque de agua
- Tanque séptico
- Línea de distribución de 34.5 kV
- Se contempla la realización de modificaciones en la SE San Ignacio que consisten en la construcción de una bahía (1 interruptor) y un alimentador de 34.5 kV para la interconexión de la línea de distribución con la subestación San Ignacio.

Se instalarán aproximadamente 74,880 módulos policristalinos de 335 Watts cada uno y generarán una capacidad de 19.764 MWp en corriente directa. Los módulos serán conectados a 3 inversores modelo INGECON SUN Power Max 1640TL B630 Outdoor (1500 V) de 1640 kVAs y con 2 Inversores modelo INGECON SUN Power Max 1640TL B630 Outdoor (1500 V) de 1640 kVAs, ubicados en cinco estaciones de media tensión.

El parque solar fotovoltaico tendrá una producción anual de 48, 748 MWH/año. Se utilizará el sistema de monitoreo, el cual está basado en un sistema SCADA.

El parque fotovoltaico contará con una cerca perimetral de malla metálica galvanizada, circuito cerrado y sistema contraincendios con el fin de salvaguardar los equipos. Se realizarán las adecuaciones necesarias para el drenaje de agua pluvial a fin de evitar inundaciones y permitir el libre flujo del agua.

**Tabla II.1 Principales características de los componentes del Proyecto.**

Componentes del Proyecto	Características
Módulos fotovoltaicos	74,880 módulos policristalinos JinkoSolar modelo JKM335PP72 de aproximadamente 335 Watts cada uno generando una capacidad de 19.764 MWp en corriente directa. Se anexa ficha técnica de los módulos fotovoltaicos (ver Anexo II.1).
Estructuras de soporte	La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos realizará el movimiento de los paneles con seguimiento horizontal de este a oeste mediante un seguimiento automático, orientados a $\pm 60^\circ$ .
Inversores (DC/AC) y estaciones de media tensión	Se utilizarán estaciones de poder modelo Ingeteam CON40" las cuáles estarán equipadas con los inversores, celdas de media tensión y transformador BT/MT, así como con la infraestructura de comunicación de alta velocidad Ethernet / fibra óptica para la conexión directa con los sistemas de control de planta, monitorización y SCADA.
Estación de switcheo	La estación contendrá las celdas de media tensión de 34,5 kV que protegerán los circuitos de evacuación de los Inversores además de celda de medida y de celda de corte de línea. Adicionalmente se instalará un transformador de servicios auxiliares de 100 kVAs con su correspondiente celda de protección y panel de baja tensión que dará servicio en baja tensión al edificio de control y demás sistemas auxiliares de la planta.
Edificio de control	Ocupará un área de 166.5 m <sup>2</sup> , incluye la sala de control, sala técnica para servidor SCADA, salas multiuso y sanitarios.
Edificio de operación y mantenimiento	Tendrá una superficie de 221.51 m <sup>2</sup> con espacio para almacenaje de partes de repuesto, taller, almacén de residuos peligrosos, así como sanitarios.
Tanque de agua	Con una capacidad de 3000 litros y ocupará una superficie de 19.58 m <sup>2</sup> , estará ubicado en superficie y servirá para abastecer agua potable, la cuál será adquirida en casas comerciales y será transportada a través de pipas.
Tanque séptico	Ocupará una superficie de 15.50 m <sup>2</sup> , consiste en un biodigestor prefabricado para tratar las aguas residuales. El sistema prefabricado tendrá una capacidad de 600 litros (calculada para un promedio de 5 personas) y se colocará parcialmente enterrado. (ver Anexo II.2).
Vialidades internas	Se construirán vialidades internas que darán acceso a las cinco estaciones de poder, las vialidades tendrán un ancho de 3.5 m y en total ocuparán una superficie de 1.92 ha.
Línea de distribución de 34.5 kV	La línea de distribución de 34.5 kV, será de un circuito con una longitud de aproximadamente 864 m de longitud, contará con 19 postes de concreto de 12 m de altura. Partirá desde la estación de switcheo y se conectará a la SE

Componentes del Proyecto	Características
	San Ignacio.
Camino de acceso	El camino de acceso tendrá una longitud total de 516 m X 27 m de ancho y ocupará una superficie total de <b>1.39 ha</b> . Sin embargo, solo <b>0.30 ha</b> se deberán evaluar en materia de impacto ambiental para el presente proyecto toda vez que el resto 1.08 ha ya fueron evaluadas en materia de impacto ambiental en el proyecto “ <i>Construcción de Vialidades Internas Progreso HUB</i> ” el cual fue autorizado en materia de Impacto Ambiental mediante el oficio No. 726.4/UGA-00281/0000603 emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Delegación Federal del Estado de Yucatán.
Instalaciones temporales	Se proyecta la construcción de instalaciones temporales en un área aproximada de 0.05 ha que se ubicarán al oeste del polígono, una vez terminada la etapa de Preparación del Sitio y Construcción serán desmanteladas.

En las siguientes figuras se presenta la distribución de las obras descritas en la tabla anterior.

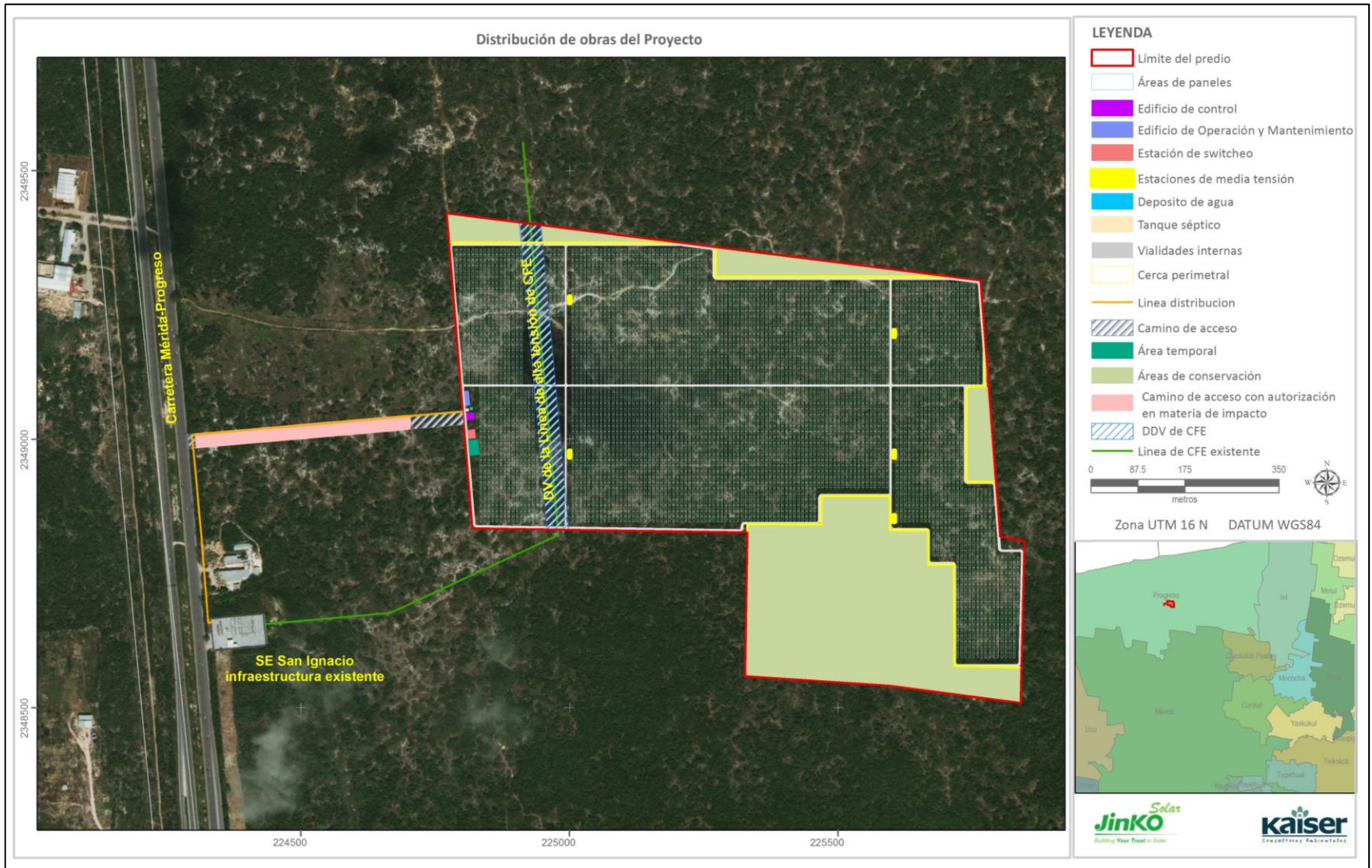


Figura II.1 Distribución general de las Áreas del Proyecto.



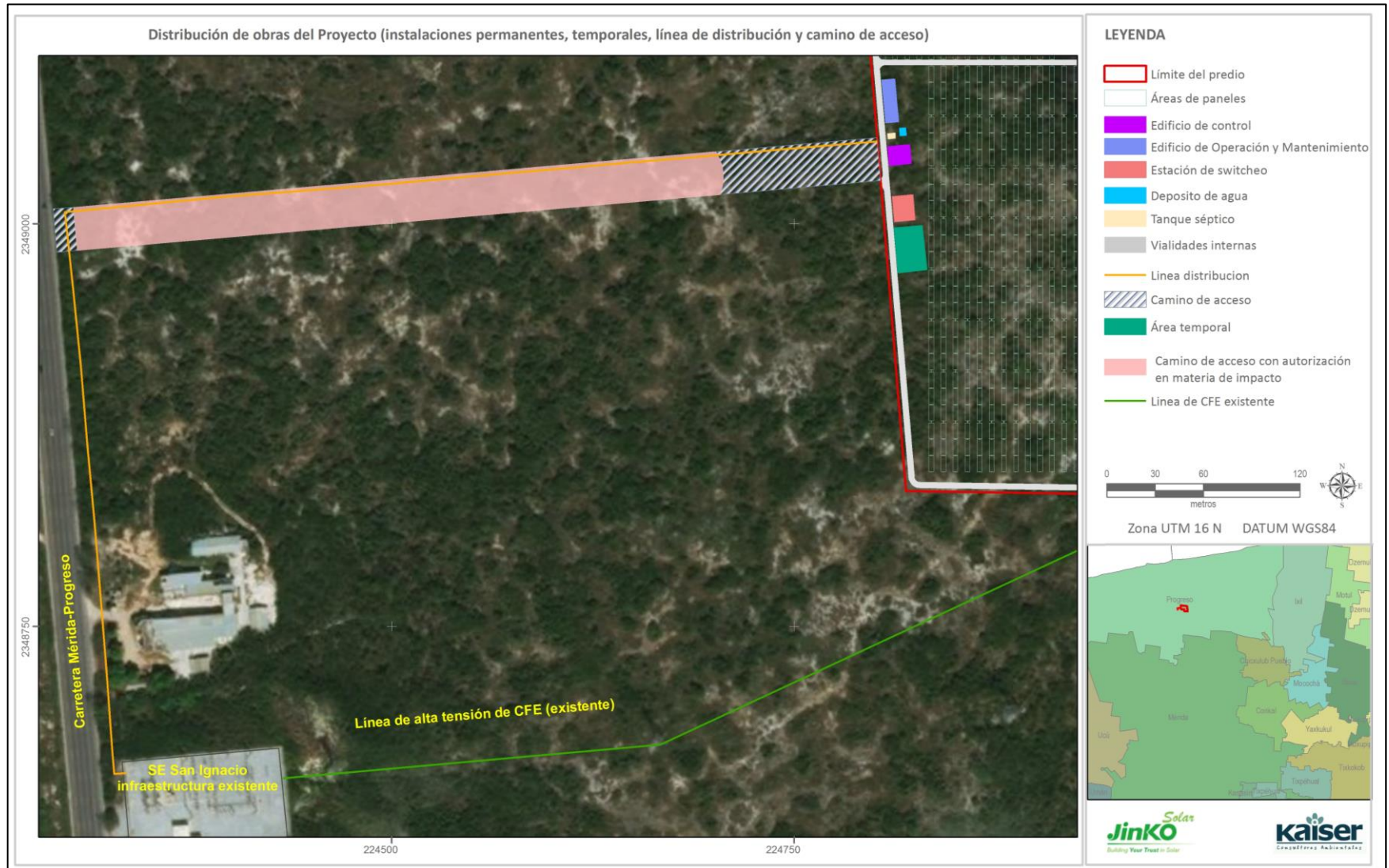


Figura II.2 Vista de la ubicación de la estación de switcheo, edificio de control, edificio de operación y mantenimiento, tanque de agua, tanque séptico, área de instalaciones temporales, camino de acceso y línea de distribución.

## II.1.2. JUSTIFICACIÓN

El principal objetivo del Proyecto sujeto a evaluación en materia de impacto ambiental consiste en la generación y la venta de 48,748 MWh/año, equivalentes a 18 MW de energía solar fotovoltaica, misma que será transformada en energía eléctrica contribuyendo así con el aumento a la capacidad instalada a nivel nacional para la generación de energía eléctrica renovable y coadyuvar a satisfacer la demanda del Sistema Interconectado Peninsular que a su vez pasará al Sistema Eléctrico Nacional.

De conformidad con el Boletín Perspectivas Energéticas editado por el Programa de Energía de El Colegio de México (Numero 1 Mayo - Julio de 2016), en el mes de abril de 2016, el Centro Nacional de Control de Energía CENACE emitió la “Convocatoria de la Primera Subasta Eléctrica de Largo Plazo” (y en el mes de septiembre del mismo año emitió los resultados de la misma), con el objetivo de permitir a la Comisión Federal de Electricidad CFE subastar contratos de suministro de electricidad al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y permitir la competencia entre distintos proveedores de energía. Con las modificaciones constitucionales correspondientes se abrió la participación de capital gubernamental y privado en áreas de generación y comercialización, mientras que el estado mantuvo el control de las redes de transmisión y distribución (Programa de Energía, El Colegio de México, 2016).

La publicación antes señalada añade que, este arreglo representa un cambio en la gestión estratégica del sector, pues implica la transición de un sistema centralizado de planeación basado en la decisión burocrática de inversiones a un esquema más abierto, en donde los proyectos se seleccionan de acuerdo con su rentabilidad económica y competitividad. La primera subasta permitió triplicar la capacidad instalada de energías limpias, lo que reafirmó la viabilidad de este tipo de tecnologías. De las 227 ofertas que recibió el CENACE por parte de 69 participantes, se seleccionaron 18 proyectos de 11 empresas distintas, entre los que se incluye el desarrollo de 11 parques de energía solar fotovoltaica y 5 parques eólicos. La misma SENER añade que como resultado de ello, el país contará para 2018 con 2.085 GW adicionales de estas dos tecnologías, los cuales se añaden a los 2.871 GW actuales. Los resultados favorables de la primera subasta muestran el potencial sobresaliente de las energías renovables en nuestro país (Programa de Energía, El Colegio de México, 2016).

Por último en la misma publicación del Programa de Energía de El Colegio de México se señala que el desarrollo de proyectos energéticos basados en energía renovable tiene el potencial de fomentar el desarrollo regional del país y que en dicho sentido uno de los ejemplos más claros ocurrió en la Península de Yucatán, zona que históricamente ha enfrentado precios elevados que surgen de la brecha entre la demanda de energía y la generación, así como de la ineficiencia de sus plantas generadoras, con lo que se estima que el precio de la energía eléctrica en esa zona del país se reducirá sustancialmente. Lo anterior coadyuvará a atenuar la problemática asociada a la llamada “pobreza energética” que enfrenta dicha zona geográfica por los motivos ya expuestos.

Cabe señalar que la empresa Jinko Solar fue una de las empresas ganadoras de la Primera subasta y en dicho sentido, se presenta el actual proyecto, en coherencia a la Reforma energética y por consecuencia convirtiéndose de interés nacional.

En síntesis, el Proyecto contribuirá con la generación de 48, 748 MWh/año, equivalentes a 18 MW de energía solar fotovoltaica y los correspondientes 48,748 Certificados de Energías Limpias (CEL's), aumentando a la capacidad instalada a nivel nacional para la generación de energía eléctrica renovable y contribuir a satisfacer la demanda del Sistema Interconectado Peninsular que a su vez pasará al Sistema Eléctrico Nacional. Aunado a ello, la generación de energía eléctrica a partir de celdas o paneles solares o fotovoltaicos contribuirá directamente en la disminución de gases de efecto invernadero, como es el caso del CO<sub>2</sub>.

La selección del sitio obedeció principalmente a la disponibilidad del recurso, ya que aunque México a nivel mundial ocupa el 27 lugar con una contribución del orden de tan solo el 0.71% de la energía solar a nivel mundial, es considerado como uno de los cinco países más atractivos en el mundo para inversión en Proyectos de energía solar, sólo detrás de China y Singapur, lo que convierte a nuestro país en una potencia solar. México se localiza en el llamado "cinturón solar" con una radiación superior a 5 kWh por metro cuadrado por día (*Alemán, Casiano, Cárdenas, Díaz, Scarlet, Dallemand & Parra, 2014*).

Adicionalmente a lo mencionado, otras consideraciones relevantes para la selección del sitio, se describen en la siguiente Tabla.

**Tabla II.2. Criterios de selección del sitio.**

Criterios	Descripción
Técnicos	<u>Proximidad y viabilidad de conexión a la red de energía eléctrica:</u> de acuerdo con el estudio realizado por la CENACE (ver Anexo II.5), se concluye que es viable la interconexión del Proyecto a la SE San Ignacio en 34.5 kV ya que no se presentarán sobrecargas en líneas de transmisión, distribución y en elementos de transformación, ni violaciones en los perfiles de tensión en la red de influencia atribuibles a la entrada en operación del Proyecto.
Económicos	El Proyecto contribuirá a satisfacer la demanda del Sistema Interconectado Peninsular que pasará al Sistema Eléctrico Nacional. Además, generará empleos directos e indirectos por la compra de insumos, materiales y servicios en una región donde predomina la marginación alta.
Sociales	El Proyecto será ubicado en terrenos particulares los cuales serán beneficiados por el arrendamiento del terreno. Localmente habrá generación de empleos directos e indirectos principalmente durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción.
Ecológicos	El sitio donde se instalará el Proyecto no se identificó con alguna importancia ecológica como Área Natural Protegida (ANP) federal, estatal o municipal, Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) ni sitios RAMSAR. El área seleccionada se caracteriza por presentar en la mayor parte de la superficie una vegetación secundaria arbustiva y herbácea de selva baja espinosa caducifolia, debido a que anteriormente fue perturbada por las actividades agropecuarias según se observó en los planos de usos del suelo y de vegetación de INEGI, del 2000.
Normativos	La localización del Proyecto considera el cumplimiento de la legislación ambiental y forestal vigente y aplicable, que ha expedido la SEMARNAT, así como de los demás organismos públicos federales, estatales y/o municipales. Cabe destacar que, el Proyecto no se contrapone con ningún ordenamiento ecológico o urbano existente en la región.

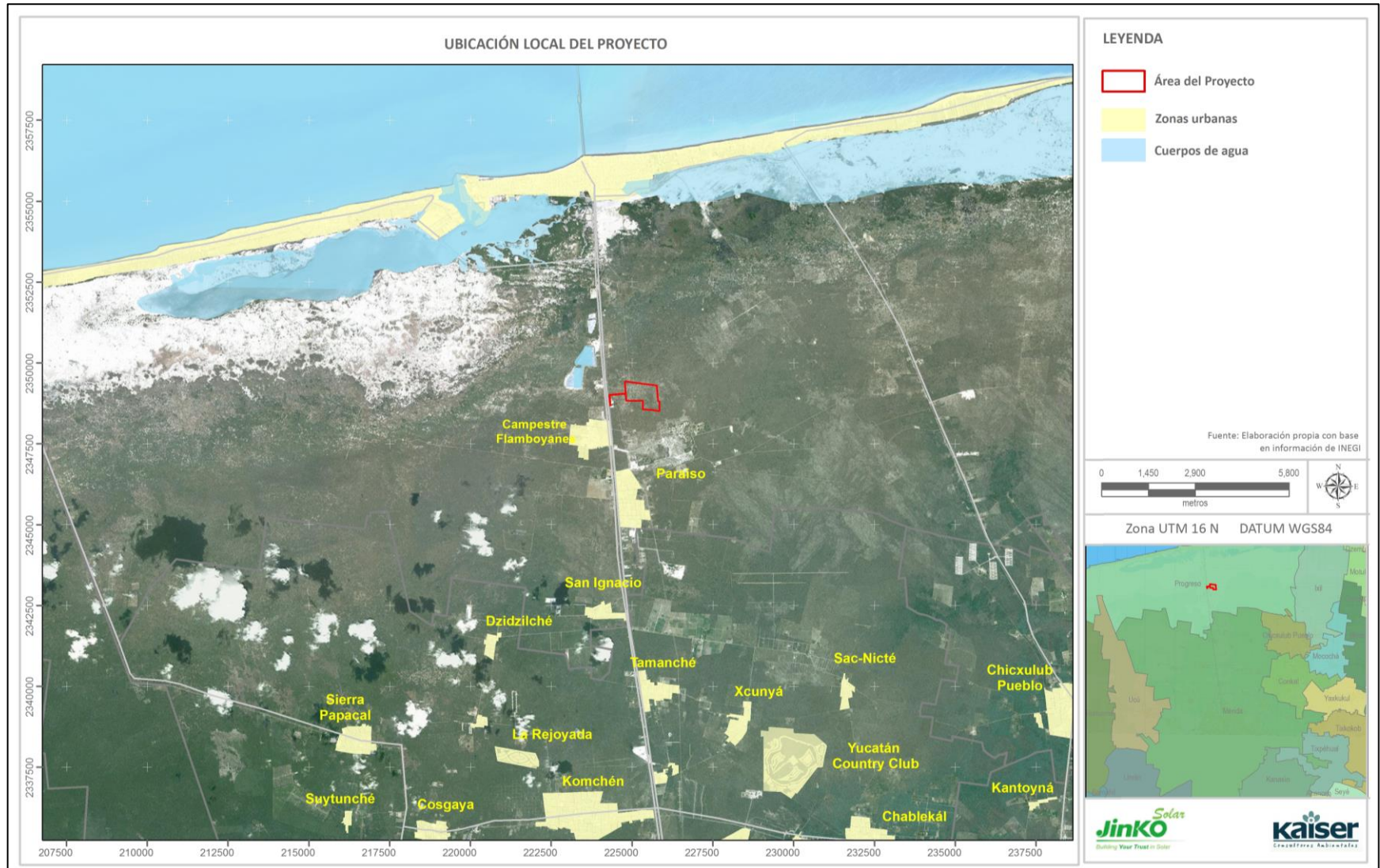
Cabe mencionar que el Proyecto contribuirá con las metas planteadas en el Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018), así como con el Programa Especial contra el Cambio Climático (2014-2018), y con el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables (2014-2018). Adicionalmente, el desarrollo del Proyecto contribuirá directamente en la disminución de gases de efecto invernadero como es el caso del CO<sub>2</sub>.

### **II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN**

El Proyecto se ubicará en el municipio de Progreso en el estado de Yucatán, aproximadamente a 6.5 kilómetros de la localidad de Progreso y a 18 km de la Ciudad de Mérida. En las siguientes figuras se presenta la ubicación regional y local del Proyecto.

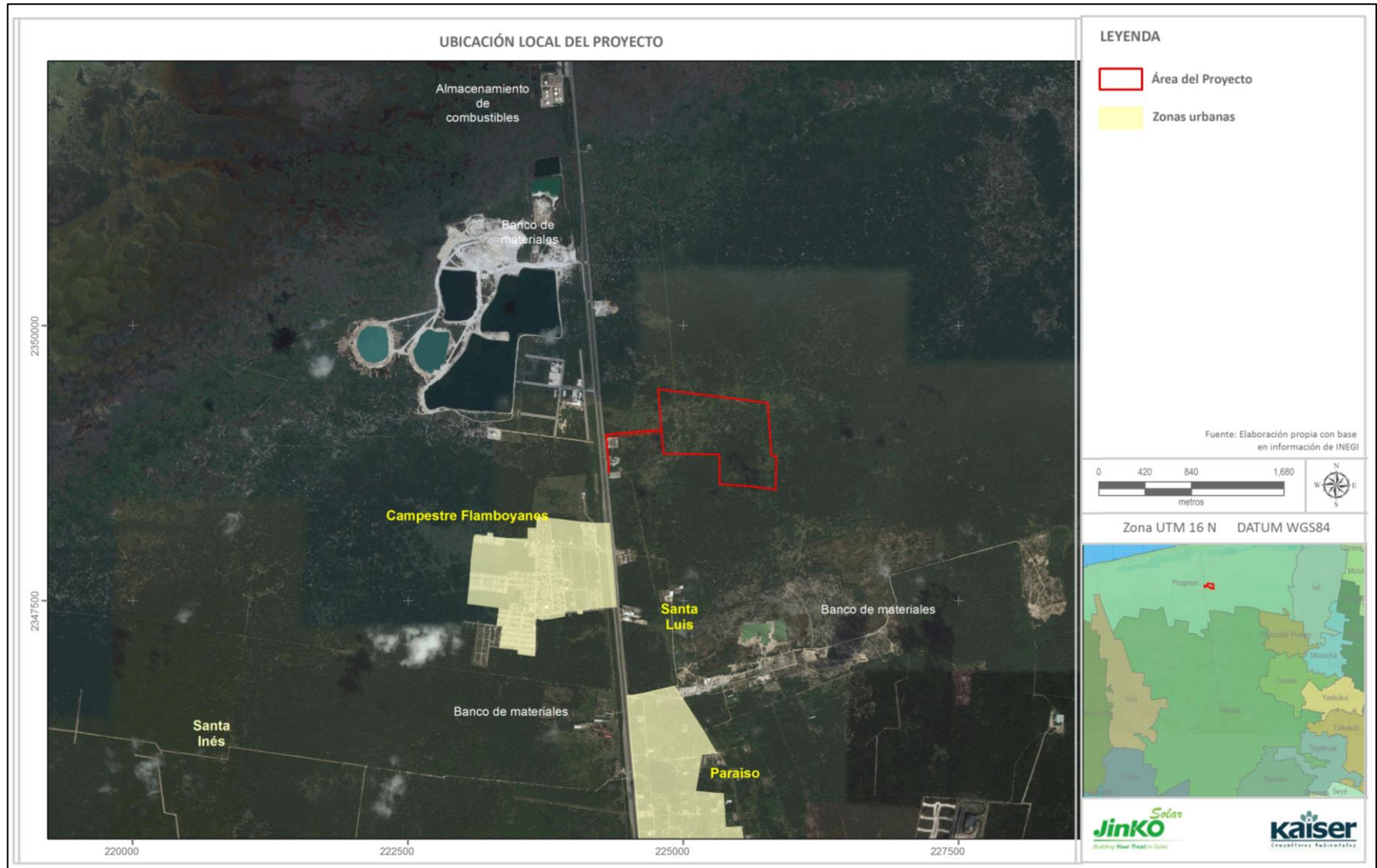
Como se mencionó en el Capítulo I el parque fotovoltaico se desarrollará en tres predios que en conjunto tienen una superficie total de **66.73 ha**, cabe destacar que, en este conjunto de predios, **2.29 ha** corresponden al derecho de vía de una línea de alta tensión de CFE la cual será respetada por el proyecto. El Proyecto se desarrollará en una superficie total de **65.11 ha**.

**II.1.3.1. REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL**



**Figura II.3 Ubicación regional del Proyecto.**

**II.1.3.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL**



**Figura II.4 Ubicación local del Proyecto.**

#### II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA

Para desarrollo del Proyecto se requiere una inversión de:

##### **Inversión aproximada para la construcción del Proyecto**

\$ 34.20 MD USD

(treinta y cuatro millones doscientos mil dólares)

##### **Inversión destina para las medidas de prevención, mitigación y/o compensación**

\$ 154, 595.00 USD

( ciento cincuenta y cuatro mil quinientos noventa y cinco dólares dólares)

## II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

### II.2.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos, captan la luz del día y la convierten en energía eléctrica, fotovoltaico proviene de fotos=luz y voltos=electricidad, cuando agrupamos varios módulos fotovoltaicos, se forma un sistema de energía solar completo, mientras más luz del día reciban los paneles, más electricidad podrán generar. Sin embargo, los paneles solares funcionan también en días nublados. Cabe destacar que estos paneles absorben la luz no la reflejan y no se produce el fenómeno de isla de calor.

Dicho fenómeno de isla de calor o isla de calor urbana, se refieren al gradiente térmico que se observa entre los espacios urbanos y la periferia rural o peri-urbana. Dicho gradiente es favorecido por la densidad poblacional, los tipos de material de construcción comunes y los gases de efecto invernadero<sup>1</sup>.

Por principio de la definición, estrictamente el Proyecto no generará una isla de calor, toda vez que no es una zona urbana y las mínimas edificaciones de concreto que contempla el Proyecto no son suficientes para generar dicho fenómeno. Se anexa estudio referente a las islas de calor (Anexo II.6).

Adicionalmente la forma cualitativa de cómo se convierte la luz en electricidad, es mediante el material de silicio que es un semiconductor, cerca del 90% de las células solares están compuestas de este material. Donde la red cristalina incide una radiación luminosa que en un análisis atómico el comportamiento se caracteriza mediante cuantos de energía<sup>2</sup> por medio de fotones con una energía determinada por su longitud de onda. Lo que significa que un fotón<sup>3</sup> interactúa con un enlace y transfiere su energía a este, y se produce la absorción donde se realiza la conversión de luz en electricidad.

---

<sup>1</sup> Fuente INECC, <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/437/rene.html>, consultado el 3 de octubre de 2016.

<sup>2</sup>Un quantum o cuanto es la menor cantidad de energía que puede transmitirse en cualquier longitud de onda.

<sup>3</sup>Un fotón es una partícula mínima de energía luminosa o de otra energía electromagnética que se produce, se transmite y se absorbe

Para explicar el efecto fotoconductor radica del principio donde un fotón choca con un átomo y libera un electrón, dejando detrás un hueco. Por otra parte, la estructura de la célula solar es el que hace referencia al diseño del que se denomina malla metalizada frontal, donde los conductores metálicos que se han de realizar para extraer la corriente eléctrica de la célula solar, recordando que el silicio es un material absorbente a la luz. La cara frontal de la célula solar, la que recibe la radiación solar, tiene un contacto metálico en forma de rejilla que al mismo tiempo colecta las cargas permitiendo el paso de los fotones al interior del cristal.

Habitualmente la cara iluminada se cubre con una capa de material antirreflectante para aumentar el porcentaje de la energía solar absorbida.

Las colocaciones habituales de las células solares son de azul oscuro mate para evitar que los fotones se reflejen en la superficie. Como las obleas de silicio son bastantes especulares y de color gris metálico claro es necesario aplicar una capa antirreflectiva o también, realizar un ataque químico sobre la superficie que produce una capa compuesta de tetraedros microscópicos.

Por lo que, con la aplicación de cualquiera de estas técnicas, en ocasiones con ambas se consigue minimizar las pérdidas por reflexión hasta cifras despreciables. Actualmente, se están desarrollando otras coloraciones de células para ampliar el catálogo

Siendo que las células fotovoltaicas se agrupan en paneles o módulos, que constituyen la unidad básica de construcción de cualquier sistema fotovoltaico. Donde el panel fotovoltaico está formado por células interconectadas entre sí y selladas con un recubrimiento de vidrio y un respaldo impermeable. El conjunto se completa con una estructura que le da resistencia y rigidez.

Para el Proyecto se contempla la instalación aproximada de 74,880 módulos fotovoltaicos policristalinos JinkoSolar modelo JKM335PP72 de 335 Watts cada uno y generarán una capacidad aproximada de 19.764 MWp en corriente directa.

El máximo aprovechamiento de la energía proveniente de la radiación solar, se realiza cuando los módulos están situados en posición perpendicular a los rayos solares. Para conseguir un alto grado de eficiencia se ha optado por una solución de estructura móvil que permite ir variando la posición de los módulos a lo largo del día para obtener mayores producciones y para ello se dispondrá de un sistema de seguimiento solar horizontal de un solo eje Norte-Sur de  $\pm 60^\circ$ ; que proporcionará un mayor aprovechamiento del recurso solar respecto a una instalación solar con estructura fija.

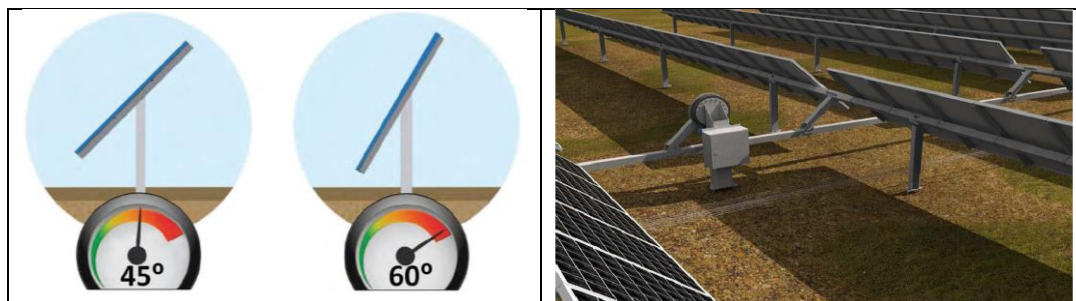


Figura II.5 Ejemplo de una estructura con tracker o motor.



La estructura posee una resistencia al viento de 80 km/h y hasta 126 km/h en posición de seguridad.

Los módulos a su vez cuentan con tecnología que permite que a la altura que se encuentre el *tracker* (parte del sistema de la estructura), pueda moverse basado en la posición de la radiación solar. Se instalará un tracker por cada fila.

Estas estructuras básicas se unirán entre sí formando hileras de longitud continua, donde dicha unión se realiza mecánicamente mediante una pieza de unión específica que se atornillara a los extremos de los perfiles denominados “correas”. De este modo se asegurará la continuidad de la estructura y con una fácil adaptación a los desniveles del terreno.

La longitud de las filas puede variar y la cantidad de módulos colocados dependiendo de las características particulares del sitio, se estima que serán de 30 módulos por fila, se estiman 2,436 filas y la distancia entre filas será de 10 m para evitar sombras y garantizar el acceso para el mantenimiento de los paneles.

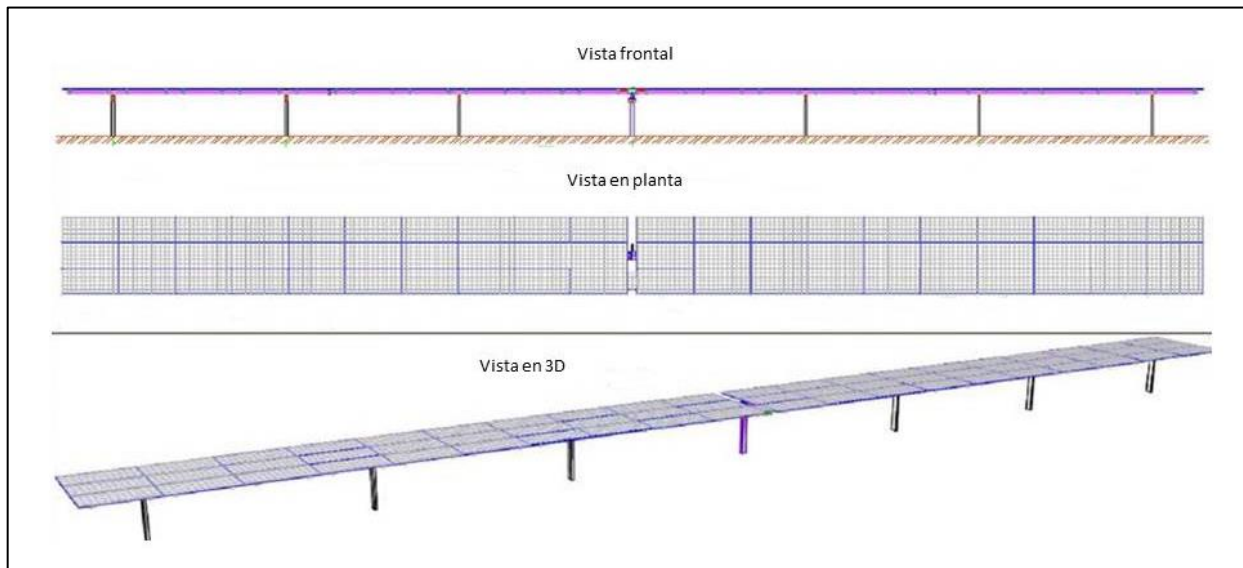


Figura II.6 Vista esquemática de los módulos fotovoltaicos.

La función del inversor es transformar la corriente continua en alterna siguiendo unos parámetros mínimos de calidad. Los módulos fotovoltaicos serán conectados a 3 inversores modelo INGECON SUN Power Max 1640TL B630 Outdoor (1500 V) de 1640 kVAs y con 2 Inversores modelo INGECON SUN Power Max 1640TL B630 Outdoor (1500 V) de 1640 kVAs. A la salida del inversor existirá un sistema de medida bidireccional para medir la generación y el autoconsumo.

Los inversores se conectarán a las estaciones de media tensión para hacer la transformación de BT/MT, estarán unidos en anillo y por un centro de entronque para la posterior evacuación de la energía a la red de distribución de MT. El Proyecto contará con cinco estaciones de poder. Cada estación ocupa una superficie de **29.72 m<sup>2</sup>**.

**Tabla II.2 Coordenadas de las cinco estaciones de poder.**

Punto de inflexión	Coordenadas UTM		Punto de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
<b>Estación 1</b>					
1	224,999.572	2,349,265.830	3	225,002.010	2,349,253.630
2	225,002.010	2,349,265.830	4	224,999.572	2,349,253.630
<b>Estación 2</b>					
1	224,999.572	2,348,977.930	3	225,002.010	2,348,965.740
2	225,002.010	2,348,977.930	4	224,999.572	2,348,965.740
<b>Estación 3</b>					
1	225,605.705	2,349,190.290	3	225,603.267	2,349,202.480
2	225,603.267	2,349,190.290	4	225,605.705	2,349,202.480
<b>Estación 4</b>					
1	225,603.267	2,348,977.930	3	225,605.705	2,348,965.740
2	225,605.705	2,348,977.930	4	225,603.267	2,348,965.740
<b>Estación 5</b>					
1	225,603.267	2,348,858.140	3	225,605.705	2,348,845.950
2	225,605.705	2,348,858.140	4	225,603.267	2,348,845.950

Se utilizarán estaciones de poder modelo Ingeteam CON40" las cuáles estarán equipadas con los inversores, celdas de media tensión y transformador BT/MT, así como con la infraestructura de comunicación de alta velocidad Ethernet / fibra óptica para la conexión directa con los sistemas de control de planta, monitorización y SCADA.



**Figura II.7 Ejemplo de las estaciones de poder Ingeteam CON40" equipadas con inversores y transformadores BT/MT.**

Todo el cableado será subterráneo, se tendrán dos tipos de canalizaciones, uno para canalizaciones de corriente continua (BT) y otra para canalizaciones corriente alterna (MT).

El parque solar contará con todos los elementos de protección necesarios para la protección de las personas y equipos y facilitar las operaciones de mantenimiento. Las protecciones que se incluyen son:

- Protección contra el funcionamiento en isla
- Protección de sobre intensidad
- Protección máxima y mínima tensión
- Protección máxima y mínima frecuencia

- Protección de desfase de ángulo (46)
- Temporizador programable
- Fusibles para Strings
- Protecciones contra sobretensiones en Strings e inversor
- Seccionadores de corriente continua

## II.2.2. ESTACIÓN DE SWITCHEO

La estación contendrá las celdas de media tensión de 34,5 kV que protegerán los circuitos de evacuación de los Inversores además de celda de medida y de celda de corte de línea. Adicionalmente se instalará un transformador de servicios auxiliares de 100 kVAs con su correspondiente celda de protección y panel de baja tensión que dará servicio en baja tensión al edificio de control y demás sistemas auxiliares de la planta.

Se conectará a una línea de distribución de 34.5 kV que a su vez se conectará a la Subestación Eléctrica de San Ignacio.

Tabla II.3 Coordenadas de ubicación de la estación de switcheo.

Punto de inflexión	Coordenadas UTM		Punto de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	224,823.84	2,349,018.04	3	224,812.12	2,349,000.92
2	224,825.27	2,349,002.10	4	224,810.69	2,349,016.86

## II.2.3. INSTALACIONES AUXILIARES

El área de instalaciones auxiliares es de **0.04 ha** que incluye las siguientes instalaciones:

- Edificio de control: ocupará un área de **166.5 m<sup>2</sup>**, incluye la sala de control, sala técnica para servidor SCADA y salas multiuso, sanitarios.
- Edificio de operación y mantenimiento: tendrá una superficie de **221.51 m<sup>2</sup>**, tendrá espacio para almacenaje de partes de repuesto, taller, almacén de residuos peligrosos así como sanitarios.
- Tanque de agua: con una capacidad de 3000 litros y ocupará una superficie de **19.58 m<sup>2</sup>**, estará ubicado en superficie y servirá para abastecer agua potable, la cuál será adquirida en casas comerciales y será transportada a través de pipas.
- Tanque séptico: ocupará una superficie de **15.50 m<sup>2</sup>**, consiste en un biodigestor prefabricado para tratar las aguas residuales, El sistema prefabricado tendrá una capacidad de 600 litros (calculada para un promedio de 5 personas) y se colocará parcialmente enterrado. Los lodos generados serán manejados de acuerdo a la normatividad ambiental vigente y dispuestos en un sitio autorizado. Cumplirá con lo establecido en la NOM-006-CONAGUA-1997.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación de cada una de las instalaciones auxiliares.

**Tabla II.4 Coordenadas de las instalaciones auxiliares.**

Punto de inflexión	Coordenadas		Punto de inflexión	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
<b>Edificio de control</b>					
1	224,807.987	234,9047.930	3	224,822.880	2,349,037.220
2	224,821.806	2,349,049.170	4	224,809.060	2,349,035.980
<b>Edificio de operación y mantenimiento</b>					
1	224,804.279	2,349,089.210	3	224,814.898	2,349,063.200
2	224,812.496	2,349,089.940	4	224,806.681	2,349,062.460
<b>Tanque de agua</b>					
1	224,819.698	2,349054.720	3	224,815.244	2,349,059.190
2	224,815.679	2,349054.360	4	224,819.264	2,349,059.560
<b>Tanque séptico</b>					
1	224,808.225	2,349,052.550	3	224,812.644	2,349,056.240
2	224,812.937	2,349,052.970	4	224,807.932	2,349,055.810

Con el fin de asegurar el buen funcionamiento del Proyecto, se dispondrá de un sistema de seguridad para control, vigilancia y detección de situaciones de alarma el cual estará conectado a un sistema de alarma remota, la cual al activarse personal de la empresa ira al lugar.

#### II.2.4. VIALIDADES INTERNAS

Se construirán vialidades internas que darán acceso a las cinco estaciones de poder, las vialidades tendrán un ancho de **3.5 m** y en total ocuparán una superficie de **1.92 ha**.

**Tabla II.5 Coordenadas de los puntos de inflexión de las vialidades internas.**

Punto de inflexión	Coordenadas		Punto de inflexión	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
1	225771.685	2349103.077	15	225464.345	2348845.266
2	225736.919	2349098.632	16	225323.613	2348842.012
3	225738.348	2348920.355	17	225320.517	2348831.722
4	225206.067	2349362.217	18	224993.253	2348835.979
5	225802.959	2348793.355	19	224825.819	2348838.757
6	225842.647	2348790.339	20	224993.359	2349099.99
7	225836.932	2348580.947	21	224780.0807	2349360.606
8	225719.774	2348580.629	22	224801.4368	2349100.066
9	225712.234	2348767.002	23	225267.8778	2349352.894
10	225671.197	2348771.13	24	225270.5952	2349300.52
11	225668.657	2348830.82	25	225708.3998	2349299.199
12	225599.918	2348834.789	26	225761.1534	2349290.901
13	225790.536	2348895.749	27	225596.7459	2348896.607
14	225467.52	2348894.399	--	--	--

#### II.2.5. LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

La línea de distribución de 34.5 kV, será de un circuito con una longitud total de aproximadamente **864 m**. de longitud, contará con 19 postes de concreto de 12 m de altura. Partirá desde la estación de switcheo y se conectará a la SE San Ignacio.

Cabe señalar que 530 m de longitud de la línea irán por el camino de acceso hasta la carretera federal No. 261 Mérida-Progreso (Anexo II.10), y los 334 m restantes se construirá sobre el derecho de vía de la carretera federal No. 261 Mérida-Progreso. Los puntos de inflexión ubicación de los postes de la línea de distribución se presentan en la Tabla II.6.

**Tabla II.6 Coordenadas de los postes de la línea de distribución.**

No. de poste	Coordenadas		No. de poste	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
1	224,327.637	2,348,658.140	11	224,696.081	2,349,041.972
2	224,326.431	2,348,672.169	12	224,646.618	2,349,037.816
3	224,322.996	2,348,719.683	13	224,596.365	2,349,033.346
4	224,319.699	2,348,760.629	14	224,546.480	2,349,029.114
5	224,315.308	2,348,815.373	15	224,496.446	2,349,024.441
6	224,310.872	2,348,863.336	16	224,446.479	2,349,020.529
7	224,306.862	2,348,911.185	17	224,396.481	2,349,016.784
8	224,302.086	2,348,959.235	18	224,347.072	2,349,011.936
9	224,295.961	2,349,050.468	19	224,297.029	2,349,007.093
10	224,746.058	2,349,046.389	--	--	--

## II.2.6. CAMINO DE ACCESO

El camino de acceso partirá de la carretera federal Mérida-Progreso hasta el parque fotovoltaico, ocupará una superficie total de 1.39 ha, con una longitud de 513 m por 27 m de ancho. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas del camino de acceso.

**Tabla II.7 Coordenadas de las dos secciones del camino de acceso que incluye este Proyecto.**

Punto de inflexión	Coordenadas		Punto de inflexión	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
Sección 1					
1	224801.4597	2349053.417	11	224705.7004	2349032.974
2	224803.6368	2349026.673	12	224705.3671	2349034.865
3	224703.5949	2349017.973	13	224704.9027	2349036.727
4	224704.3095	2349019.741	14	224704.3095	2349038.553
5	224704.9027	2349021.567	15	224703.5905	2349040.332
6	224705.3671	2349023.429	16	224702.7491	2349042.057
7	224705.7004	2349025.32	17	224701.7893	2349043.72
8	224705.901	2349027.229	18	224701.1189	2349044.714
9	224705.968	2349029.147	19	224801.4597	2349053.417
10	224705.901	2349031.065	--	--	--
Sección 2					
1	224304.603	2348983.27	4	224302.255	2349010.12
2	224289.659	2348982.15	5	224304.603	2348983.27
3	224287.216	2349009.04			

Cabe destacar que parte de este camino, 1.08 ha forma parte de las vialidades del proyecto "Construcción de Vialidades Internas Progreso HUB" el cual fue autorizado en materia de Impacto Ambiental mediante el oficio No. 726.4/UGA-00281/0000603, No. de Bitácora 31/MP-0020/11/16, No. de Documento 31D8B-00694/1611 de fecha 14 de marzo de 2017, por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Delegación Federal del Estado de Yucatán este se presenta en el Anexo II.7.

Durante su construcción se cumplirán con las medidas de mitigación planteadas en la MIA-P del Proyecto, así como los Términos y Condicionantes establecido en el oficio No. 726.4/UGA-00281/0000603. El resto del camino de acceso, **0.30 ha** no forman parte de esta autorización, por lo tanto se evalúa en la presente MIA-R.

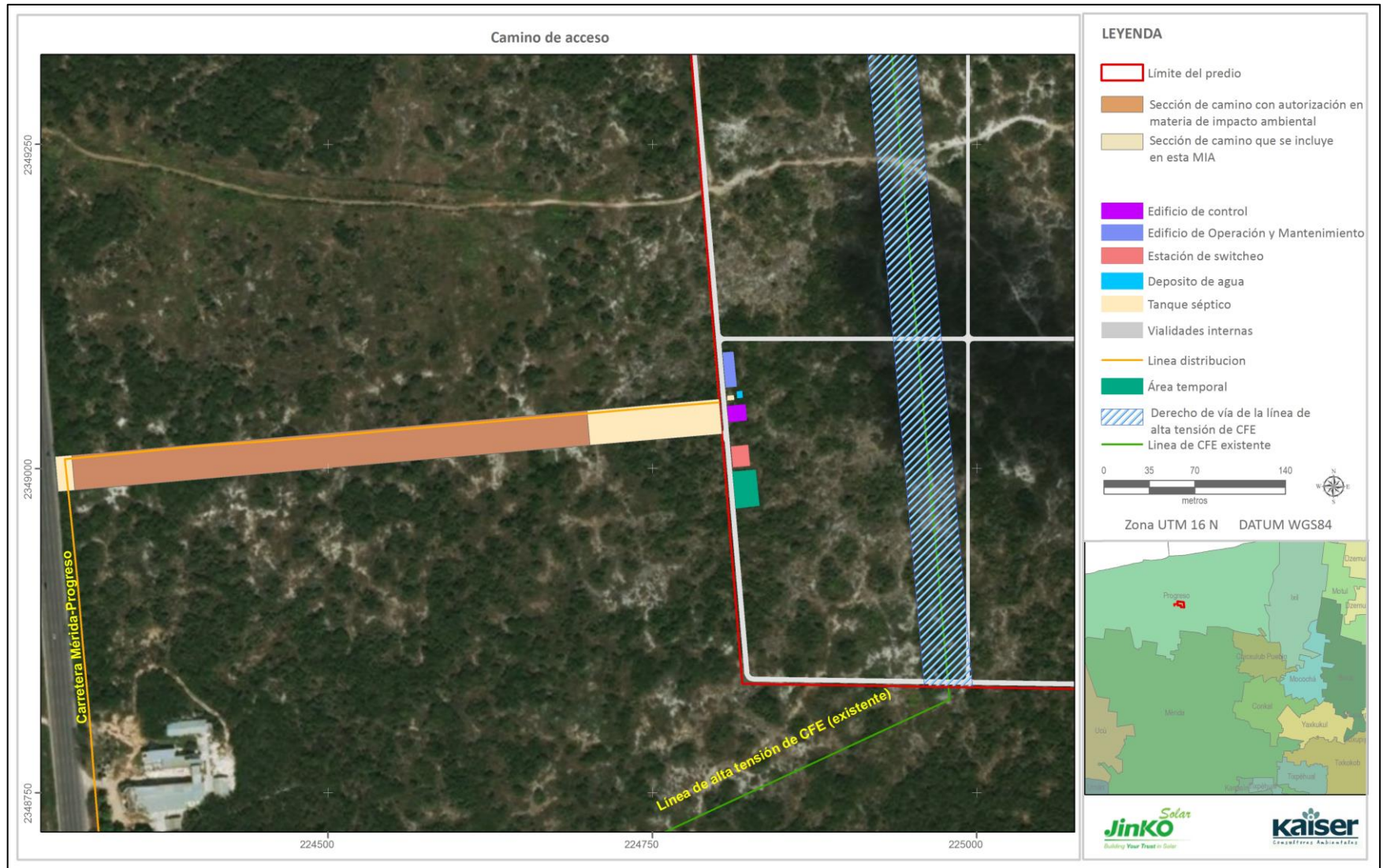


Figura II.8 Ubicación de la porción del camino de acceso con autorización en materia de impacto ambiental.

## II.2.6. INSTALACIONES TEMPORALES

Se proyecta la construcción de instalaciones temporales en un área aproximada de 0.05 ha que se ubicarán al norte del polígono, una vez terminada la etapa de Preparación del Sitio y Construcción serán desmanteladas. Las coordenadas de ubicación del área para las instalaciones temporales se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla II.8 Coordenadas del área para las instalaciones temporales.**

Punto de inflexión	Coordenadas		Punto de inflexión	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
1	224,811.953	2,348,997.296	3	224,832.541	2,348,971.299
2	224,829.557	2,348,998.788	4	224,814.452	2,348,969.173

Las instalaciones temporales incluyen oficinas, área de sanitarios, comedor, estacionamiento, área de acopio, zona de generadores, zona de abastecimiento de combustible y área de almacenamiento de residuos, las cuales se describen en la siguiente tabla:

**Tabla II.9 Descripción de las instalaciones temporales.**

Actividad	Descripción
Oficinas	Las oficinas serán del tipo contenedor y estarán equipadas con servicios higiénicos y agua potable suministrada a través dispensadores de agua purificada, fría y caliente, los que serán provistos por una empresa local debidamente certificada.
Área de sanitarios	En esta área se instalarán sanitarios portátiles y servicios para la higiene de los trabajadores. El suministro de agua se realizará mediante pipas, para lo cual se contará con un tanque de suministro de agua.
Comedor	Se habilitará un área de comedor y cocina para los trabajadores. En esta área se habilitarán dispensadores de agua potable para el consumo de los trabajadores.
Estacionamiento	Será usado para los vehículos utilizados para el transporte del personal y por las camionetas de los contratistas que trabajarán en la fase de construcción. Se habilitará un área para la maquinaria que será utilizada durante la etapa de preparación y construcción, como: excavadoras, cargadores frontales, grúas de descarga, camiones de tolva, compactadoras, hincadoras, etc.
Área de acopio	Esta zona tendrá la función de almacenar temporalmente productos que lleguen en mal estado (paneles, estructuras y componentes en general), los cuales se almacenarán de forma temporal hasta acumular un stock considerable para ser devueltos al proveedor correspondiente.
	Asimismo, se dispondrá de un área que resguarde los insumos y materiales que serán usados durante la construcción. La zona de acopio tendrá un área de descarga que será utilizada sólo en casos de saturación, ya que los materiales a almacenar serán fundamentalmente los paneles fotovoltaicos, los cuales se irán utilizando a medida que se vaya cumpliendo el programa de obras.
Zona de generadores	Donde se ubicarán los generadores de energía eléctrica.
Zona de abastecimiento de combustible	En esta área se instalará un tanque de combustible con capacidad de 5,000 litros. El área será cercada y cumplirá con la normatividad ambiental vigente, contará con señalamiento, sistema de contención de derrames. El tanque de combustible, será visible, al menos a 3 metros de distancia, la identificación del combustible que contiene.



Actividad	Descripción
<p style="text-align: center;">Área de almacenamiento de residuos</p>	<p>Se habilitará un área para el almacenamiento temporal de residuos no peligrosos generados por el Proyecto durante la fase de Construcción. Los materiales se ordenarán y segregarán para su posterior reutilización, reciclaje o disposición final en sitios autorizados de acuerdo a lo establecido a la normatividad vigente.</p> <p>Además, se habilitará un almacén para los residuos peligrosos que serán generados durante la fase de construcción del proyecto, aceites usados, grasas, filtros, baterías, entre otros. El almacenamiento cumplirá con la normatividad ambiental vigente y se contratará una empresa autorizada para su transporte y disposición final en los sitios autorizados.</p>

### II.3. SUPERFICIE REQUERIDA

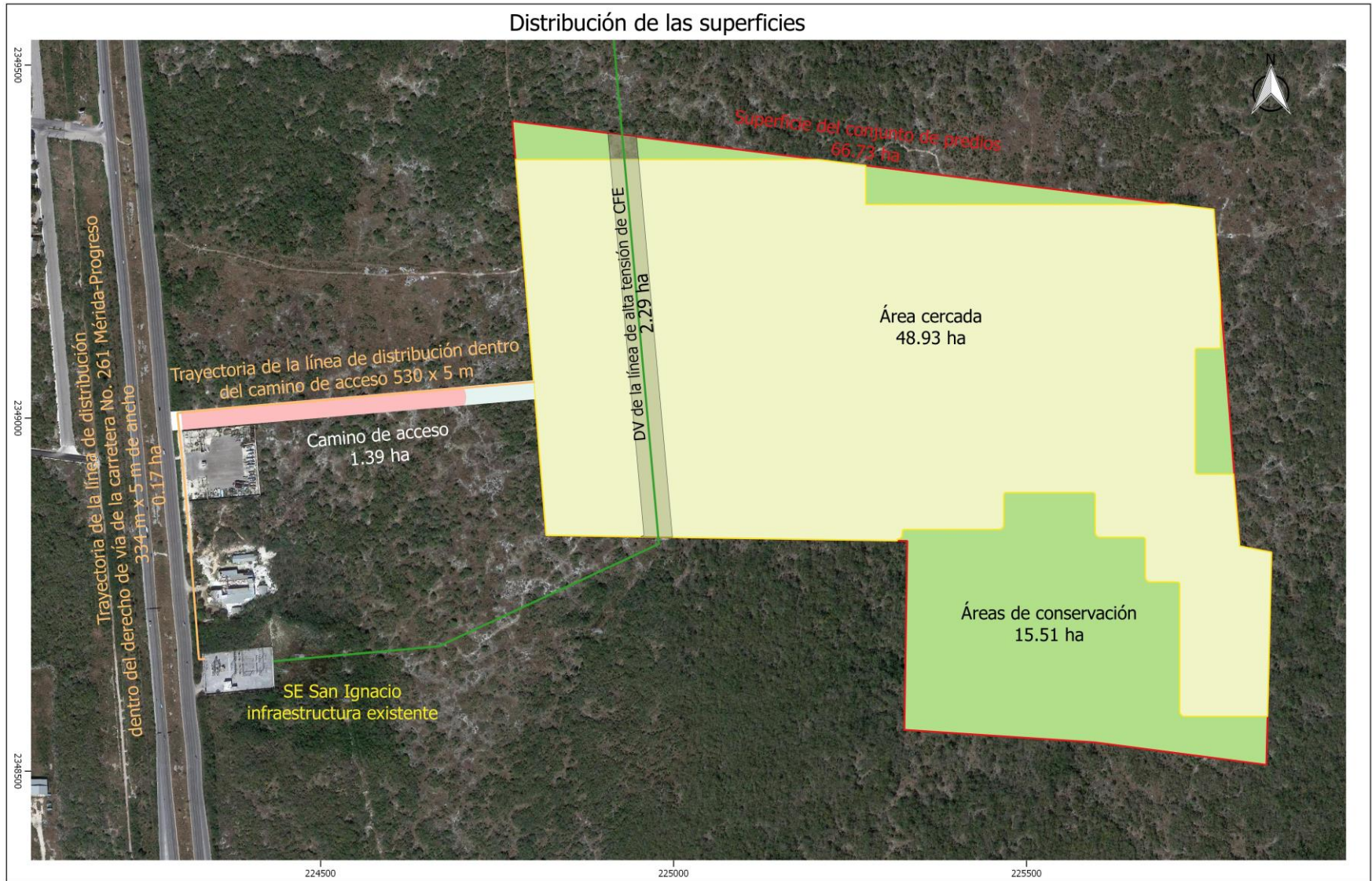
El Proyecto se desarrollará en una superficie total de **65.11 ha**, las cuales corresponden a la siguiente distribución:

- **64.44 ha** donde se construirá y operará el parque fotovoltaico junto con todos sus componentes incluyendo las áreas de conservación;
- **0.30 ha** para la construcción del camino de acceso que forma parte de este proyecto y parte de la línea de distribución que conectará al parque fotovoltaico con la SE San Ignacio,
- **0.20 ha** de la línea de distribución que se construirá sobre el camino de acceso que forma parte de la parte de las vialidades del proyecto “Construcción de Vialidades Internas Progreso HUB” el cual fue autorizado en materia de Impacto Ambiental mediante el oficio No. 726.4/UGA-00281/0000603.
- **0.17 ha** del resto de la línea de distribución que se ubicará en el derecho de vía de la carretera No. 261 Mérida-Progreso.

En la siguiente tabla se presenta el desglose de las superficies requeridas por el proyecto.

**Tabla II.10 Superficie requerida por el Proyecto**

Categoría	Superficie (ha)	Observaciones
Parque fotovoltaico con todos sus componentes	64.44	<p>Incluye <b>48.99 ha</b> que se destinaran para la construcción y operación del parque fotovoltaico con las siguientes instalaciones:</p> <p>Área de montaje de módulos o paneles fotovoltaicos con estaciones de media tensión e inversores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Vialidades internas (que sirven de acceso a las estaciones de poder con inversores y transformadores de BT/MT). <b>(1.92 ha)</b></li> <li>-Estación de switcheo</li> <li>-Edificio de control <b>(166.5 m<sup>2</sup>)</b>,</li> <li>-Edificio de operación y mantenimiento <b>(221.51 m<sup>2</sup>)</b>,</li> <li>-Tanque de agua <b>(19.58 m<sup>2</sup>)</b></li> <li>-Tanque séptico <b>(15.50 m<sup>2</sup>)</b>.</li> </ul> <p>También incluye las áreas para las instalaciones temporales constituidas por oficinas, área de sanitarios, comedor, estacionamiento, área de acopio, zona de generadores, zona de abastecimiento de combustible y área de almacenamiento de residuos. Estas instalaciones serán retiradas una vez que se complete la etapa de preparación del sitio y construcción. (0.05 ha)</p> <p>Estas instalaciones se ubicarán en una zona delimitada con una cerca perimetral para garantizar su seguridad.</p>
		<p>Incluye las áreas de conservación de <b>15.51 ha</b> en donde no se realizará ninguna actividad tanto en las etapas de preparación del sitio como de construcción. No se incluye dentro del área cercada para permitir conectividad de la vegetación con los alrededores.</p>
Camino de acceso	0.30	<p>Incluye únicamente dos secciones del camino de acceso que forman parte de este proyecto, también incluye parte de la línea de distribución (99 m X 5 m) que atravesará las dos secciones del camino de acceso</p> <p>No incluye la fracción del camino de acceso de 1.08 ha que forma parte de las vialidades del proyecto "Construcción de Vialidades Internas Progreso HUB" que cuenta con autorización en materia de impacto ambiental.</p>
Línea de distribución	0.20	Incluye la línea de distribución (401 m X 5 m.) que va sobre la fracción del camino de acceso que forma parte de las vialidades del proyecto "Construcción de Vialidades Internas Progreso HUB" que cuenta con autorización en materia de impacto ambiental.
	0.17	Ocupará el resto de la línea de distribución (334 m X 5m) y que se ubicará sobre el derecho de vía de la carretera No.261 Mérida-Progreso.
Superficie total	65.11	Incluye parque fotovoltaico, camino de acceso y línea de distribución



**Figura II.9 Distribución general de las superficies requeridas para el Proyecto.**

## II.4 PROGRAMA DE TRABAJO

Se estima que se requieren aproximadamente siete meses para concluir con la gestión de todos los permisos y trámites, siete meses para obtención de financiamiento del banco, y la duración de la preparación del sitio y construcción será de dieciséis meses tentativamente, esta etapa dará inició cuando se le dé aviso a la autoridad. **Por lo tanto, se requerirán un total de 30 meses.** A continuación, se presenta el programa general de trabajo.

Tabla II.11 Programa del trabajo.

Actividad	Mes																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Gestión de trámites y permisos	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx																							
Solicitud de financiamiento bancario								xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx																
Trazo y delimitación															xxx	xxx														
Desmote y despilme																xxx	xxx	x	x											
Nivelaciones y excavaciones																x	x	xxx	xxx	xxx	xxx									
Cimentaciones																x	x	xxx	xxx											
Compactación																														
Hincado																xxx	xxx	xxx	xxx											
Montaje de estructuras																	xxx	xxx	xxx	x	x									
Montaje de paneles fotovoltaicos																		xxx	xxx	xxx										
Cableado e instalación de cajas de																			xxx	xxx	xxx	xxx								

Actividad	Mes																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
conexiones																																
Estación de switcheo																					XXXX	XXXX										
Línea de distribución																					XXXX	XXXX	XXXX	XXXX								
Edificaciones																				XXXX	XXXX	XXXX										
Puesta en marcha de los diferentes sistemas eléctricos:																						XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX						
Preparación para conexión a la red																											X	X				
Puesta a prueba del sistema de monitorización																												XXXX	XXXX	XXXX	X	X

## **II.5. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**

### **II.5.1. PREPARACIÓN DEL SITIO**

Las actividades que a continuación se describen se realizarán en todas las áreas en donde se construirán los diferentes componentes proyecto.

#### **II.5.1.1. TRAZO Y DELIMITACIÓN**

El trazo es básicamente la señalización de los vértices del área que se delimitará con una cerca perimetral y donde se construirá el parque solar con todos sus componentes (estación de switcheo, área de módulos fotovoltaicos, instalaciones auxiliares y vialidades internas) así como las instalaciones temporales, además se delimitará el camino de acceso y la línea de distribución que se encuentran fuera del área cercada.

El trazo y delimitación de las diferentes áreas de trabajo se realizará por medio de estacas de madera e hilos o cinta de seguridad.

#### **II.5.1.2. DESMONTE**

Esta actividad consiste en la eliminación de la cubierta vegetal, se hará de forma direccional y se llevará a cabo con maquinaria pesada, por ejemplo con un tractor sobre orugas habilitado con hoja topadora tipo bulldozer. El material producto del desmonte será retirado del sitio y trasladado en camiones de volteo. El material producto del desmonte podrá ser concesionado a instituciones o particulares.

#### **II.5.1.3. DESPALME**

El despálme del terreno consiste en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de las diferentes obras que contempla el Proyecto.

Se recuperará el suelo fértil de las áreas de afectación temporal, se almacenará y protegerá para posteriormente utilizarlo en la restauración de estas áreas.

#### **II.5.1.4. NIVELACIONES Y RELLENOS**

Durante esta actividad se llevará a cabo el relleno y nivelación del terreno de acuerdo a cotas de nivel y dimensiones establecidas en los planos de proyecto. El relleno se realizará con el mismo suelo producto del despálme y con material pétreo procedente de bancos de préstamo autorizados.

#### **II.5.1.5. EXCAVACIONES**

Esta actividad involucra la apertura de excavaciones a cielo abierto donde se alojarán las cimentaciones de las estructuras de soporte de los paneles fotovoltaicos, los equipos y estructuras de la estación de switcheo y las instalaciones auxiliares, así como en las áreas en donde se instalarán los postes de concreto de 12 m de altura para la línea de distribución.

En el caso excepcional de que durante las excavaciones se llegará al nivel freático, se requerirá el bombeo del agua y se descargará con difusores en las inmediaciones del terreno para que vuelva a infiltrarse garantizando previamente que no fue contaminada con grasas y aceites.

El material excavado será nuevamente utilizado en el relleno de las áreas intervenidas, en caso que sobrará material se depositará en los sitios de disposición final autorizados.

#### **II.5.1.6. COMPACTACIÓN**

Mediante este proceso se densifica el suelo aplicando carga con un peso estático o dinámico mediante golpes con un martillo, vibración, rodillos vibratorios, con aplanadoras o rodillos estáticos. La compactación incrementa la resistencia, reduce la deformabilidad y permeabilidad de los materiales.

#### **II.5.2. CONSTRUCCIÓN**

En este apartado se especifican las actividades de construcción del parque solar que se ubicarán dentro del área delimitada con cerca. Incluye la instalación de los paneles fotovoltaicos y demás componentes (inversores, cableado subterráneo, instalaciones eléctricas, etc), vialidades internas, estación de switcheo e instalaciones auxiliares.

También se describen las actividades de construcción de la línea de distribución que se encuentra fuera del área delimitada con cerca.

##### **II.5.2.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**

Para la instalación de los módulos fotovoltaicos se llevarán a cabo las siguientes actividades: hincado de estructuras con cimentación, montaje de los paneles, instalación de inversores y estaciones de media tensión, cableado subterráneo y vialidades internas. A continuación, se describen cada una de las actividades enlistadas.

###### *II.5.2.1.1. MONTAJE DE ESTRUCTURAS*

De acuerdo a los resultados del estudio geotécnico (Anexo IV.1) las estructuras de los paneles se realizarán a través de micropilotes.

El micropilote es un elemento para las cimentaciones, resistente a los esfuerzos de tracción y compresión; está compuesto por un tubo de acero colocado en el interior de un taladro perforado en el terreno y recibido en el mismo mediante una lechada de cemento inyectado. El elemento resistente del pilote es una armadura de forma tubular que se coloca en el taladro con roscado o soldadura de los diferentes tramos.

###### *II.5.2.1.2. MONTAJE DE PANELES*

Los paneles se sujetarán por cuatro puntos, comunes 2 a 2 entre 2 paneles, definiéndose un sistema de sujeción específico para las fijaciones extremas de los paneles situados en los extremos de la parrilla. Se prevé un sistema de fijación alternativo y versátil para adaptarse a posibles cambios de paneles fotovoltaicos, desviaciones, etc., mediante la utilización de pinzas especiales.

La fijación de los paneles situados en los extremos se realizará mediante el empleo de las pinzas de aluminio terminales.



Figura II.10 Foto ilustrativa de paneles fotovoltaicos.

#### II.5.2.1.3. INVERSORES Y ESTACIONES DE MEDIA TENSIÓN

Para la conversión a corriente alterna se utilizarán 3 inversores modelo INGECON SUN Power Max 1640TL B630 Outdoor (1500 V) de 1640 kVAs y con 2 Inversores modelo INGECON SUN Power Max 1640TL B630 Outdoor (1500 V) de 1640 kVAs la electricidad generada se produce a baja tensión, por lo que se requiere elevarla a media tensión, por este motivo es necesario incorporar un transformador en el sistema.

Los inversores y transformadores estarán integrados en las cinco estaciones de poder, previamente se realizarán las cimentaciones, para su instalación.

#### II.5.2.1.4. CABLEADO

Se tendrán dos tipos de cableado: corriente continua (BT) y corriente alterna (MT).

- Cableado corriente continua (BT): los cables de corriente continua desde las cajas de nivel 1 hasta los inversores serán colocados en zanjas y protegidos con tubo flexible corrugado o liso, de sección adecuada en función de la sección del cable y usando un tubo por cada circuito. Se colocarán registros cada 40 - 50 metros como máximo y en los cambios de dirección.
- Cableado corriente alterna (MT): los cables de corriente alternan en media tensión, desde la salida de los transformadores de MT y hasta la conexión del parque, serán soterrados en zanjas y protegidos con tubo flexible corrugado o liso, de sección adecuada en función de la sección del cable y usando un tubo por cada circuito. Se colocarán registros cada 30 - 40 metros como máximo y en los cambios de dirección.



En ambos tipos de canalización, los tubos irán sobre cama de arena de 5 cm y estarán cubiertos con una capa de arena de al menos 10 cm por encima del tubo y envolviéndolos completamente. Se colocará una banda de señalización y protección a 10 cm del nivel definitivo del suelo y a 25 cm del cable. La zanja se terminará de rellenar con tierra de aporte y/o provenientes de las excavaciones realizadas previamente. Las zanjas serán debidamente compactadas.

Los registros, en donde se enlazarán las canalizaciones serán de hormigón o de PVC y sin fondo para facilitar el drenaje y evitar la inundación de la arqueta. Las tapas serán de polipropileno reforzado y de fundición en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos. En el interior de las arquetas se sellarán todos los tubos para evitar el acceso al interior de agua y/o roedores.

Para garantizar la seguridad de las zanjas se realizará lo siguiente:

- Una vez preparada la cama de arena para el apoyo de las tuberías para la conducción, se procede rellenar la zanja hasta 50 cm con material de excavación y una vez finalizado este relleno se colocará una cinta de señalización a fin de prevenir la perforación de la tubería.
- Una vez realizado lo anterior se procede a completar el relleno con el material de excavación y se realizará el compactado.

La canalización para la red de tierra será la misma que la canalización para cableado. Se conectarán a tierra, la estructura de los seguidores, los marcos de los paneles fotovoltaicos, la carcasa de los inversores, así como todas las estructuras metálicas presentes en la instalación. Esta puesta a tierra se realizará mediante cable de cobre desnudo, siguiendo la normativa vigente para este tipo de instalaciones.

Finalmente, se debe recalcar que en esta etapa solo se utilizará el mismo material de la excavación y no otros materiales, tales como cemento. A continuación de muestran algunas imágenes de las zanjas de canalización eléctricas.



Figura II.11 Ejemplo de las vistas de las zanjas.

#### II.5.2.1.5. VIALIDADES INTERNAS

Las vialidades tendrán en promedio un ancho de 3.5 m y ocuparan una superficie de 1.92 ha y serán de terracería diseñados de acuerdo con las normas de ingeniería, servirán para acceder a las estaciones de poder donde se ubicarán los inversores y transformadores de BT/MT.

### II.5.2.2. ESTACIÓN DE SWITCHEO

La estación contendrá las celdas de media tensión de 34,5 kV que protegerán los circuitos de evacuación de los Inversores además de celda de medida y de celda de corte de línea. Adicionalmente se instalará un transformador de servicios auxiliares de 100 kVAs con su correspondiente celda de protección y panel de baja tensión que dará servicio en baja tensión al edificio de control y demás sistemas auxiliares de la planta.

Se conectará a una línea de distribución de 34.5 kV que a su vez se conectará a la Subestación Eléctrica de San Ignacio.

### II.5.2.3. INSTALACIONES AUXILIARES

Para el edificio de control y el edificio de operación y mantenimiento, la cimentación será con zapatas aisladas o losa de cimentación de concreto reforzado, tomando en consideración la mecánica de suelos propia del terreno. Las losas de techo, entrepisos, columnas y trabes serán de concreto reforzado y los muros serán de block.

El tanque de agua tendrá una capacidad de 3, 000 litros y ocupará una superficie de 19.58 m<sup>2</sup>, estará ubicado en superficie y servirá para abastecer agua potable, la cuál será adquirida en casas comerciales y será transportada a través de pipas.

El tanque séptico consistirá en un biodigestor autolimpiable, posee un sistema que permite extraer sólo los lodos o material digerido, su mantenimiento no requiere equipo electromecánico especializado. El biodigestor contará con un "registro de lodos" que recibirá los sólidos que se produzcan, los cuales serán retirados periódicamente para ser dispuestos en sitios autorizados.

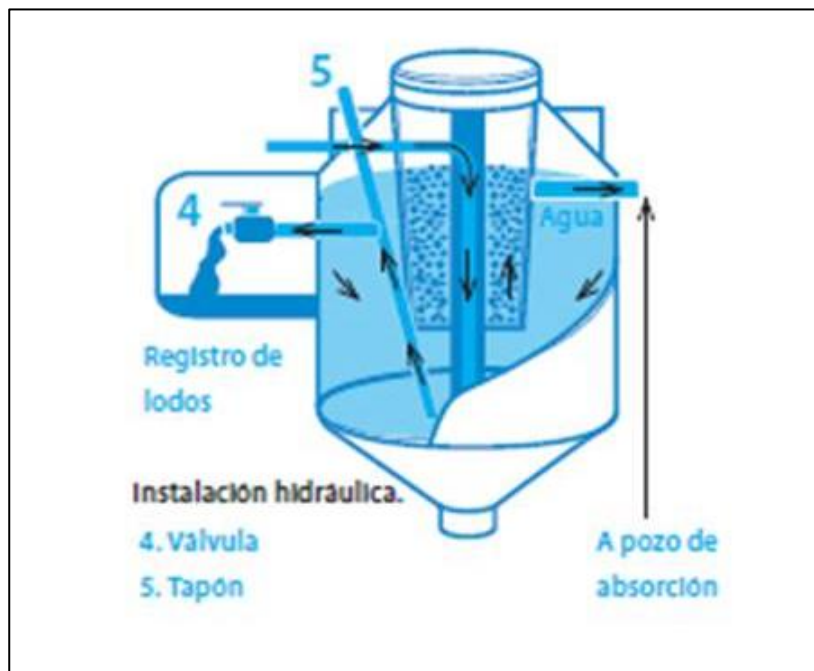


Figura II.12 Ejemplo de las vistas de las zanjas.

Para instalar el biodigestor se hará una excavación de acuerdo a las especificaciones técnicas que se presentan en el Anexo II.2, el biodigestor se colocará con cuidado sin dañar las conexiones asegurando que el tanque esté en posición vertical utilizando un nivel, se alineará la entrada y salida del agua y se verificará que exista al menos 20 cm de espacio libre entre el biodigestor y la pared de la excavación. Se hará el relleno con el material extraído durante la excavación.

Con el fin de asegurar el buen funcionamiento del Proyecto, se dispondrá de un sistema de seguridad para control, vigilancia y detección de situaciones de alarma el cual estará conectado a un sistema de alarma remota y al activarse personal de la empresa ira al lugar.

Se instalará una cerca perimetral de malla metálica galvanizada de 2 metros de altura libre con postes de acero galvanizado en caliente, cada 3 metros, cimentado en zapatas de hormigón de 40 cm de profundidad. Para la puerta de acceso se instalará una puerta de doble lámina de 5 metros de ancho libre, también con rejilla metálica, además de otra hoja para entrada exclusiva de personas.

#### **II.5.2.4. LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN**

Las actividades que se llevarán a cabo para la construcción de la línea de distribución se describen a continuación:

Antes de hacer la cepa se comprobará la existencia de instalaciones de agua, gas, drenaje, cables eléctricos o fibra óptica, para evitar cualquier daño a la infraestructura existente.

Se realizará la excavación para la cepa donde se hincará a cada uno de los postes, esta cepa tendrá como mínimo 50 cm, se verificará que la cepa esté centrada con el eje de la línea.

La profundidad estará determinada por los lineamientos establecidos en la norma 03002 de CFE en función del tipo de terreno.

Se insertará y centrará el poste en la cepa, posteriormente con el material extraído se rellenará la cepa con una capa de 20 cm alrededor del poste y se compactará el material.

Se plomeará el poste y se continuará rellenando la cepa en capas de 20 cm compactando cada una de ellas. Se comprobará la verticalidad del poste.

En lugares en donde no exista banquetta quedará un pequeño montículo de tierra sobre el nivel del piso, aproximadamente de 10 cm alrededor del poste y compactándolo.

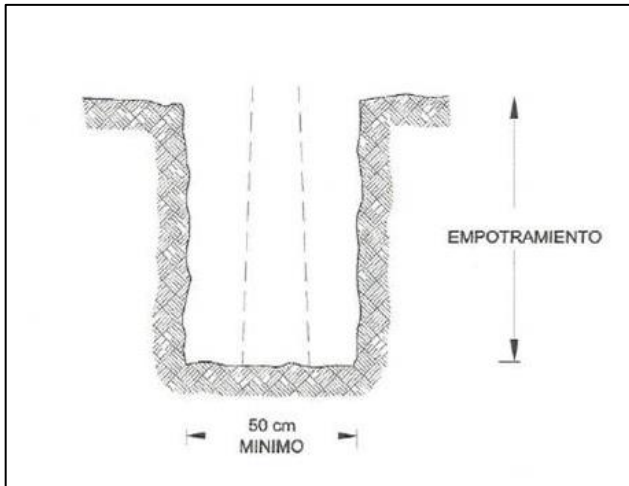


Figura II.13 Excavación de la cepa.

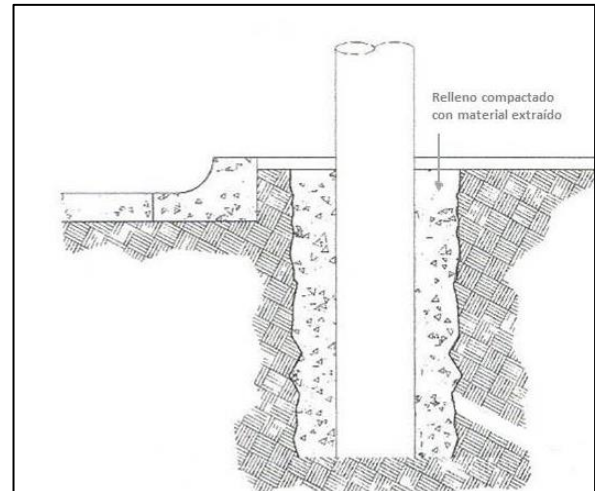


Figura II.14 Relleno de la cepa.

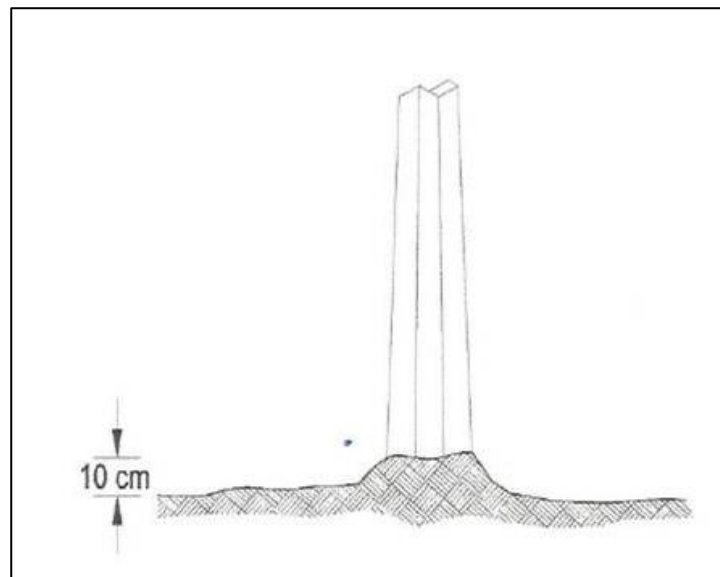


Figura II.15 Montículo de tierra en caso de colocación de postes en banqueta.

En caso de que se use piedra en el empotramiento, se añadirán agregados finos (tierra y arena) para eliminar huecos entre las piedras y mejorar la compactación. En caso de que se trate de un terreno blando el poste se colocará sobre una base de piedra de 30 cm de espesor.

## II.5.3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### II.5.3.1. OPERACIÓN

Durante el día el Parque fotovoltaico Solar San Ignacio, generará energía eléctrica en corriente continua, en una cantidad directamente proporcional a la radiación solar existente, y será convertida en corriente alterna por los inversores primero, después a través de los transformadores y la red de media tensión, Durante la noche los inversores dejarán de inyectar energía a la red y se mantendrá en estado stand-by con el objetivo de minimizar el autoconsumo del parque. La operación de los inversores es totalmente automática.

La fase de operación iniciará una vez que termine la etapa de construcción/instalación y se realice la interconexión de la línea de distribución a la subestación San Ignacio 34.5 kV que transmite la energía a la red nacional.

Durante la etapa de operación del sistema no se considera que haya algún operario físicamente ubicado en la planta solar fotovoltaica, ya que las labores de operación, monitorización y vigilancia se harán de manera remota.

Antes de iniciar la operación se realizarán pruebas para evitar accidentes propios de instalaciones que trabajan con corriente continua y también para asegurar que:

- No se dañen los equipos
- Comprobar que se cumplen los valores operativos garantizados por el contratista

Las pruebas consisten en lo siguiente:

- Terminación mecánica: donde se comprueba, de forma previa a la conexión del parque que todos los equipos se han instalado correctamente y que los diferentes sistemas se han instalado de acuerdo a las especificaciones de proyecto, haciendo especial hincapié en los sistemas de protección, además se hacen diferentes comprobaciones y medidas de tierras, aislamiento, polaridad, etc.
- Procedimiento de puesta en marcha: consiste en el protocolo de actuación para llevar a cabo la progresiva conexión y puesta en servicio de los diferentes sistemas y equipos.
- Pruebas de rendimiento: a efectuar durante un periodo no inferior a 3 días, durante la cual se comprobarán entre otros, el rendimiento del campo generador, la potencia instalada, el rendimiento de los inversores y el funcionamiento normal de todos los sistemas y equipos ante diferentes registros de irradiancia y temperatura.
- Pruebas de funcionamiento anuales: al final de un periodo estacional, se realizará nuevamente una inspección para comprobar el estado del parque (mantenimiento) y se realizará un cómputo del rendimiento realmente logrado por el parque en el periodo a través de los registros en contadores y en los equipos meteorológicos.

### II.5.3.2. MANTENIMIENTO

Se realizarán las labores de mantenimiento del parque solar fotovoltaico, que consisten en limpieza de los paneles solares y una inspección visual de las instalaciones.

El lavado de los paneles se requiere para eliminar el polvo que se va depositando en los mismos, esta actividad se realizará una o dos veces al año, de acuerdo a las necesidades. Las cantidades de agua a utilizar son menores, se requiere alrededor de 0.9 litros por panel por evento.

La instalación y montaje de los módulos contemplan un modo de limpieza llamada "F2F" (cara a cara), lo que permite la separación de las filas de los trackers para ser colocado cara a cara, como se muestra en la siguiente figura. Este tipo de limpieza puede realizarse de forma más rápida y eficiente, por lo que no se requerirán grandes volúmenes de agua desionizada, la cual será adquirida de casas comerciales.



Figura II.16 Esquema de limpieza de los paneles fotovoltaicos.

El agua producto del lavado de los paneles es agua mezclada con restos de polvo, semejante a la que se genera con agua lluvia sobre cualquier superficie expuesta a partículas de polvo, como, por ejemplo, el techo de una casa, por lo que no requieren un manejo especial y su disposición será sobre el terreno que rodea a cada seguidor.

Por otra parte, se realizarán las podas de los árboles ubicados sobre el derecho de vía, cuando estos interfieran y pongan en riesgo la operación segura de la línea. Se harán inspecciones periódicas para verificar que todos los elementos que conforman la línea de distribución (conexiones, sistema de tierra, hilo conductor, etc) se encuentren en condiciones óptimas y en caso contrario proceder a su sustitución.

#### II.5.4. DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES

El Proyecto está considerado para operar por un periodo de 30 años, sin embargo, como se puede seguir utilizando la misma infraestructura para adaptar las nuevas tecnologías en un futuro y gracias al mantenimiento permanente, la vida del parque podría prolongarse.

No obstante, cuando la vida útil del Proyecto termine por cualquier circunstancia, se procederá al desmantelamiento siguiendo, al menos, los siguientes pasos:

1. Desconexión de la red
2. Desmantelamiento de los paneles solares
3. Desmantelamiento de las instalaciones eléctricas
4. Restauración del terreno

En su momento se elaborará un programa detallado de desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

## II.6. REQUERIMIENTOS DE PERSONAL, INSUMOS, MATERIALES, EQUIPO Y MAQUINARIA

### II.6.1. PERSONAL

#### II.6.1.1. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Durante la preparación del sitio y construcción se requerirá la contratación de 233 trabajadores, durante las 44 semanas que dura esta etapa. En la siguiente tabla se desglosa en número de empleos por especialidad.

**Tabla II.12 Requerimientos de personal durante la etapa de preparación del sitio y construcción.**

Especialidad	Máximo número de empleos	Especialidad	Máximo número de empleos
Dirección de obra	5	Albañiles	17
Electricistas	100	Ayudantes de construcción	7
Mecánicos	66	Conductores	9
Encargados de obra	4	Operadores de equipos portátiles livianos y pesados	25

#### II.6.1.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se requerirá la contratación permanente de 8 trabajadores durante la etapa de operación del Proyecto, además se contratarán otras 6 personas de forma temporal para algunos trabajos de mantenimiento.

**Tabla II.13 Requerimientos de personal durante la etapa de operación y mantenimiento.**

Especialidad	Máximo número de empleos	Especialidad	Máximo número de empleos
Personal de vigilancia	2	Gestor social	1
Supervisores remotos	2	Mantenimiento preventivo	3

### II.6.2. HOSPEDAJE

#### II.6.2.1. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

La mayor parte del personal que se contrate será preferentemente de las localidades más cercanas, cuando por las necesidades del tipo de actividad se requiera de personal calificado (topógrafos, ingenieros, etc.) en la región existen los servicios de hospedaje ya que el Proyecto se encuentra a menos de 20 km de la Ciudad de Mérida y a 7 km de la Ciudad de Progreso.

#### II.6.2.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Durante la operación y mantenimiento no se requerirán servicios de hospedaje ya que la mayor parte de los trabajadores serán de las localidades cercanas. En caso de requerirse las ciudades de Mérida y Progreso, cuentan con servicios de hospedaje.

### II.6.3. ALIMENTACIÓN

#### II.6.3.1. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Se instalará un comedor que dará servicio a los trabajadores durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

### II.6.3.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

En la etapa de operación y mantenimiento, se tiene contemplada un área de comedor dentro del edificio de oficinas y servicios.

### II.6.4. AGUA

#### II.6.4.1 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

El Proyecto no aprovechará agua subterránea, se utilizará agua purificada de garrafón para el consumo del personal, la cual se adquirirá en establecimientos comerciales. El consumo se estima de 3 litros por individuo en una jornada de ocho horas, por lo que la cantidad total requerida estará en función del número de trabajadores.

Para la adquisición de agua cruda para la construcción del proyecto se realizará la contratación del servicio de provisión y transportación de este insumo. El agua sería transportada al área de construcción en camiones pipa y se obtendría de los sitios que cuenten con la concesión de aprovechamiento correspondiente, o bien, de lugares que las autoridades municipales indicasen, previa consulta.

**Tabla II.14 Requerimientos de agua potable y cruda durante la etapa de preparación del sitio y construcción.**

Etapa	Agua	Consumo ordinario		Observaciones
		Volumen mensual	Origen	
Preparación del sitio y construcción	Cruda o tratada	350 m <sup>3</sup> por mes	Contratación del servicio de provisión y transportación a empresas que cuenten con la concesión o bien de lugares que la autoridad municipal indique.	--
	Potable	10,208 litros por día	Agua purificada de garrafón adquirida en establecimientos comerciales.	Estimando 3 litros por trabajador, en total se consideran 233 empleados por 44 semanas que es el periodo que dura esta etapa.
		250 litros por día	Agua potable para uso de los trabajadores, suministrada por pipas y almacenada en tanques de 2,000 litros.	Preparación de alimentos y aseo del personal

#### II.6.4.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para la Operación y Mantenimiento se requerirá agua para el consumo de los trabajadores, además se requerirá de agua desionizada para la limpieza de los paneles. En la siguiente tabla se especifican los volúmenes requeridos para la operación y mantenimiento del Proyecto.

**Tabla II.15 Requerimientos de agua potable y cruda durante la etapa de preparación del sitio y construcción.**

Etapa	Agua	Consumo ordinario		Observaciones
		Volumen	Origen	



Etapa	Agua	Consumo ordinario		Observaciones
		Volumen	Origen	
Operación y mantenimiento	Cruda	N/A	-----	No se requiere
	Potable	litros	Agua purificada de garrafón adquirida en establecimientos comerciales.	3 litros por persona en una jornada de 8 horas
	Agua desionizada, sin detergentes ni aditivos	0.9 litros por panel	Suministrada por medio de pipas por empresas autorizadas o bien, de lugares que las autoridades municipales indiquen.	Este volumen se utilizará cada vez que se lleve a cabo la limpieza de los paneles. Se almacenará en tanques de 200 litros.

## II.6.5 COMBUSTIBLE Y ENERGÍA

### II.6.5.1 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Se prevé la instalación de un tanque de combustible de acero, para abastecer de combustible para el consumo de los vehículos y maquinaria que se utilicen durante las actividades de Preparación del Sitio y Construcción del Proyecto.

**Tabla II.16 Requerimientos de combustible y energía durante la etapa de preparación del sitio y construcción.**

Concepto	Consumo ordinario		Observaciones
	Volumen	Origen	
Diesel	Consumo total aproximado: 100 m <sup>3</sup> .	Adquiridos en las gasolineras más cercanas al proyecto	Se prevé la instalación de un tanque de combustible para almacenar diésel. El tanque se ubicará en una zona cercada, con señalización apropiada y con un sistema de contención de derrames. En el tanque se identificará claramente, al menos desde 3 metros de distancia, el combustible que contiene.
Energía	Un generador de 50 kW de potencia de 15 horas semanalmente.	Se contratará un proveedor local.	Mediante fuentes de generadores portátiles.

### II.6.5.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El combustible para consumo de los vehículos y maquinaria que se utilicen durante las actividades de Operación y Mantenimiento del Proyecto, se adquirirá de las gasolineras más cercanas a las áreas de trabajo, realizando la carga directa a los vehículos, evitando así almacenarlo.

La energía eléctrica requerida para la operación y mantenimiento será de autoabastecimiento.

## II.6.6. MATERIALES

Para la ejecución del Proyecto se requiere el material que se enlista en la siguiente tabla.

**Tabla II.17 Requerimientos de materiales.**

Concepto	Unidad/mes	Total	Concepto	Unidad/mes	Total
Módulos fotovoltaicos	pza	74,880	Estaciones de poder	pza	5
Sistemas de montaje	pza	74,880	Inversores	pza	14
Cemento gris	Toneladas	80	Block	Millar	10
Grava	M3	260	Material de banco para relleno y terracerías	M3	2,500
Arena	M3	325.	Varilla	Toneladas	150

No se considera necesaria la apertura de nuevos bancos de material pétreo para obtener el material de préstamo que pueda requerirse para la construcción del Proyecto, por lo que para la ejecución de las obras se obtendrán de casas comerciales debidamente establecidas y con las autorizaciones correspondientes.

### II.6.7. EQUIPO Y MAQUINARIA

Durante la Preparación del Sitio y Construcción se requerirá del transporte de los módulos fotovoltaicos, estructuras, inversores, equipo y materiales. En la siguiente tabla se presenta el listado de viajes por camiones requeridos, el periodo que se van a utilizar y el número de viajes por camiones que transitarán por mes.

**Tabla II.18 Número de viajes que se requerirán para la preparación del sitio y construcción.**

Concepto	Total viajes/camión	Número de semanas que se van a utilizar	No de viajes/camiones por mes
Camiones de transporte de maquinaria	10	1	10
Camiones de carga pesada	160	4	56
Camiones de transporte desbroce	416	4	146
Camiones de carga pesada	160	9	25
Camiones de transporte de módulos	512	3	239
Camiones de transporte de inversores	10	2	10
Camiones de transporte de estructura	96	4	34
Camiones de transporte de cableado y varios	64	5	18
Camiones pipa de agua (potable, cruda y/o tratada)	16	11	2
Camiones de transporte de concreto	75	9	12
Camiones de transporte de maquinaria	22	2	15

En la siguiente tabla se presenta el listado de equipo y maquinaria que se utilizará durante la etapa de preparación de sitio y construcción del Proyecto.

**Tabla II.19 Número de equipo que se requerirá para la preparación del sitio y construcción.**

Concepto	Total	Concepto	Total
Hincadoras hidráulicas	5	Vibradores	3
Retroexcavadoras	3	Tractores sobre llantas / orugas	2

Concepto	Total	Concepto	Total
Traccionadoras	2	Manipuladores telescópicos	3
Plantas soldadoras	2	Tractores con remolque	3
Cortadores manuales	3	Cargadoras de cuatro ruedas directrices	5
Compresores de aire 250 psi	3	Moto conformadoras	1
Camiones de carga pesada	3	Desbrozadora industrial	3
Camiones de transporte de cableado y varios	2	Moto conformadoras	2
Camiones de transporte de equipos	1	Vibro	1

## II.7 RESIDUOS

### II.7.1. RESIDUOS SÓLIDOS

#### II.7.1.1. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

En general, durante la construcción, operación y mantenimiento del Proyecto, se generarán residuos sólidos no peligrosos, los cuales se pueden agrupar de la siguiente forma: residuos sólidos domésticos, residuos de excavaciones y despalme, residuos vegetales, residuos reutilizables y reciclables.

##### II.7.1.1.1. RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

Los residuos sólidos domésticos serán colocados en contenedores provistos de una tapa, los cuales serán colocados en forma visible y estratégica, en los lugares de generación y llevados a los almacenes, en donde serán separados en categorías (papel, plástico, metal, vidrio y materia orgánica). Se estima un máximo de 349.5 kg al mes, dependerá del número de trabajadores.

Éstos contenedores serán almacenados temporalmente para su posterior disposición final. Se estima que se generan aproximadamente 1.5 kg por trabajador, considerando 233 trabajadores se generaran 349.5 kg por día de residuos sólidos domésticos.

##### II.7.1.1.2. RESIDUOS DE EXCAVACIONES Y DESPALME

No se espera que se generen residuos por excavaciones y despalme ya que será utilizado para las nivelaciones y el relleno posterior de las excavaciones o en su caso para la restauración de las áreas de afectación temporal. Si llegan a existir sobrantes, se contratará a una empresa autorizada para que realicen el traslado y la disposición final en sitios autorizados.

##### II.7.1.1.3. RESIDUOS VEGETALES

Los residuos vegetales que sean generados como resultado de la realización del desmonte de vegetación inherente a la ejecución del proyecto serán trozados y se enviarán fuera del área de generación, para su disposición final en sitios autorizado.

En el caso de trozas (troncos y ramas mayores) de madera aprovechable (medida mínima: 1.20 m de longitud y 10 cm de diámetro sin incluir corteza), se hará la concesión correspondiente para su aprovechamiento por parte del dueño del predio, asociaciones o a personas de las localidades cercanas. El volumen estimado de residuos vegetales es de 1,107. 55 m<sup>3</sup>.

#### *II.7.1.1.4. RESIDUOS REUTILIZABLES Y RECICLABLES*

Los residuos sólidos reutilizables y reciclables como: papel, plástico, latas de aluminio, vidrio, metal y madera, serán separados de acuerdo a su tipo de material y al uso que se les haya dado y depositados donde indiquen las autoridades de los centros de población.

Una vez identificados y separados los residuos sólidos no peligrosos, se verificará que los que no sean reutilizados y/o reciclados se dispongan finalmente en los sitios que designen las autoridades municipales.

#### *II.7.1.1.5. RESIDUOS PELIGROSOS*

Como residuos sólidos peligrosos se consideran los aceites que accidentalmente pueden ser derramados por la maquinaria y vehículos utilizados durante la construcción, los envases y estopas impregnadas con esmaltes, solventes, pinturas y grasas, así como acumuladores y baterías inservibles.

Para el manejo en general de los residuos sólidos peligrosos, se efectuarán acciones encaminadas a la sensibilización del personal contratado y se capacitará a dicho personal respecto a la manera de cómo deben colectarse, separarse y disponerse.

Para el manejo de los aceites se consideran como medidas preventivas para evitar derrames las siguientes: utilizar únicamente vehículos y maquinas en buen estado, verificar durante la ejecución de la obra el mantenimiento de los mismos y evitar realizar este mantenimiento dentro del área considerada para el derecho de vía de las líneas y fuera del predio de la subestación.

En caso de que ocurra algún derrame accidental dentro del área de construcción se procederá al retiro del material vegetal y/o suelo contaminado, para lo que será necesario excavar hasta la profundidad afectada y posteriormente se rellenarán los sitios con el tipo suelo predominante en la zona y libre de contaminantes. Tanto la tierra impregnada con el aceite derramado, como todos los demás residuos sólidos peligrosos, se almacenarán temporalmente para disponerlos de acuerdo a lo especificado en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos y demás normativa aplicable.

#### *II.7.1.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO*

Durante la operación y mantenimiento se generarán residuos sólidos por la estancia de los trabajadores, que se estima será de 128 kg mensuales.

## **II.7.2. RESIDUOS LÍQUIDOS**

### **II.7.2.1. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**

Los únicos líquidos residuales son los generados por los servicios sanitarios, estos servicios serán rentados a empresas especializadas y autorizados, las cuales se encargarán tanto de la limpieza de como del manejo y disposición final de los residuales. Se estima que se generarán aproximadamente 300 litros de aguas residuales por mes y variará en función del número de trabajadores.

Adicionalmente se estima que se generarán 0.2 m<sup>3</sup> diario de aguas residuales producto de las áreas de limpieza en el comedor. Estas aguas serán canalizadas a un depósito y se contratará a una empresa autorizada para su manejo y disposición final.

### **II.7.2.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

El lavado de los paneles, se requiere para eliminar el polvo que se va depositando en los mismos y que se encuentra en suspensión en el aire, esta actividad se realizará una vez al año, a fines de la primavera, mediante aplicación por aspersión con agua desionizada, sin detergentes ni aditivos. Se utilizarán anualmente alrededor de 0.9 litros por panel.

El agua residual del lavado de los paneles, es agua mezclada con estos restos de polvo, es semejante a la que se genera con agua lluvia sobre cualquier superficie que esté expuesta a las partículas que se encuentran en suspensión y que se van depositando en el tiempo, como por ejemplo el techo de una casa, por lo que no requieren de un manejo especial debido a que no contendrán ningún tipo de contaminante.

Las aguas residuales que se generarán durante la operación del Proyecto provendrán de los servicios de los sanitarios para los trabajadores, se estima una generación de **67 m<sup>3</sup>** por año. Se utilizarán sanitarios con depósitos para evitar descargas y se contratará a una empresa para su recolección periódica y disposición final en sitios autorizados.

En el caso de que se realizarán letrinas se cumplirá con lo establecido en la normatividad ambiental vigente de competencia estatal y federal.

### **II.7.3. EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

#### **II.7.3.1. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**

Tanto para la preparación del sitio como para la construcción del Proyecto, las emisiones a la atmósfera que se generan son las que provienen del escape de vehículos y maquinaria que utilizan gasolina o diesel como combustible.

Para el caso de los vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible, se vigilará que las emisiones de aquellos utilizados para la construcción se apeguen a los niveles máximos permisibles estipulados en la NOM-041-SEMARNAT-2006, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 6 de marzo de 2007, mediante las verificaciones realizadas en sitios autorizados, así como a la NOM-045-SEMARNAT-2006, publicada en el diario Oficial de la Federación, el 13 de septiembre de 2007, y que determina los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.

Esta norma menciona en el párrafo segundo de su apartado de objetivo y campo de aplicación, lo siguiente: “se excluye de la aplicación de la presente norma la maquinaria equipada con motores diesel utilizada en las industrias de la construcción, minera y de actividades agrícolas”, sin embargo, durante la ejecución de las obras se vigilara que la maquinaria utilizada se encuentre en condiciones adecuadas y cuente con el mantenimiento debido para respetar los niveles máximos permisibles de opacidad de humo.

Las emisiones de ruido durante la ejecución del proyecto son las producidas por la maquinaria y equipo de construcción, estas emisiones son poco significativas ya que serán temporales e intermitentes. Se vigilará durante la construcción, que los niveles de estas emisiones se ajusten a lo estipulado en la NOM-080-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

#### **II.7.3.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Una vez terminada la construcción solo se emitirá a la atmósfera el ruido provocado por la transmisión de energía eléctrica, tanto en la línea como la subestación eléctrica, la cual se encuentra entre los 10 y 20 decibeles, parámetros de tolerancia para el oído humano.

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

## CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....	1
III.1. Instrumentos de Planeación y Programas Federales.....	2
III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.....	2
III.1.2. Estrategia Nacional de Energía 2014-2028.....	2
III.1.3. Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) Visión 10-20-40.....	3
III.1.4. Programa Sectorial de Energía 2013-2018 (PSE).....	3
III.1.5. Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2014-2018.....	3
III.1.6. Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018 (PNI).....	4
III.1.7. Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC).....	4
III.1.8. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018.....	5
III.2. Programas de Ordenamiento Ecológico.....	6
III.2.1. Programa de Ordenamiento General del Territorio.....	6
III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY).....	13
III.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEM y RGM y MC).....	23
III.2.4. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY).....	33
III.3. Programas Estatales y Municipales.....	49
III.3.1. Plan Estatal de Desarrollo 2012-2018.....	49
III.3.2. Programa Sectorial de Infraestructura del Estado de Yucatán.....	49
III.3.3. Programa Especial de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán.....	50
III.3.4. Plan de Desarrollo del Municipio de Progreso.....	50
III.4. Marco Normativo.....	51
III.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	51
III.4.2. Leyes y Reglamentos.....	51
III.4.2.1. Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE).....	51
III.4.2.2. Ley de Industria Eléctrica.....	52
III.4.2.3. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.....	54
III.4.2.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.....	55
III.4.2.5. Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento.....	55
III.4.2.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.....	56
III.4.2.7. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.....	57
III.4.2.8. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.....	58
III.4.2.9. Ley de Protección del Medio Ambiente del Estado de Yucatán y su Reglamento.....	58
III.4.2.10. Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Yucatán y su Reglamento.....	61

III.4.2.11 Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuevas y Grutas.....	63
III.4.2.12 Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán .....	63
III.4.3. Normas Oficiales Mexicanas .....	64
III.4.3.1. Aire .....	64
III.4.3.2. Ruido .....	64
III.4.3.3. Agua .....	65
III.4.3.4. Manejo y Transportación de Residuos Peligrosos Generados en las Etapas de Construcción, Operación y Abandono .....	65
III.4.3.5. Flora y Fauna.....	66
III.5. Áreas Naturales Protegidas Y Zonas Prioritarias Para La Conservación .....	66
III.5.1. Áreas Naturales Protegidas y Sitios Ramsar .....	66
III.5.2. Áreas Prioritarias para la Conservación .....	69
III.5.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias.....	69
III.5.2.2. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.....	69
III.5.2.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias .....	69
III.5.2.4. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas .....	72

## TABLAS

Tabla III.1 Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al Proyecto. ....	1
Tabla III.2. Políticas ambientales y estrategias para la UAB 62 Karst de Yucatán y Q.Roo. ....	7
Tabla III.3. Vinculación del Proyecto con las estrategias establecidas para la UAB 62.....	9
Tabla III.4. Políticas ambientales establecidas en el POEYT. ....	13
Tabla III.5 Características de la UGA 1. E Planicie Telchac Pueblo. ....	15
Tabla III.6. Criterios aplicables a la UGA 1.E.....	17
Tabla III.7 Unidad de Gestión 96. ....	24
Tabla III.8. Acciones generales aplicables UGA 96. ....	26
Tabla III.9 Unidades de paisaje. ....	33
Tabla III.10 Políticas ambientales.....	34
Tabla III.11. Usos actuales, compatibles y no compatibles en la UGA PRO17-SEL-C3. ....	35
Tabla III.12. Criterios aplicables a la UGA PRO17-SEL-C3.....	38
Tabla III.13. Usos actuales, compatibles y no compatibles en la UGA PRO15MIX-CONF. ....	44
Tabla III.14. Criterios aplicables a la UGA PRO15MIX-CONF.....	45
Tabla III.15 Vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. ....	57
Tabla III.16 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Protección del Medio Ambiente del Estado de Yucatán.....	59
Tabla III.17 Vinculación del Proyecto la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para el Estado de Yucatán y su Reglamento. ....	61
Tabla III.18 Vinculación del Proyecto con la Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán.....	63
Tabla III.19 Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire.....	64
Tabla III.20 Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido.....	64
Tabla III.21 Normas Oficiales Mexicanas en materia de agua.....	65
Tabla III.22 Normas Oficiales Mexicanas en Manejo de Residuos Peligrosos. ....	65
Tabla III.23 Normas Oficiales Mexicanas para la protección de flora y fauna.....	66



Tabla III.24. Áreas Naturales Protegidas del Estado de Yucatán..... 66

## FIGURAS

Figura III.1. Modelo de Ordenamiento General del Territorio..... 8

Figura III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán..... 16

Figura III.3. Área Sujeta al Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe..... 23

Figura III.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe..... 25

Figura III.5. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán..... 37

Figura III.6. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán..... 43

Figura III.7 Áreas Naturales Protegidas del Estado de Yucatán..... 68

Figura III.8 Regiones Prioritarias Terrestres para la Conservación y AICAS del Estado de Yucatán..... 70

Figura III.9 Regiones Hidrológicas Prioritarias del Estado de Yucatán..... 71

Figura III.10 Sitios RAMSAR..... 73

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

En el presente Capítulo se presenta información que resultó de un análisis detallado de los instrumentos de planeación así como de los ordenamientos jurídicos aplicables y cuyos lineamientos así como criterios, determinan la congruencia de la construcción y operación del Proyecto. Se realiza el análisis de los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al Proyecto, que se enlistan en la Tabla III.1.

**Tabla III.1 Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al Proyecto.**

Tipo	Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos
Instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018</li> <li>- Estrategia Nacional de Energía 2013-2017</li> <li>- Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) Visión 10-20-40</li> <li>- Programa Sectorial de Energía 2013-2018 (PSE)</li> <li>- Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2014-2018</li> <li>- Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018 (PNI)</li> <li>- Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC)</li> <li>- Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018</li> </ul>
Programas de Ordenamiento Ecológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ordenamiento General del Territorio</li> <li>- Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán</li> <li>- Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe</li> <li>- Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán</li> </ul>
Programas de Desarrollo Estatales y Municipales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Estatal de Desarrollo 2012-2018</li> <li>- Programa Sectorial de Infraestructura para el Estado de Yucatán</li> <li>- Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán</li> <li>- Plan de Desarrollo del Municipio de Progreso 2015-2018</li> </ul>
Marco normativo federal y estatal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos</li> <li>- Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y Financiamiento de la Transición Energética</li> <li>- Ley de la Industria Eléctrica</li> <li>- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental</li> <li>- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento</li> <li>- Ley General de Vida Silvestre y su reglamento</li> <li>- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento</li> <li>- Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento</li> <li>- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental</li> <li>- Ley de Protección del Medio Ambiente del Estado de Yucatán y su reglamento</li> <li>- Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Yucatán y su Reglamento</li> <li>- Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuevas y Grutas</li> <li>- Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán</li> <li>- Normas Oficiales Mexicanas</li> </ul>
Áreas naturales protegidas y regiones prioritarias para la conservación	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Áreas Naturales Protegidas federales, estatales y municipales; y Sitios Ramsar</li> <li>-Regiones Terrestres Prioritarias</li> <li>-Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves</li> <li>-Regiones Hidrológicas Prioritarias</li> <li>-Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas</li> </ul>

De acuerdo al análisis realizado, el Proyecto cumple con los objetivos y metas planteadas en los instrumentos de planeación y programas federales, entre los que destaca el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Sectorial de Energía, el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables, el Programa Nacional de Infraestructura y el Programa Especial de Cambio Climático, entre otros.

Por otra parte no contraviene con los lineamientos y criterios establecidos en los Programas de Ordenamiento Ecológicos decretados, ni con los Programas de Desarrollo Estatales y Municipales. Tampoco afectará a ningún Área Natural Protegida decretada a nivel federal, estatal o municipal, así como a ningún Área Prioritaria para la Conservación.

A continuación se presenta el análisis de cada uno de los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos.

### **III.1. INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y PROGRAMAS FEDERALES**

#### **III.1.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018**

El Proyecto es congruente con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) por atender las directrices relacionadas con la Meta IV; Un México Próspero que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades, y se alinea con el objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva. Asimismo atenderá los lineamientos del Programa Sectorial de Energía 2013 – 2018.

En consideración con el sector eléctrico, el PND especifica que si bien el servicio se ha incrementado y cubre cerca del 98% de la población, en el futuro habrá mayor incorporación de usuarios lo que generará una mayor demanda energética, donde se considera el uso de tecnologías que empleen fuentes de energías renovables, por lo que el Proyecto contribuye a enfrentar los retos en materia de seguridad energética y diversificación, ya que generará energía solar fotovoltaica.

#### **III.1.2 ESTRATEGIA NACIONAL DE ENERGÍA 2014-2028**

La Estrategia Nacional de Energía 2014-2028 fue publicada en el DOF del 21-05-2013, busca encauzar la oferta y demanda de energía para alcanzar dos objetivos estratégicos: dar viabilidad al crecimiento económico y extender el acceso a servicios energéticos de calidad a toda la población, a fin de que reciban los beneficios que derivan del consumo eficiente y responsable de la energía.

Para poder alcanzar estos objetivos, una de las cuatro medidas políticas es la Transición energética que busca lograr el correcto balance entre mantener al país económicamente competitivo, tecnológicamente innovador y diversificado, con su contribución al mejoramiento permanente de la calidad ambiental local y el cumplimiento de los compromisos ambientales.

### **III.1.3. ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (ENCC) VISIÓN 10-20-40**

La ENCC fue publicada en DOF el 03 de junio del 2013. Es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazos para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno. Una de las estrategias planteadas es *“Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia”*, para lograrla se establecen entre otras acciones las siguientes:

- 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.
- Fomentar la participación del sector privado y paraestatal en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables de energía y la cogeneración eficiente.
- Promover la inversión en sistemas fotovoltaicos en zonas del país con alto potencial.
- Fomentar la generación distribuida mediante el uso de sistemas fotovoltaicos en el sector industrial, residencial y de servicios.

El Proyecto contribuye a acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia, ya que es un Parque Solar Fotovoltaico, el cual fomentara la sustitución de combustibles fosiles para la generación de energía electrica.

### **III.1.4. PROGRAMA SECTORIAL DE ENERGÍA 2013-2018 (PSE)**

El Programa Sectorial de Energía 2013-2018 se elabora con el fin de dar cumplimiento a las previsiones contenidas en el PND orientados a la ejecución de la meta México Próspero. Este programa establece los objetivos, prioridades y políticas que regirán el desempeño de las actividades del sector energético del país. Entre las estrategias planteadas están:

*“Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país y Ampliar la utilización de fuentes de energía limpia y renovables”*

El Proyecto es acorde con los objetivos y estrategias planteadas en este programa ya que es un Parque Solar Fotovoltaico y de manera indirecta proporcionara el abastecimiento de energía eléctrica por medio de fuentes de energia limpia y renovable.

### **III.1.5. PROGRAMA ESPECIAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES 2014-2018**

Este Programa fue publicado en el DOF el 28 de abril del 2014 por la Secretaría de Energía, y es el instrumento mediante el cual se establecen las políticas públicas en la materia, determinando los objetivos para el uso de dichas fuentes de energía, y las acciones para alcanzarlas. Su objetivo es promover el aprovechamiento de energías renovables, estableciendo objetivos y metas, así como las acciones necesarias para alcanzarlas.

Uno de los objetivos de este programa es *“Aumentar la capacidad instalada y la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía”* con el fin de obtener los siguientes beneficios: diversificación de la matriz energética, descarbonización del sector eléctrico y atender la demanda de energía eléctrica nacional con costos competitivos y respeto al medio ambiente.

El Proyecto contribuye con el cumplimiento de este objetivo ya que aumenta la capacidad de energía a partir de fuentes renovables, debido a que es un Parque Solar Fotovoltaico, diversificando la matriz energética, contemplando medidas de mitigación para todos los impactos ambientales que se pudieran generar y contribuye a la descarbonización.

### **III.1.6. PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA 2014-2018 (PNI)**

Este Programa fue publicado el 24 de abril de 2014 en el DOF, en él se establece que la inversión en infraestructura es un tema estratégico y prioritario para México porque representa el medio para generar desarrollo y crecimiento económico y es la pieza clave para incrementar la competitividad. Por esta razón, y con el objeto de elevar el nivel de bienestar de la sociedad, se deben crear las condiciones necesarias que hagan posible el desarrollo integral de todas las regiones y sectores del país, a fin de que todos los mexicanos puedan desarrollar su potencial productivo conforme a las metas que se hayan propuesto.

A través del PNI 2014-2018 el Gobierno de la República busca orientar la funcionalidad integral de la infraestructura existente y nueva del país, entre los objetivos está:

*“Optimizar la coordinación de esfuerzos para la generación de infraestructura energética, asegurando así el desarrollo adecuado de la misma, a efecto de contar con energía suficiente, de calidad y a precios competitivos.”*

Por otra parte establece como una de sus estrategias:

*"Diversificar las fuentes para la generación de energía eléctrica, impulsando especialmente el uso de fuentes renovables."*

En este sentido el Proyecto es acorde con las metas y estrategias planteadas en el Programa Nacional de Infraestructura, ya que es un Parque Solar Fotovoltaico, el cual empleara e impulsara el uso del sol como fuente renovable.

### **III.1.7. PROGRAMA ESPECIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO 2014-2018 (PECC)**

El Programa Especial de Cambio Climático, publicado en el DOF el 28 de abril de 2014, es un instrumento fundamental para la política climática del país derivado de la Ley General de Cambio Climático (LGCC), 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 de resultados y estimación de costos.

Este PECC se alinea directamente con el objetivo 4.4 y la estrategia 4.4.3 del PND 2013-2018 los cuales se refieren al fortalecimiento de la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

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.

El Artículo 67 de la LGCC establece que el Programa deberá contener, entre otros, los elementos siguientes:

III. Las metas sexenales de adaptación relacionadas con la gestión integral del riesgo; aprovechamiento y conservación de recursos hídricos; agricultura; ganadería; silvicultura; pesca y acuicultura; ecosistemas y biodiversidad; energía; industria y servicios; infraestructura de transporte y comunicaciones; desarrollo rural; ordenamiento ecológico territorial y desarrollo urbano; asentamientos humanos; infraestructura y servicios de salud pública y las demás que resulten pertinentes.

Uno de los objetivos es la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones. Este objetivo se articula con la Meta Nacional del PND México Próspero, que busca fortalecer la política nacional de cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

El Proyecto es acorde con este último objetivo ya que en la generación de energía eléctrica no propiciará el aumento de los gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera.

### **III.1.8. PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018**

Mediante este Programa Sectorial se atenderán fundamentalmente las cuatro estrategias del Objetivo 4.4 del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND), “Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo”. El programa contempla entre otros objetivos los siguientes:

*Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.*

*Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.*

El Proyecto, al tratarse de un Parque Solar Fotovoltaico permitirá la disminución de los gases de efecto invernadero emitidos en la atmósfera, por otro lado se generarán aproximadamente 233 empleos durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, se dará prioridad a la contratación a los trabajadores de las localidades cercanas.

## III.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

### III.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO GENERAL DEL TERRITORIO

Este Programa fue expedido por medio del acuerdo publicado en el DOF en septiembre de 2012. El ordenamiento promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Reconoce que cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se destacan las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

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 este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB. El POEGT es un instrumento dirigido a guiar las acciones de la Administración Pública y no pretende regular el uso de suelo.

El Proyecto se desarrollara en la UAB No. 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo, como se observa en la Figura III.1 y Tabla III.2 en la cuál se presenta la política y las estrategias aplicables, mientras que en la Tabla III.3 se presenta la vinculación del Proyecto con cada una de las estrategias.

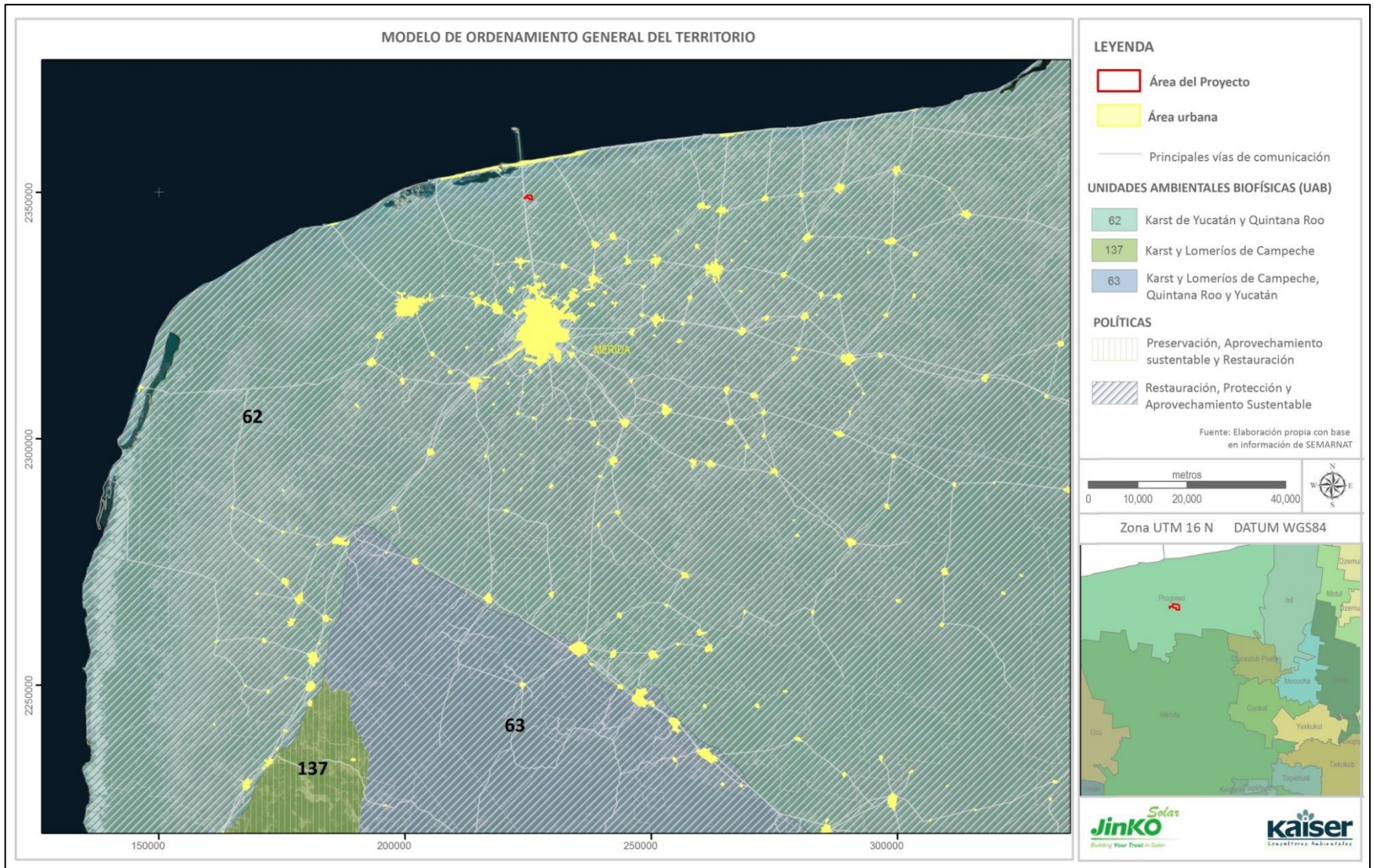
**Tabla III.2. Políticas ambientales y estrategias para la UAB 62 Karst de Yucatán y Q.Roo.**

UAB	Política	Rector	No. de estrategia aplicable
62 Karst de Yucatán y Q.Roo	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable.	Preservación de flora y fauna-Turismo	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

Fuente: DOF. Viernes 07 de septiembre de 2012. SEMARNAT. Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

De acuerdo al análisis realizado, el Proyecto no contraviene a las estrategias establecidas para la UAB 62 en donde se llevará a cabo. El Proyecto contribuye con la generación de energía a través de fuentes renovables y por lo tanto a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.





**Figura III.1. Modelo de Ordenamiento General del Territorio.**

**Tabla III.3. Vinculación del Proyecto con las estrategias establecidas para la UAB 62.**

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
<b>Grupo I. Dirigidas hacia la sustentabilidad del territorio</b>	
<b>A) Preservación</b>	
1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	<p>El Proyecto contempla las siguientes actividades para evitar la pérdida de la cobertura vegetal y la biodiversidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se contempla un programa de rescate y reubicación de las cuatro especies vegetales que se registran en el Área del Proyecto y que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> <li>-Se llevará a cabo la restauración y monitoreo de las áreas de afectación temporal con especies características de la selva baja caducifolia.</li> <li>--Se permitira el crecimiento de la vegetación dentro del derecho de vía de la línea de distribución a una altura que no interfiera con la operación segura de esta.</li> <li>-Se destinará un área de conservación de <b>15.51 ha</b> en el Área del Proyecto</li> </ul>
2. Recuperación de especies en riesgo.	El Proyecto contempla implementar programas de rescate y reubicación de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto contribuye al conocimiento de la diversidad al realizar los muestreos y registrar las especies de flora y fauna presentes en el Área del Proyecto, se identifican las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se contempla implementar un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna y un monitoreo para darle seguimiento.
<b>B) Aprovechamiento sustentable</b>	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Durante la preparación del sitio, en las áreas de afectación temporal se recuperará la capa de suelo fértil en donde también se conserva el germoplasma, se almacenará y protegerá de la erosión para que una vez terminada la etapa de construcción se lleve a cabo la restauración de las áreas temporales. No se hará la recuperación del suelo en afloramientos rocosos.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque solar fotovoltaico.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque solar fotovoltaico, sin embargo, el material producto del desmonte podrá ser donado a asociaciones civiles, a los propietarios u otras personas de las localidades cercanas.
8. Valoración de los servicios ambientales.	Durante la ejecución del Proyecto se valoran los servicios ambientales y se tiene contemplado implementar un Programa de Manejo Ambiental (PMA) con el fin de mitigar los impactos ambientales.
<b>c) Protección de los Recursos Naturales</b>	
9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Fotovoltaico que se llevará a cabo en el municipio de Progreso en el Estado de Yucatán, en una zona predominantemente plana, en donde la alta permeabilidad no permite la formación de ríos ni cuerpos de agua, el acuífero tiene un volumen disponible de 5,759,221,028 m <sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones, sin embargo por sus características de alta permeabilidad es muy vulnerable a la contaminación, por lo que durante la ejecución del Proyecto se tiene contemplado implementar un Programa de Manejo Ambiental en el que se incluye el Subprograma de Manejo sustentable del Agua y Conservación de la Calidad. Además se prevén medidas para evitar la contaminación del suelo y el agua mediante el establecimiento de buenas prácticas en el manejo de residuos sólidos y peligrosos.
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.	El Proyecto contribuye al conocimiento de la biodiversidad ya que durante la elaboración de este estudio se realizaron muestreos para la caracterización de la flora y fauna y se calcularon los índices de diversidad para la selva baja caducifolia y para cada uno de los grupos de vertebrados. El Proyecto contempla implementar Programas de rescate y reubicación de las Especies Vegetales en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se ejecutará además un Programa de Rescate y Reubicación de la Fauna Silvestre, incluyendo las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
<b>d) Restauración</b>	
14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico. Como parte de las actividades del Proyecto, se promoverá la restauración de las áreas degradadas mediante la reforestación con especies nativas, que se encuentran dentro de las zonas destinadas por el Proyecto a la conservación.

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
<i>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.</i>	
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
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).	
<i>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</i>	
<i>E) Desarrollo Social</i>	
31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.  El Proyecto implica la dotación de infraestructura sustentable de la región, ya que generará electricidad a partir de fuentes de energía renovable y de cero emisiones.
32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	
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.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
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.	

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
<b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>	
<b>A) Marco Jurídico</b>	
40. Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico. No obstante, el Proyecto contará con un Plan de Gestión Social.
41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural	Durante la ejecución de Proyecto, se respetarán los derechos de la propiedad rural.
<b>B) Planeación del Ordenamiento Territorial</b>	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
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 cumple con lo establecido en los Ordenamiento Ecológicos Decretados. Mediante medidas de prevención, mitigación y programas, con el fin de no alterar lo estipulado en los planes de ordenamiento territorial.

Fuente: DOF. Viernes 07 de septiembre de 2012. SEMARNAT. Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

### III.2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY)

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, fue publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 26 de julio de 2007, y en él establece el “Modelo de Desarrollo Territorial” o “Modelo de Ocupación del Territorio” para el Estado de Yucatán, lo anterior con base en criterios de racionalidad y de equilibrio entre la eficiencia ecológica y el desarrollo económico-social del sistema territorial.

El Modelo de Desarrollo Territorial es una proyección espacial de una estrategia de desarrollo económico y social que contribuye al diseño del sistema territorial futuro y a la forma en que se puede llegar a conseguirlo, representando la forma de concretar espacialmente los objetivos ambientales propuestos en términos de sustentabilidad. El modelo incluye la propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes y el establecimiento de un sistema de políticas y criterios ambientales de aprovechamiento, protección, conservación y restauración que garanticen la explotación racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos del Estado.

La elaboración del modelo de ordenamiento considera la propuesta de uso y aprovechamiento que se desea dar al territorio, y se expresa en los mapas de políticas y modelo de uso y aprovechamiento del mismo en donde ubican las unidades de gestión territorial. Cada una de las Unidades de Gestión Territorial (UGT’s) reconocidas para el Estado de Yucatán tiene asignadas de manera explícita políticas territoriales y criterios de uso y manejo. Las políticas asignadas se describen en la Tabla III.4.

**Tabla III.4. Políticas ambientales establecidas en el POEYT.**

Política	Descripción
Aprovechamiento	Se aplica cuando el uso del suelo es congruente con su aptitud natural, y prevalecerá en aquellas unidades espaciales destinadas a la producción agrícola estabilizada, agricultura de riego, agricultura tecnificada, ganadería semiextensiva, extracción de materiales pétreos, industria, suelo urbano, expansión urbana, y aprovechamiento racional del agua. Se busca fomentar el uso de los recursos naturales tomando como base la integridad funcional de los geosistemas. El aprovechamiento se realiza a partir de la transformación y apropiación del espacio y considerando que el aprovechamiento de los recursos resulta útil a la sociedad y no debe impactar negativamente al ambiente. Se utilizarán los recursos naturales a ritmos e intensidades ecológicamente aceptables y socialmente útiles.
Conservación	Prevalecerá en aquellas unidades destinadas a la agricultura tradicional, conservación y manejo de ecosistemas, apicultura, turismo alternativo, silvicultura, sistemas agrosilvopastoriles, así como las actividades que permitan garantizar la permanencia de servicios ambientales y funciones ecológicas esenciales para el mantenimiento de la vida. El aprovechamiento económico de estas áreas se hará conforme a los ritmos e intensidades de sustentabilidad que correspondan al manejo sustentable de los recursos naturales. En las unidades en donde se aplique esta política se recomienda no cambiar el uso actual del suelo, lo que permitirá mantener el hábitat de muchas especies de flora y fauna, prevenir la erosión, la deforestación, la pérdida de biodiversidad y asegurar la recarga de los acuíferos.

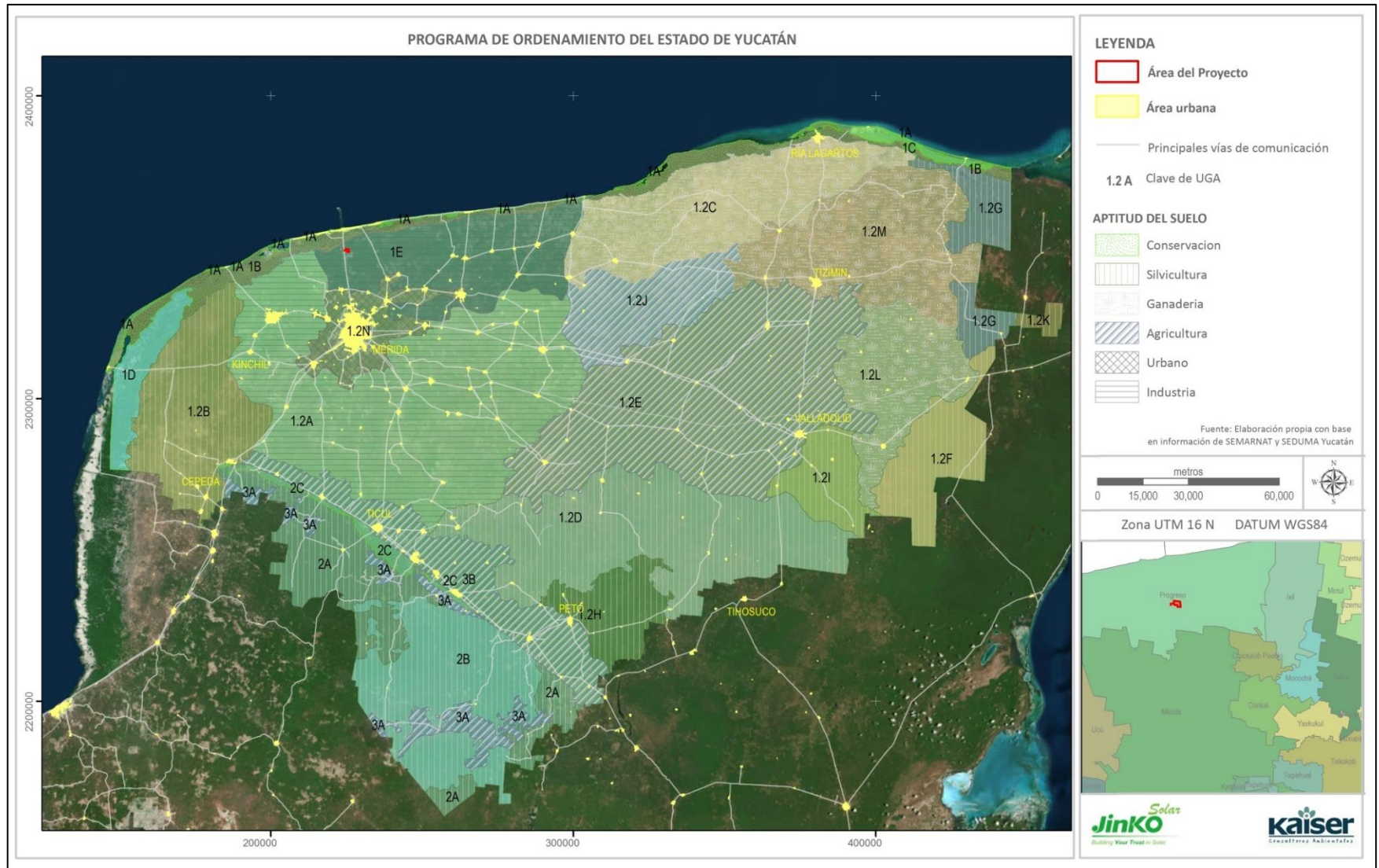
Política	Descripción
Protección	<p>Prevalecerá en aquellas unidades espaciales en donde se hayan creado áreas naturales protegidas de competencia federal, estatal y municipal, y en aquellas zonas que se determinen importantes por sus características geoecológicas, endemismo de flora y fauna, diversidad biológica y geográfica alta y por los servicios ambientales que proporcionan. Estas unidades están destinadas a garantizar la permanencia de especies y ecosistemas esenciales para mantener el equilibrio ecológico, la recarga de los acuíferos y salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, terrestres y acuáticas, principalmente las endémicas, raras, con protección especial, amenazadas o en peligro de extinción. En las áreas protegidas se limitarán las actividades productivas que no sean compatibles con dicha protección.</p>
Restauración	<p>Prevalecerá en las unidades destinadas a superar problemas de deterioro ambiental (contaminación del acuífero, de los suelos, del aire, procesos erosivos o de azolvamiento por actividades antrópicas, pérdida de la cobertura forestal, pérdida de la diversidad biológica, modificación de patrones de drenaje, entre otros). En las unidades consideradas para la aplicación de la política de restauración se deben rehabilitar ecosistemas, reintroducir especies, restaurar cobertura vegetal, recuperar tierras degradadas o improductivas, así como reubicar las actividades que causen conflictos por ser incompatibles con la visión territorial a largo plazo y el desarrollo sustentable. Debe establecerse un conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación y recuperación de un área degradada, para restablecer parcial o totalmente la cubierta forestal manteniendo las condiciones que propicien su persistencia y evolución. El concepto de rehabilitación y recuperación se refiere al restablecimiento de los procesos naturales y de los parámetros genéticos, demográficos o ecológicos de una población o especie, con referencia a su estado al iniciar las actividades de recuperación, así como a su abundancia local, estructura y dinámica en el pasado, para retornar a cumplir con su papel ecológico y evolutivo con la consecuente mejoría en la calidad del hábitat. Según sea el caso, la restauración puede incluir acciones de reintroducción, repoblación y traslocación.</p>

El Modelo de Desarrollo Territorial, establece 34 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), el Proyecto se localiza en la **UGA 1.E.- Planicie Telchac Pueblo**, con una superficie total de 2,001.28 km<sup>2</sup>, la cuál tiene como **uso principal la Industria de la Transformación** una política de aprovechamiento, esta UGA comprende 153 localidades (ver Tabla III.5, Tabla III.6 y Figura III.2).

**Tabla III.5 Características de la UGA 1. E Planicie Telchac Pueblo.**

Concepto	Descripción
Descripción	Planicie de relieve nivelado (5-10 m), planicies intersectadas por ondulaciones (0-0.3 grados) muy karstificada, sobre calizas, con suelos del tipo rendzina y litosol, con selva baja espinosa y selva baja caducifolia y subcaducifolia secundaria, pastizal para ganadería extensiva y plantaciones de henequén en abandono.
Superficie	2,001.28 Km <sup>2</sup>
Política	Aprovechamiento
Uso predominante	Industria de transformación
Uso compatible	Asentamientos humanos, turismo alternativo, infraestructura básica y de servicios.
Uso condicionado	Avicultura y ovinocultura
Uso incompatible	Porcicultura
Uso actual principal y tipo de vegetación	Asentamientos humanos, selva baja caducifolia con y sin vegetación secundaria.
Criterios	Protección: 1, 2, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 16 Conservación: 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13. Aprovechamiento: 1, 2, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 16 Restauración: 1, 2, 5, 6, 8, 9





**Figura III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán.**

**Tabla III.6. Criterios aplicables a la UGA 1.E.**

Criterio	Forma de cumplimiento
<b>Protección</b>	
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.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico. Se contempla que en las zonas destinadas a la conservación, se vigilará que no se lleven a cabo actividades extractivas de flora o fauna y no se permitirá el desarrollo de actividades agropecuarias. Se colocarán letreros restrictivos e informativos para coadyuvar a que las áreas de conservación cumplan con su función.
2. Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección.	El Proyecto generará empleos locales que permitirán mejorar la calidad de vida de las personas contratadas temporalmente.
5. No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológicoinfecciosos.	No aplica, ya que el Proyecto podría generar en su etapa de operación residuos peligrosos como grasas y aceites, así como sus respectivos envases considerados como residuos peligrosos, pero a un volumen pequeño, los cuáles serán destinados y gestionados de manera que una empresa especializada los trate y disponga en sitios autorizados. Por lo que solo se contemplará un almacén de residuos peligrosos temporal y no un confinamiento permanente de desechos industriales, tóxicos ni biológico infecciosos. Durante la construcción se generarán residuos sólidos y peligrosos, los cuales serán dispuestos de acuerdo a la normatividad ambiental aplicable y vigente.
6. No se permite la construcción a menos de 20 mts. de distancia de cuerpos de agua, salvo autorización de la autoridad competente.	No habrá construcciones a menos de 20 m de cuerpos de agua,
9. No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes	El Proyecto no contempla la quema de vegetación, ni de cualquier otro residuo. En ninguna etapa se contempla la aplicación de herbicidas ni defoliantes o cualquier otro químico. Los residuos que deriven del desmonte por el cambio de uso del suelo y Preparación del Sitio, serán concesionados a asociaciones civiles o personas para que realicen su aprovechamiento, el resto de los residuos vegetales que no sean concesionados serán tratados como residuos de manejo especial.

Criterio	Forma de cumplimiento
<p>12. Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.</p>	<p>Entre las acciones que se contemplan para mantener la conectividad de la vegetación con los predios colindantes figuran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se llevará a cabo la restauración y monitoreo de las áreas de afectación temporal con especies características de la selva baja caducifolia.</li> <li>-Una vez terminada la etapa de construcción se inducirá el crecimiento de la vegetación herbácea y arbustiva en los bordes de las vialidades internas.</li> <li>-Se permitirá el crecimiento de la vegetación en el derecho de vía de la línea de distribución</li> </ul> <p>Estas actividades contribuirán parcialmente a la conectividad del Área del Proyecto con las áreas aledañas.</p>
<p>13. No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.</p>	<p>De acuerdo con la CONABIO, un corredor biológico, es un mosaico de ecosistemas entre áreas naturales protegidas en donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se conserva la biodiversidad y agrobiodiversidad al interior del corredor.</li> <li>-Se mantienen las relaciones ecológicas entre las áreas naturales protegidas en los extremos del corredor, al nivel de ecosistemas, especies y genes.</li> </ul> <p>Considerando lo anterior, el Área del Proyecto no es un corredor biológico, ya que no se encuentra entre dos áreas naturales protegidas.</p>
<p>14. Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.</p>	<p>El Proyecto se llevará a cabo en una superficie de <b>65.11 ha</b>, de las cuales <b>15.51 ha</b> se destinarán a la conservación.</p> <p>Cabe destacar que la mayor parte del Área del Proyecto permitirá la recarga del acuíferos ya que no se utilizarán elementos impermeables. La superficie impermeable será únicamente en donde se construirán las instalaciones auxiliares, la estación de switcheo y el camino de acceso.</p>
<p>16. No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.</p>	<p>No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.</p>
<b>Conservación</b>	
<p>3. Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas</p>	<p>El Proyecto no contempla la introducción de especies exóticas.</p>

Criterio	Forma de cumplimiento
<p>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.</p>	<p>El Proyecto se llevará a cabo en una superficie de <b>65.11 ha</b>, de las cuales <b>15.51 ha</b> se destinarán a la conservación.</p> <p>El Proyecto requiere hacer el desmonte de vegetación secundaria de selva baja espinosa caducifolia . Se contempla las siguientes acciones para mitigar y compensar la superficie afectada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Lo anterior en el entendido que la instancia responsable de la aplicación de los recursos aportados (CONAFOR) los canalizara a medidas de restauración de ecosistemas forestales.</li> <li>-Se delimitarán previamente las áreas en donde se llevarán a cabo las obras de desmonte y despalme. Por ningún motivo se realizarán estas actividades fuera de las áreas delimitadas</li> <li>-Se contempla un programa de rescate y reubicación de las cuatro especies vegetales que se registran en el Área del Proyecto y que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> <li>-Se llevara a cabo la restauración y monitoreo de las áreas de afectación temporal con especies nativas.</li> <li>-Se destinarán un área de conservación de <b>15.51 ha</b> en el Área del Proyecto..</li> </ul>
<p>6. Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.</p>	<p>El Proyecto no contempla una actividad turística o ecoturismo sin en cambio por su actividad en materia energética contempla un Plan de Manejo de Residuos que se guira en las estipulaciones por la autoridad ambiental correspondiente.</p>
<p>7. Se debe establecer programas de manejo y de disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.</p>	
<p>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.</p>	<p>El Proyecto no contempla realizar rellenos sobre vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables ni áreas marinas.</p>
<p>9. Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.</p>	<p>El Proyecto contempla un camino de acceso y vialidades internas, que consideran en su diseño el libre flujo del agua.</p>
<p>10. El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.</p>	<p>El Proyecto contempla el mantenimiento periódico para garantizar el libre flujo del agua.</p>

Criterio	Forma de cumplimiento
<p>12. La exploración y explotación de recursos no renovables por parte de la industria debe garantizar el control de la calidad del agua utilizada, la protección del suelo y de la flora y fauna silvestres</p>	<p>El agua que será utilizada en las diferentes etapas del Proyectos será adquirida de casas comerciales y en el caso del agua cruda cumplirá con las características que establece la normatividad ambiental vigente y aplicable.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se delimitarán previamente las áreas en donde se llevarán a cabo las obras de desmonte y despalme. Por ningún motivo se realizarán estas actividades fuera de las áreas delimitadas</li> <li>-Se contempla un programa de rescate y reubicación de las cuatro especies vegetales que se registran en el Área del Proyecto y que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> <li>-Se llevara a cabo la restauración y monitoreo de las áreas de afectación temporal con especies características de la selva baja caducifolia.</li> <li>-Se destinará un área de conservación de <b>15.51 ha</b> en el Área del Proyecto</li> </ul>
<p>13. Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.</p>	<p>El Proyecto se llevará a cabo en una superficie de <b>65.11 ha</b>, de las cuales <b>15.51 ha</b> se destinarán a la conservación.</p> <p>El Proyecto requiere hacer el desmonte de vegetación secundaria arbustiva selva baja caducifolia de acuerdo al plano de usos del suelo y vegetación , serie V de INEGI. Se contempla las siguientes acciones para mitigar y compensar la superficie afectada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Lo anterior en el entendido que la instancia responsable de la aplicación de los recursos aportados (CONAFOR) los canalizara a medidas de restauración de ecosistemas forestales.</li> <li>-Se delimitarán previamente las áreas en donde se llevarán a cabo las obras de desmonte y despalme. Por ningún motivo se realizarán estas actividades fuera de las áreas delimitadas.</li> <li>-Se contempla un programa de rescate y reubicación de las cuatro especies vegetales que se registran en el Área del Proyecto y que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> <li>-Se llevara a cabo la restauración y monitoreo de las áreas de afectación temporal con especies características de la selva baja espinosa caducifolia.</li> <li>-Se destinará un área de conservación de <b>15.51 ha</b> en el Área del Proyecto</li> </ul>

Criterio	Forma de cumplimiento
<b>Aprovechamiento</b>	
1 Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas.	El Proyecto contempla la recuperación parcial del suelo fértil, para ser reutilizado en la restauración de las áreas de afectación temporal. Durante su almacenamiento temporal se garantizará su integridad.
2. Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.	Por ningún motivo se quemarán los residuos sólidos incluyendo los residuos vegetales producto del desmonte, sólidos y/o peligrosos, como cartón, mecate, embalajes, estopas, guantes, trapos, etc. y materiales impregnados con grasa, solventes y/o aceites generados; los mismos serán manejados conforme a la normatividad vigente. Durante la Operación y Mantenimiento el Proyecto contempla un sistema de contraincendios.
5. Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial.	En la restauración de las áreas de afectación temporal se utilizarán especies características de la selva baja caducifolia.
6. Regular las emisiones y fuentes de contaminación de las granjas porcícolas, acuícolas o avícolas, de acuerdo a lo estipulado por la autoridad competente	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
8. En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
9. El desarrollo de infraestructura turística debe considerar la capacidad de carga de los sistemas, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía.	El Proyecto no es un desarrollo de infraestructura turística, es de infraestructura eléctrica; Sin embargo contempla medidas de para el aprovechamiento responsable del agua potable, del tratamiento de aguas residuales, del manejo de residuos sólidos y de ahorro de energía.
11 Promover la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales	El Proyecto contempla la restauración de las áreas de afectación temporal y se utilizarán especies nativas.
12 Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.	El Proyecto no pertenece al sector de ecoturismo, sin embargo los materiales a emplear en su construcción pertenecerán de distribuidores autorizados.
16. Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's.	El Proyecto no contempla actividades agropecuarias dentro del área.

Criterio	Forma de cumplimiento
<b>Restauración</b>	
1. Recuperar las tierras no productivas y degradadas.	El Proyecto contempla la restauración de las áreas de afectación temporal y se utilizarán especies características de la selva baja caducifolia:
2. Restaurar las áreas de extracción de materiales pétreos.	No aplica ya que el Proyecto no contempla la extracción de materiales pétreos, en caso de requerirse se adquirirán de bancos autorizados.
5. Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	El Proyecto contempla la restauración de las áreas de afectación temporal y se utilizarán especies características de la selva baja caducifolia
6. Promover la recuperación de poblaciones silvestres.	El Proyecto contempla un programa de rescate de flora y fauna en el Área del Proyecto. Se llevará a cabo un monitoreo para el seguimiento de este programa.
8. Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.	No aplica ya que el Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
9. Restablecer y proteger los flujos naturales de agua	El Proyecto considera establecer obras de drenaje para garantizar el flujo del agua dentro de sus instalaciones.

### III.2.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE (POEM Y RGM Y MC)

El Golfo de México y Mar Caribe es una región costero-marina que sustenta ecosistemas de valor único, como son los arrecifes coralinos, manglares, lagunas y dunas costeras, los cuales se encuentran bajo alta presión de actividades humanas, por lo que se requiere promover instrumentos de planeación del territorio adecuados a sus condiciones.

El POEMyRGMMyMC (decretado el 24 de noviembre de 2012), es 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 los mismos.



Figura III.3. Área Sujeta al Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.



El Programa de Ordenamiento Ecológico considera un Modelo de Ordenamiento Ecológico con: lineamientos ecológicos, y unidades de gestión ambiental; y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

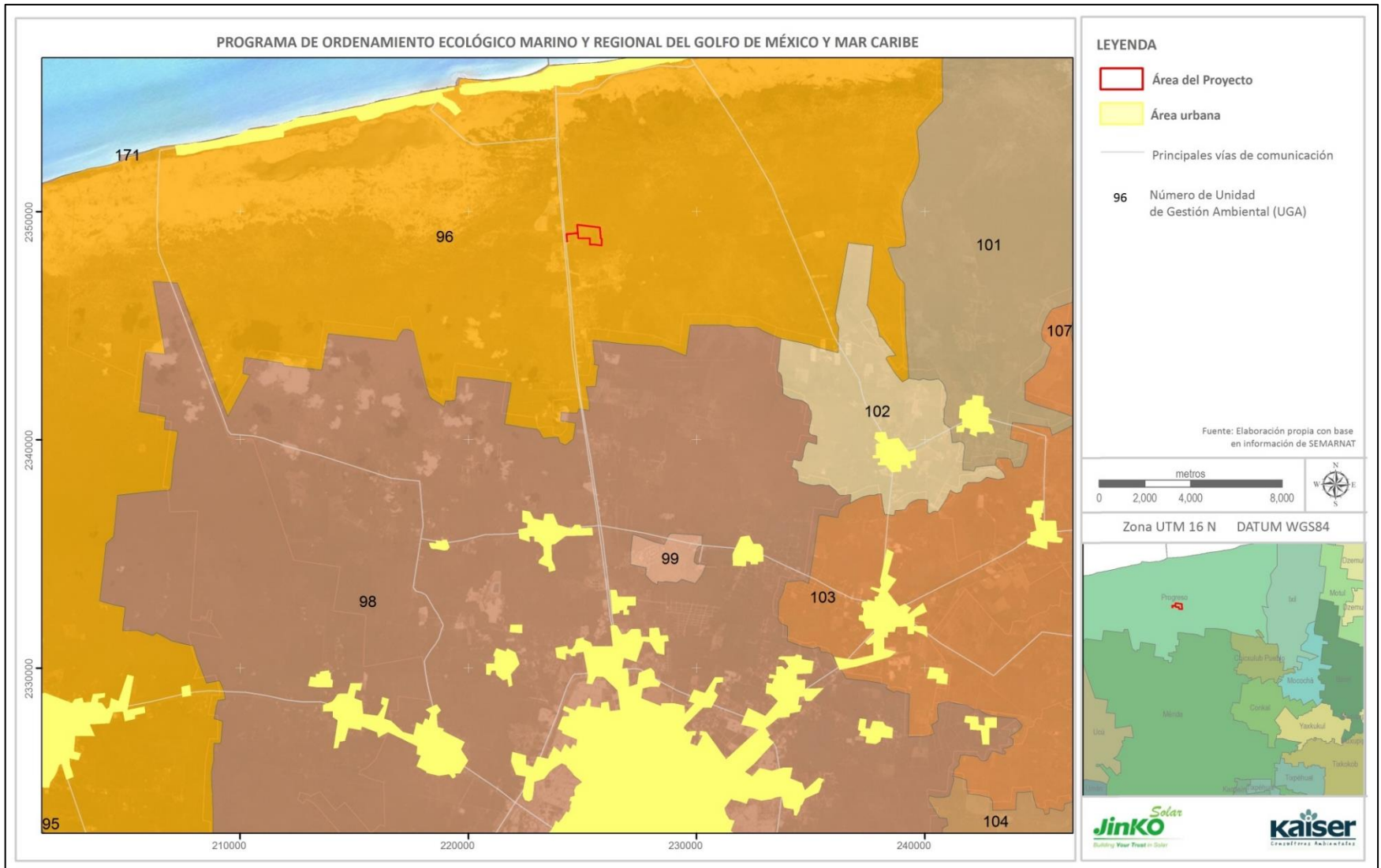
Los Lineamientos Ecológicos incluyen 27 metas y se contemplan 203 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), clasificadas en Marinas y Regionales.

El Programa de Ordenamiento Ecológico establece 26 Estrategias Ecológicas y 167 Acciones orientadas al logro de los lineamientos ecológicos. Las acciones son generales o específicas y se asignan a las UGA dependiendo de sus características derivadas del diagnóstico, pronóstico y constituyen los elementos más finos y directos para inducir y lograr el estado deseado (Lineamiento Ecológico) de cada UGA. El Proyecto se encuentra ubicado en la UGA 96.

**Tabla III.7 Unidad de Gestión 96.**

Concepto	Descripción
Tipo de UGA	Regional
Nombre	Progreso
Municipio	Progreso
Estado	Yucatán
Población	77,558 habitantes
Superficie:	99,177.142 ha
Subregión	Aplicar criterios de zona costera inmediata Canal de Yucatán
Islas:	--
Puerto Turístico	Presente
Puerto Comercial	Presente
Puerto Pesquero	Presente

**El Proyecto está en la UGA 96 Progreso**, de acuerdo con el propio POETCY, “a esta UGA se le aplican las Acciones Generales, además de las siguientes Acciones Específicas, excepto en el área que cubre el Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), en la cual, por sus características particulares y por cubrir la franja costera del Estado de Yucatán, aplican las disposiciones de ese programa” (DOF 24-11.2012). Por ello en este apartado sólo se vincula el proyecto con las Acciones Generales que se señalan.



**Figura III.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.**

**Tabla III.8. Acciones generales aplicables UGA 96.**

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes	El Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico que se llevará a cabo en el municipio de Progreso en el Estado de Yucatán, en una zona predominantemente plana, en donde la alta permeabilidad no permite la formación de ríos ni cuerpos de agua, el acuífero tiene un volumen disponible de 5,759,221,028 m <sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones, sin embargo por sus características de alta permeabilidad es muy vulnerable a la contaminación, por lo que durante la ejecución del Proyecto se tiene contemplado implementar un Programa de Manejo Ambiental en el que se incluye el Subprograma de Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad. Además se prevén medidas para evitar la contaminación del suelo y el agua mediante el establecimiento de buenas prácticas en el manejo de residuos sólidos y peligrosos.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Los lineamientos como las acciones consideradas en este ordenamiento son presentados para que las diversas instancias de los tres órdenes de gobierno identifiquen, orienten, enlacen las políticas, programas, proyectos, acciones y uso de los recursos de la administración pública para el logro de las metas que se plantean en el mismo. En este caso, el establecimiento de pago por servicios ambientales hídricos corresponde a CONAGUA y CONAFOR. El Promovente se vinculará a esta actividad mediante la aportación al Fondo Forestal Mexicano, instrumento económico manejado por la CONAFOR, misma que determina las acciones y zonas en donde resulta conveniente la implementación de dichos pagos por servicios ambientales.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	No aplica ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de de un Parque Solar Fotovoltaico e infraestructura asociada.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo ( NOM-059-SEMARNAT-2010).	Se realizarán actividades de vigilancia durante la Preparación del Sitio y Construcción para evitar que los trabajadores incurran en aprovechamiento y/o comercialización de alguna especie. Se colocarán letreros en donde se prohíba cazar, capturar o molestar a la fauna incluidas las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable	Se llevará a cabo la recuperación del suelo fértil, en donde se conserva el germoplasma, en las áreas de afectación temporal y en aquellas áreas en donde sea factible su recuperación. No se recuperará el suelo en los sitios en donde se tengan afloramientos rocosos. Este suelo no se mezclará con el suelo inerte subyacente y se colocará en una superficie previamente establecida, protegiéndolo de la erosión.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Con la operación del Proyecto se contribuirá a fortalecer la infraestructura eléctrica a partir de fuentes de energía renovables y cero emisiones de gases de efecto invernadero.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	La Promovente no tiene atribuciones que le permitan establecer o fortalecer programas de apoyo a metas voluntarias para reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Se hace hincapié en que el Proyecto es una instalación que únicamente producirá energía eléctrica y CFE será la responsable de la distribución hacia los centros de consumo y que su operación no ocasiona la emisión de gases de efecto invernadero.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No aplica ya que es un Proyecto Fotovoltaico y no contempla en ninguna etapa el uso de Organismos Genéticamente Modificados.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El Proyecto contempla áreas de conservación para mitigar los impactos por la construcción del Parque Solar Fotovoltaico y todos sus componentes.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	No aplica ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	No aplica ya que el Proyecto no tiene influencia sobre ningún ecosistema costero.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	La Promovente no tiene atribuciones que le permitan impulsar acciones para la ubicación o reubicación de parques industriales.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El Proyecto no contempla la introducción de especies exóticas o potencialmente invasoras. Solo se contempla el uso de especies nativas.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	No aplica ya que en el Área del Proyecto no existen ríos.

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos	No aplica ya que en el Área del Proyecto no existen ríos ni se encuentra en zonas inmediatas a cauces naturales.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	No aplica ya que en el Área del Proyecto no existen montañas.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No aplica ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
G018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No aplica ya que en el Área del Proyecto no existen ríos ni se encuentra en zonas inmediatas a cauces naturales.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	La elaboración de planes y programas de desarrollo urbano es una actividad reservada a las autoridades municipales, en la que el Promoviente no puede vincularse en forma directa o condicionar su contenido.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	No aplica ya que en el Área del Proyecto no existen ríos ni se encuentra en zonas inmediatas a cauces naturales.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No aplica ya que es un Proyecto Fotovoltaico, además el proyecto no considera procesos de producción primaria o secundaria.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No aplica ya que es un Proyecto Fotovoltaico, además el proyecto no considera procesos de producción primaria o secundaria.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Considerando que en el Área del Proyecto se registró la presencia de <i>Pteridium caudatum</i> , considerada como una especie invasora que afecta la capacidad productiva del suelo, durante la etapa de preparación del sitio y construcción se deberá evitar su propagación limpiando la tierra impregnada en la maquinaria utilizada en el despalme de zonas con abundancia de este helecho, a fin de minimizar la posibilidad de dispersar esporas de esta especie hacia otras zonas.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Se llevará a cabo la restauración de las áreas de afectación temporal y se asignarán <b>15.51 ha</b> de áreas de conservación.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	La construcción del Proyecto no involucra la introducción, uso o manejo de especies de flora o fauna, excepto por el programa de rescate que se implementará como medida de mitigación.

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	Se llevará a cabo la restauración de las áreas de afectación temporal y se asignarán <b>15.51 ha</b> de áreas de conservación.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Para el funcionamiento del Proyecto no se requiere del uso de combustibles
G028	Promover el uso de energías renovables.	El Proyecto consiste en el aprovechamiento de la energía solar. Mediante la transformación de esté a energía eléctrica, y a su vez, sera distribuida a la Red Nacional por parte de CFE, el cual sera el encargado de dicha distribución de energía electrica proveniente de fuentes de energía renovables.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	El Proyecto consiste en el aprovechamiento de la energía solar.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	La Promovente no tiene atribuciones que le permitan establecer acciones para fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	El Proyecto consiste en el aprovechamiento de la energía solar.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	El Proyecto consiste en el aprovechamiento de la energía solar.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	El Proyecto consiste en el aprovechamiento de la energía solar.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	La Promovente no tiene atribuciones que le permitan impulsar acciones para la reduscción de energía de viviendas y edificaciones.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	La Promovente no tiene atribuciones que le permitan establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	La Promovente no tiene atribuciones que le permitan establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agroecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	No aplica ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	No aplica ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	La Promovente no tiene atribuciones que le permitan promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	La Promovente no tiene atribuciones que le permitan fomentar la participación de industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	La Promovente no tiene atribuciones que le permitan fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	La Promovente no tiene atribuciones que le permitan fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC).
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable.	No aplica ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No aplica ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No aplica ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	La Promovente no tiene atribuciones para fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	No aplica ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	El Proyecto contempla un programa de protección civil para la prevención de desastres naturales.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	La Promovente no tiene atribuciones para fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	La Promovente no tiene atribuciones para promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	La Promovente no tiene atribuciones para realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	La Promovente no tiene atribuciones para implementar campañas de limpieza en asentamientos suburbanos.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas	La Promovente no tiene atribuciones para instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	La Promovente no tiene atribuciones para promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El Proyecto requiere de la remoción de la vegetación forestal en las superficies que se describen en esta Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que en cumplimiento a lo establecido en la LGDFS y su reglamento se elaborará el Estudio Técnico Justificativo para la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de las áreas requeridas para la construcción y operación del Proyecto, el cual será presentada para evaluación y aprobación ante la Secretaría.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	La Promovente no tiene atribuciones para promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	La Promovente no tiene atribuciones para promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	No aplica ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	No aplica ya que el Proyecto no afectará a ningún área natural protegida.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	No aplica ya que el Proyecto no tiene influencia sobre ningún ecosistema costero.



Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino	No aplica ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico que no afectará a ningún ecosistema marino.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No aplica ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No aplica ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque Solar Fotovoltaico.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	No aplica ya que el Proyecto no contempla la construcción de caminos, carreteras, puentes o vías férreas.
G065	La realización de obras y actividades en Areas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	No aplica ya que el Proyecto no afectará a ningún área natural protegida.

### III.2.4 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO COSTERO DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETCY)

En 2007, mediante publicación del decreto 801 en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán se publica el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY).

El POETCY tiene por objeto llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio costero del Estado de Yucatán, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial, conforme a las disposiciones contenidas en el Reglamento de la LGEEPA en la materia (Ordenamiento Ecológico) y tomando en consideración los criterios que se establecen en el artículo 20 de la misma; y 2) establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para:

- a) Promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, que aseguren la seguridad alimentaria de las poblaciones locales y la biodiversidad en todo el territorio;
- b) Orientar la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos, en concordancia con otras leyes y normas y programas vigentes en la materia;
- c) Fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales;
- d) Fortalecer los Sistemas Nacional y Estatal de Áreas Naturales Protegidas, la protección de los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre, las áreas de refugio para proteger especies acuáticas y otros instrumentos de conservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
- e) Resolver los conflictos ambientales y promover el desarrollo sustentable;
- f) Promover la incorporación de la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de particulares y de las dependencias y entidades de la administración pública federal, estatal y municipal en términos de lo dispuesto en la Ley de Planeación y otros ordenamientos aplicables.

La delimitación de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) se estableció a partir de dos criterios rectores: 1) los límites físicos de los paisajes naturales, entendidos como unidades con procesos de funcionamiento natural similares y 2) el mayor o menor grado de fragilidad presente en porciones específicas de cada paisaje. Los límites de las Unidades de Gestión Ambiental, cuyo trazo corre en sentido paralelo a la costa, siguen los límites de los paisajes naturales. En dicho sentido, se diferenciaron cinco tipos de paisaje:

**Tabla III.9 Unidades de paisaje.**

Unidad de paisaje	Descripción
Isla de Barrera	Se forma como consecuencia del transporte marino de sedimentos, la anchura aproximada de este paisaje fluctúa entre 50 m a 2500 m.
Cuerpos lagunares	Son los cuerpos permanentes de agua
Manglares, petenes y blanquizales	Los manglares y petenes conforman una especie de archipiélago, que sobrevive en medio de las sabanas y zonas inundables, gracias al flujo natural de agua dulce que hace posible la reproducción de especies vegetales. Los blanquizales pueden ser formaciones naturales o resultado de la alteración del hábitat de los manglares.
Sabana	Está formada por pastizal inundable que se caracteriza por la presencia dominante de pastos (gramíneas y ciperáceas), y porciones de selva baja inundable. Ocupa sitios de suelos profundos, arcillosos, que se inundan en la época de lluvia.

Unidad de paisaje	Descripción
Selva	La vegetación original de este paisaje está integrada por selva baja caducifolia y al oriente por selva mediana subperenifolia, sin embargo, un alto porcentaje está constituido actualmente por vegetación secundaria o dedicado a actividades agropecuarias.

Los criterios de regulación ecológica se relacionan con cuatro aspectos: construcción de infraestructura; actividades socioeconómicas; emisión de residuos, y conservación de la biodiversidad.

Se establecen tres políticas ambientales generales: Conservación con tres niveles jerárquicos, aprovechamiento con dos niveles, y restauración. En la siguiente Tabla se describen estas políticas.

**Tabla III.10 Políticas ambientales.**

Políticas	Descripción
<b>Conservación con tres niveles jerárquicos:</b>	
C1 Preservación	Esta política se aplica únicamente a las UGAs localizadas en zonas núcleo de las áreas naturales protegidas
C2 Conservación	Esta política está orientada principalmente a la conservación, las actividades que aquí se pueden desarrollar son mínimas.
C3 Conservación con aprovechamiento de muy baja intensidad	Es posible desarrollar un mayor número de actividades, esta política no aplica para la sabana dada su fragilidad y su alto valor ecológico.
<b>Aprovechamiento en dos niveles jerárquicos</b>	
AP1 Aprovechamiento sustentable de baja intensidad	No permite ciertas actividades por la fragilidad del medio: esta política únicamente aplica a Isla de barrera, Lagunas y Selva.
AP2 Aprovechamiento sustentable de intensidad media:	Esta política permite todo tipo de actividades siempre y cuando sean sustentables en términos de intensidad y sistemas tecnológicos empleados
<b>Restauración: R</b>	
Restauración	Esta política identificada con la letra R es de carácter indicativo ya que su aplicación depende de la concurrencia de esfuerzos para realizarla. Se aplica tanto a UGAs de conservación como de aprovechamiento

La clave de las UGAs se ha dividido en dos partes: un identificador formado con las tres primeras letras del nombre del municipio más un número de dos dígitos en orden consecutivo para cada municipio, un guión corto, más tres letras que indican el paisaje natural: Isla de Barrera (BAR); Cuerpos lagunares (LAG); Manglares, Petenes y blanquizales (MAN); Sabana (SAB) o Selva (SEL).

La política está expresada por dos a cuatro caracteres: C1, C2, C3, AP1, AP2, URB (Urbano), PORT (Portuario) más una letra R que indica Restauración y que únicamente se aplica para indicar aquellas UGAs que lo requieren.

El Proyecto se localiza en la UGA PRO17-SEL-C3. Por tanto el proyecto se encuentra en una UGA en el municipio de Progreso, en un paisaje natural de selva, cuya política es de Conservación con aprovechamiento de muy baja intensidad.

La siguiente Tabla muestra los usos actuales, compatibles y no compatibles en la UGA PRO17-SEL-C3

**Tabla III.11. Usos actuales, compatibles y no compatibles en la UGA PRO17-SEL-C3.**

Usos	Descripción
Actual	2 Aprovechamiento tradicional de flora y fauna, 3 Apicultura, 8 Agricultura tradicional (milpa y ganadería de ramoneo, 9 Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco y frutales), 12 Ganadería estabulada (bovinos, porcinos y aves), 16 Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos, 17 Extracción industrial de piedra o sascab, 25 Comercio y servicios
Compatibles	1 Conservación, 2 Aprovechamiento tradicional de flora y fauna, 3 Apicultura, 4 Unidades de manejo de vida silvestre, 6 Acuicultura artesanal, 7 Acuicultura industrial, 8 Agricultura tradicional (milpa y ganadería de ramoneo, 9 Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco y frutales), 11 Ganadería extensiva (bovinos, ovinos), 12 Ganadería estabulada (bovinos, porcinos y aves), 16 Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos, 20 Turismo de bajo impacto ,21 Turismo alternativo (hoteles y servicios ambientales compatibles), 22 Turismo segunda residencia, 23 Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos, 25 Comercio y servicios, 28 Aprovechamiento forestal maderable y no maderable*, 29. Industria eoloeléctrica*.
No compatibles	5 Pesquero de subsistencia,10 Agricultura semi intensiva (Horticultura, Floricultura),13 Extracción artesanal de sal y/o artemia, 14 Extracción industrial de sal, 15 Extracción de arena, 17 Extracción industrial de piedra o sascab ,18 Industrial no contaminantes del manto freático y de bajo consumo de agua,19 Industria en general, 24 Campos de golf, 26 Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, 27 Desarrollos portuarios-marinos y servicios relacionados*.

Nota: Estos usos se agregaron en la modificación POETCY publicada en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán del 20 de marzo de 2014 mediante el decreto 160/2014.

Como se puede apreciar en los Usos Compatibles se encuentra el número 29 Industria eoloeléctrica y en Usos No Compatibles el número 19 Industria en general y no se encuentra en ninguna de ellos la Industria Fotovoltaica, como sí se encuentra más adelante en el Criterio de Regulación Ecológica numero 65 aplicable a esta UGA.

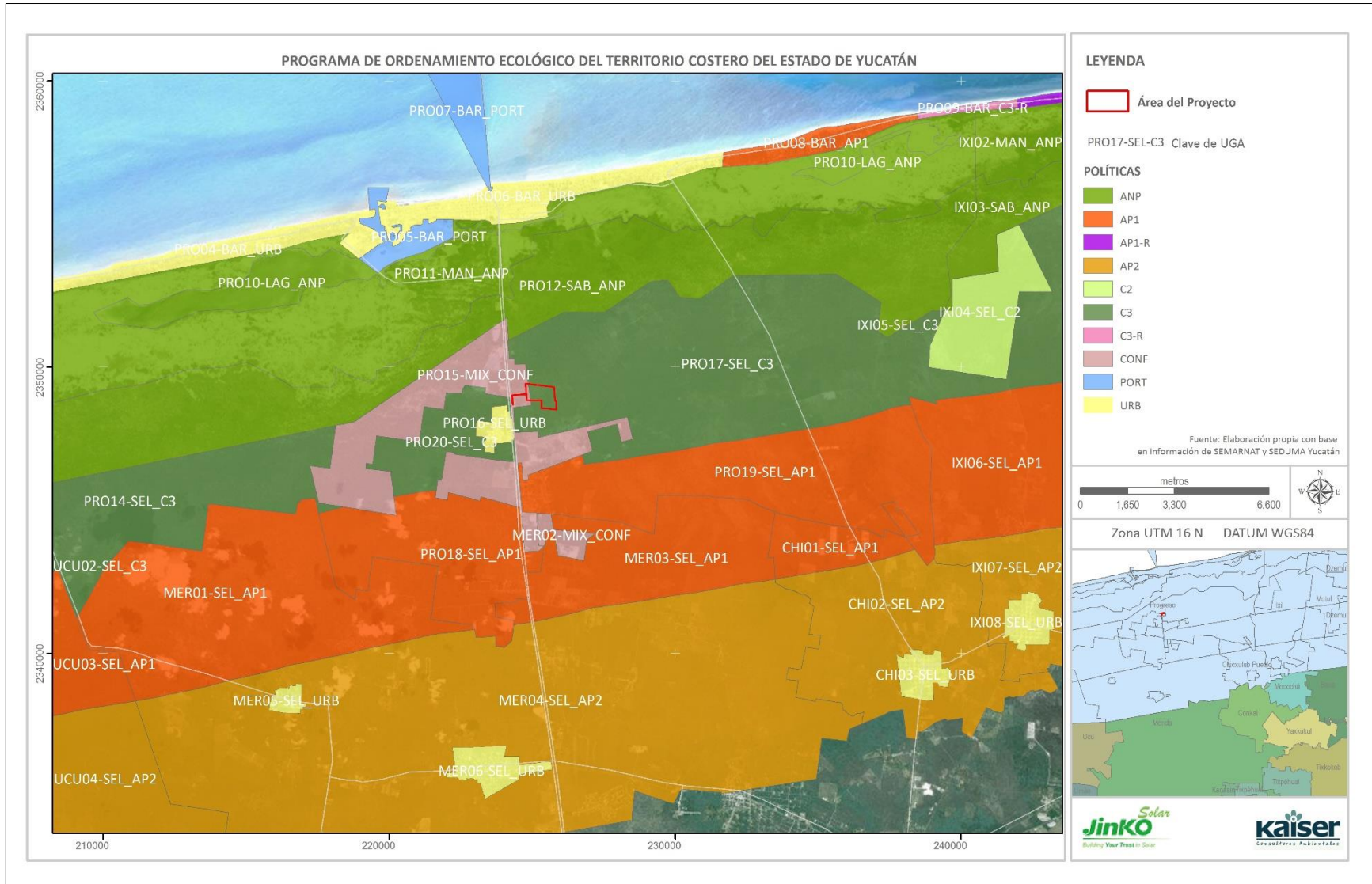
Es importante analizar el por qué no puede entenderse como uso no compatible la Industria fotovoltaica por considerar que es una Industria en general. En dicho sentido, por Industria, el Diccionario de la Real Academia Española la define como “Conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales”.

De hecho, el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, define como Uso Industrial: la utilización de agua nacional en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o **transformación de materias primas** o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como la que se utiliza en parques industriales, en calderas, en dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aún en estado de vapor, que sea usada para la generación de energía eléctrica o para cualquier otro uso o **aprovechamiento de transformación**". En otras palabras, **la industria es la actividad que tiene como finalidad transformar los materiales en productos elaborados o semielaborados**. Además de materiales, para su desarrollo, la industria necesita maquinaria y recursos humanos organizados habitualmente en empresas por su especialización laboral. **De acuerdo con este concepto de industria, es claro que la generación de energía fotovoltaica, no se considera como industria pues no transforma materiales en producto alguno.**

A mayor abundamiento, las leyes especiales en la materia, como la Ley de Transición Energética, en consonancia con Ley de Industria Eléctrica definen como "Industria Eléctrica: Las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, así como la operación del Mercado Eléctrico Mayorista". Es decir, la sólo generación eléctrica, de cualquier tipo, como la fotovoltaica, no es considerada como Industria Eléctrica. Para la **Ley de Industria Eléctrica** el proyecto que se somete a evaluación de impacto ambiental es una **Central Eléctrica**, es decir: "Instalaciones y equipos que, en un sitio determinado, permiten generar energía eléctrica y productos asociados". Por tanto, para la Ley de Industria Eléctrica y la Ley de Transición Energética, una cosa es la "Industria Eléctrica" y otra una "Central Eléctrica".

Ahora bien, suponiendo sin conceder que la generación de energía fotovoltaica, se considerase como "industria", ésta, es decir, la industria fotovoltaica, no puede considerarse para efectos del POETCY como industria en general, pues como hemos mencionado, y que se verá mas adelante, el criterio 65 de aplicación a esta UGA considera como Criterio de Regulación Ecológica aplicable, "el desarrollo de la industria eléctrica fotovoltaica".

Además, que el propio POETCY considera diversos tipos de industria: la general, la eólica, la fotovoltaica, la acuicultura industrial, la extracción industrial de sal, la extracción industrial de piedra o sascab, y la industria no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua. Por tanto es claro que la industria fotovoltaica, no puede considerarse para efectos del POETCY como Industria en general, toda vez que si se hubiera querido establecer como un uso no compatible (la industria fotovoltaica), se hubiese señalado de manera explícita, como se señala en los criterios de regulación ecológica aplicable a esta UGA, y como se mencionan también como actividades y uso no compatibles la Extracción industrial de sal, la Extracción industrial de piedra o sascab, la Industria no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.



**Figura III.5. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán.**

**Tabla III.12. Criterios aplicables a la UGA PRO17-SEL-C3.**

No. de criterio	Descripción	Forma de cumplimiento
5	Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 2 l/s, con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 10 l/s si se demuestra, con un estudio geohidrológico detallado del predio, que la capacidad del acuífero lo permite; en este caso la autorización deberá supeditarse a que se establezca un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero y a la inscripción y participación activa del usuario en el Consejo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua CNA, en los términos de lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales.	El Proyecto no contempla la extracción de agua en ninguna etapa del Proyecto. Tanto en la etapa de preparación del sitio como de construcción se contempla la compra del agua cruda, potable y desionizada (se utilizó para la limpieza de los paneles) en casas comerciales.
8	No se podrán establecer áreas de desarrollo de infraestructura en una colindancia menor de 100 m con respecto al límite de la sabana, con el fin de mantener intactas las condiciones naturales de los ecosistemas	El Proyecto se llevará a cabo en un área con vegetación arbustiva de selva baja caducifolia y no afectará ni colinda con sabana. El proyecto se pretende ubicar a <b>aproximadamente 1.8 km</b> al sur del límite de la sabana. Ver figura III.6
10	Se deberá promover la elaboración de programas de desarrollo urbano para planear y regular la expansión de los asentamientos humanos, regularizar los existentes, evitar invasiones en zonas federales de ciénagas, prever la creación de centros de población, y delimitación de fondos legales y reservas de crecimiento. Asimismo se promoverá la coordinación de los municipios conurbados en los términos de lo establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán	No aplica ya que el Proyecto no contempla la creación de núcleos de población.
11	De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida Silvestre, cuando se requiera delimitar los terrenos particulares, fuera de zonas urbanas y los bienes nacionales que hayan sido concesionados, con previa autorización de la autoridad competente, esta delimitación se deberá realizar garantizando el libre paso de las especies y que no fragmenten el ecosistema.	El Proyecto contempla malla ciclónica para la protección de las instalaciones, esta permitirá el paso de pequeños mamíferos, anfibios y reptiles. Aunado a ello, el Proyecto se llevará a cabo en una superficie de <b>65.11 ha</b> , de las cuales <b>15.51 ha</b> se destinarán a la conservación.
13	El uso recreativo de cavernas, cenotes y manantiales requerirá para su funcionamiento de una manifestación de impacto ambiental.	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico y no contempla el uso recreativo de cavernas ni cenotes.

No. de criterio	Descripción	Forma de cumplimiento
25	Los desarrollos urbanos y turísticos sometidos a autorización de la autoridad competente deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico.
27	Se considera compatible con el ecosistema, la instalación de infraestructura para pernocta de turismo de bajo impacto, siempre y cuando se construya sobre pilotes de madera que permitan el flujo hidrológico y el paso de la fauna silvestre, los cuales solo podrán ser construidos con materiales biodegradables. Estos proyectos deberán considerar la inclusión de sistemas de tratamiento de aguas residuales y manejo de residuos sólidos, así como sistemas de energía alternativa.	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico, por lo que no se desarrollan actividades turísticas.
28	Dada la baja aptitud de los suelos para actividades agropecuarias, se deben incorporar prácticas agroecológicas, silvopastoriles o agroforestales que permitan evitar la erosión de los suelos y mantener su fertilidad, fomentar el uso de composta o mejoradores orgánicos de suelo, racionalizar el uso de agua y la aplicación de agroquímicos. Se privilegian aquellas actividades que favorezcan la producción orgánica. Se recomienda la adopción de prácticas de roza, tumba y reincorporación que promueve la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. La actividad porcícola no está permitida dada la vulnerabilidad del territorio a la contaminación y a la falta de suelos adecuados para tal fin. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos). Toda actividad forestal deberá someterse a evaluación de impacto ambiental y contar con programa de manejo autorizado.	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico, por lo que no se desarrollan actividades agropecuarias.
29	Esta zona se considera apta para el desarrollo de actividades recreativas, tales como prácticas de campismo, ciclismo, rutas interpretativas, observación de fauna y paseos fotográficos, lo cual puede implicar la necesidad de instalación de infraestructura de apoyo tales como senderos de interpretación de la naturaleza, miradores y torres para observación de aves.	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico y por lo tanto no contempla actividades turísticas
35	De acuerdo con el artículo 122, fracción VI, de la Ley General de Vida Silvestre, se considera una infracción el manejar ejemplares de especies exóticas fuera de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre de confinamiento controlado. Solo en casos justificados o de ornato se permitirá el uso de palma de coco (enano malayo) en la duna costera	Al tratarse de un Proyecto fotovoltaico, no se considera la introducción y/o manejo de especies exóticas. El Proyecto tampoco se ubica en la zona de costa con presencia de dunas.



No. de criterio	Descripción	Forma de cumplimiento
39	La construcción de nuevos caminos así como el ensanche, cambio de trazo y pavimentación de los caminos existentes requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental en los términos de lo establecido en las leyes federales y estatales correspondientes excepto en el caso que conlleve acciones de restauración de flujos hidráulicos en el caso de zonas inundables extendidas en sabanas, lagunas y manglares. A reserva de que los estudios hidráulicos en el trazo vial determinen especificaciones precisas, en carreteras existentes o futuras, se deberá procurar que exista al menos un 30% del área libre de flujo y deben realizarse sobre pilotes y/ó puentes en los cauces principales de agua.	El Proyecto no se ubica ni en una zona de manglar, de humedales o de sabana, por lo que este criterio no le aplica.
40	El uso del fuego deberá considerar las regulaciones que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley de Prevención y Combate de Incendios Agropecuarios y Forestales del Estado de Yucatán.	El Proyecto no utilizará fuego en ninguna de sus etapas.
41	Se considera que el aprovechamiento de especies silvestres será compatible con la protección de este ecosistema siempre y cuando sea en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre, cuyo programa de manejo sea autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de especies silvestres, por lo que este criterio no es aplicable al mismo.
45	En los casos que a la fecha de la expedición de este ordenamiento existieran ranchos con ganadería bovina extensiva, y dado que estos terrenos no son aptos para esta actividad, se recomienda que se realice en parcelas rotativas con desmontes temporales y manteniendo franjas de vegetación nativa, o mediante el establecimiento de sistemas agroforestales con especies forrajeras. Asimismo, se recomienda la adopción de prácticas de ganadería diversificada. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos).	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico y por lo tanto no contempla actividades pecuarias.
46	Esta zona es apta para la extracción artesanal de piedra sin uso de maquinaria de excavación ni explosivos. No se permite la extracción industrial de material pétreo excepto en los casos en que a la expedición de este ordenamiento estén funcionando y que serán sometidos a confinamiento en términos de la superficie proyectada de aprovechamiento y deberán presentar estudios geohidrológicos detallados y modelaciones matemáticas que permitan evaluar y monitorear su impacto en el acuífero y acuitardo por el tiempo	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico y por lo tanto no contempla la extracción de material pétreo.

No. de criterio	Descripción	Forma de cumplimiento
	proyectado de aprovechamiento. En el caso de bancos de préstamo para el mantenimiento de carreteras las obras proyectadas serán sometidas a evaluación de impacto ambiental.	
52	El aprovechamiento cinegético estará supeditado a las autorizaciones y permisos de la autoridad competente, respetando los calendarios, las vedas y las unidades de manejo ambientales definidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Se deberán respetar las áreas de restricción establecidas en las localidades de Uaymitún, Telchac Puerto y San Crisanto según el programa vigente de aprovechamiento cinegético de aves acuáticas.	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico y por lo tanto no contempla el aprovechamiento cinegético.
55	No se permiten las descargas de aguas residuales de ningún tipo, según lo dispuesto en el artículo 121 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	El Proyecto fotovoltaico como tal no contempla la descargas de aguas residuales, con excepción de las aguas sanitarias que serán tratadas en un biodigestor que cumplirá con la normatividad aplicable y vigente en la materia.
57	Los proyectos de construcción de viviendas, desarrollos turísticos de hospedaje y servicios, los desarrollos urbanos y, en general, cualquier edificación sometida a la evaluación de la autoridad competente deben incluir la implementación de sistemas ahorradores de agua y sistemas integrales de tratamiento y disposición de aguas residuales previendo la separación de aguas grises de las negras.	El Proyecto fotovoltaico como tal no contempla la descargas de aguas residuales, con excepción de las aguas sanitarias que serán tratadas en un biodigestor que cumplirá con la normatividad aplicable y vigente en la materia. Aunado a ello se contará con dispositivos ahorradores de agua.
58	Se restringe el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, defoliantes pesticidas y se deberá fomentar el uso de productos ambientalmente compatibles para el control integral de plagas, enfermedades o control biológico.	El Proyecto no utilizará herbicidas, defoliantes ni pesticidas.
61	Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico, el manejo de los residuos se realizará de acuerdo a la normatividad ambiental vigente y aplicable.
62	No se permite el establecimiento de sitios de disposición final de residuos sólidos o líquidos en entradas de cuevas o grutas o en la ribera de cenotes, ni en las inmediaciones de estas, a distancias menores de 100m.	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico, el manejo de los residuos se realizará de acuerdo a la normatividad ambiental vigente y aplicable..

No. de criterio	Descripción	Forma de cumplimiento
65	<p>Para el desarrollo de la industria eléctrica fotovoltaica y eólica, se deberá presentar un estudio de impacto ambiental, y particularmente el segundo requerirá de estudios detallados del sitio sobre geología, hidrogeología (con modelación matemática incluyendo cuña marina e interfase salina), topografía, geofísica y geotécnica, así como evaluación de cuando menos un año sobre las poblaciones de felinos, quirópteros, aves y rutas migratorias a 50 km a la redonda. De igual forma realizará evaluaciones sobre ruido e impacto visual. Este tipo de actividad se realizará preferentemente en terrenos agropecuarios. Todo cambio de uso de suelo forestal deberá justificarse plenamente.</p>	<p>En cumplimiento a esta disposición se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) del Proyecto consistente en una Central Eléctrica fotovoltaica para su evaluación por parte de la SEMARNAT.</p> <p>El Proyecto requiere de la remoción de la vegetación forestal en las superficies que se describen en esta Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que en cumplimiento a lo establecido en la LGDFS y su Reglamento se elaborará el Estudio Técnico Justificativo para la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de las áreas requeridas para la construcción y operación del Proyecto, el cual será presentado para correspondiente evaluación por parte de dicha dependencia.</p>

Fuente: Diario Oficial del Estado de Yucatán del 20 de marzo de 2014. Decreto 160/2014 por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán.

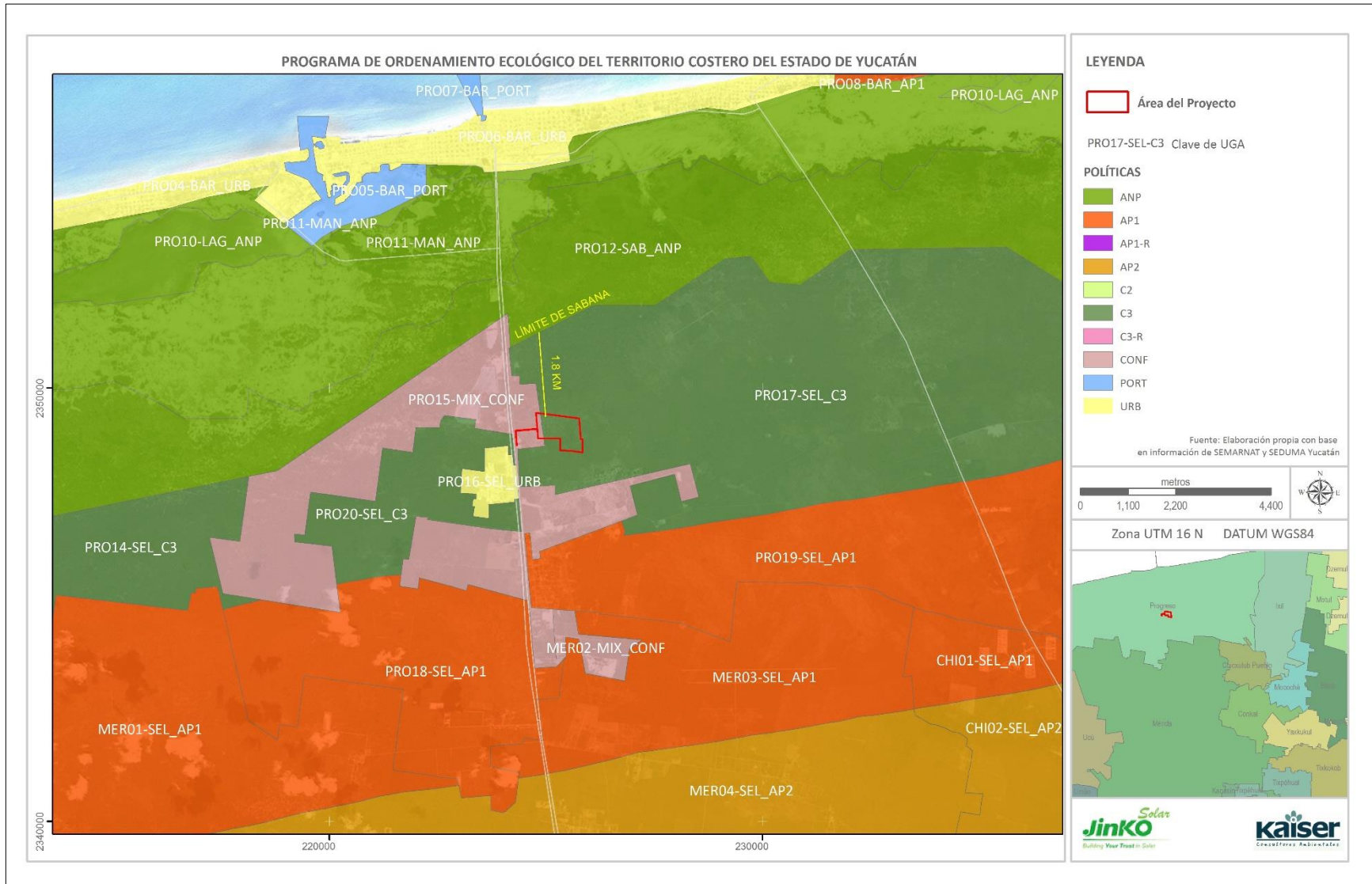


Figura III.6. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán.

El Proyecto objeto de la presente evaluación, específicamente en las áreas asociadas a los accesos y la línea de distribución, también se localiza en la UGA PRO15-MIX-CONF, con un paisaje de uso mixto y política de confinamiento, en la siguiente Tabla muestra los usos actuales, compatibles y no compatibles en esta UGA.

**Tabla III.13. Usos actuales, compatibles y no compatibles en la UGA PRO15MIX-CONF.**

Usos	Descripción
Actual	2 Aprovechamiento tradicional de flora y fauna, 5 Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva, 6 Acuacultura artesanal o extensiva, 8 Agricultura tradicional (milpa y ganadería de ramoneo, 9 Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco y frutales), 10 Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato, 11 Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros, 12 Ganadería estabulada (bovinos, porcinos y aves), 16 Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos, 17 Extracción industrial de piedra o sascab, 18 Industrial no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua, 19 Industria en general, 23 Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos), 25 Comercio y servicios.
Compatibles	6 Acuacultura artesanal, 7 Acuacultura industrial, 8 Agricultura tradicional (milpa y ganadería de ramoneo, 9 Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco y frutales), 10 Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato), 11 Ganadería extensiva (bovinos, ovinos), 12 Ganadería estabulada (bovinos, porcinos y aves), 16 Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos, 17 Extracción industrial de piedra o sascab, 18 Industrial ligera no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua, 19 Industria semipesada y pesada, 28 Aprovechamiento forestal maderable y no maderable*, 29. Industria eoloelectrónica*.
No compatibles	1 Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas, 2 Aprovechamiento doméstico de flora y fauna, 3 Apicultura, 4 Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético, 5 Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva, 13 Extracción artesanal de sal y/o artemia, 14 Extracción industrial de sal, 15 Extracción de arena, 20 Turismo de muy bajo impacto (pasa día, palapas, senderos, pesca deportiva -en mar o ría- observación de aves, fotografía, acampado), 21 Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles), 22 Vivienda Unifamiliar, 23 Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos), 24 Campos de golf, 25 Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán, 26 Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, 27 Desarrollos portuarios-marinos y servicios relacionados*.

Nota: Estos usos se agregaron en la modificación POETCY publicada en el Diario Oficial de Yucatán el 20 de marzo de 2014 mediante el decreto 160/2014.

**Tabla III.14. Criterios aplicables a la UGA PRO15MIX-CONF.**

No. de criterio	Descripción	Forma de cumplimiento
5	Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 2 l/s, con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 10 l/s si se demuestra, con un estudio geohidrológico detallado del predio, que la capacidad del acuífero lo permite; en este caso la autorización deberá supeditarse a que se establezca un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero y a la inscripción y participación activa del usuario en el Consejo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua CNA, en los términos de lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales.	El Proyecto no contempla la extracción de agua en ninguna etapa del Proyecto. Tanto en la etapa de preparación del sitio como de construcción se contempla la compra del agua cruda, potable y desionizada (que se utilizará para la limpieza de los paneles) en casas comerciales.
8	No se podrán establecer áreas de desarrollo de infraestructura en una colindancia menor de 100 m con respecto al límite de la sabana, con el fin de mantener intactas las condiciones naturales de los ecosistemas.	El Proyecto se llevará a cabo en un área con vegetación arbustiva de selva baja caducifolia y no afectará ni colinda con sabana. El proyecto se ubica a aproximadamente 1.8 km al sur del límite de la sabana, ver Figura III.6
10	Se deberá promover la elaboración de programas de desarrollo urbano para planear y regular la expansión de los asentamientos humanos, regularizar los existentes, evitar invasiones en zonas federales de ciénagas, prever la creación de centros de población, y delimitación de fondos legales y reservas de crecimiento. Asimismo se promoverá la coordinación de los municipios conurbados en los términos de lo establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán.	No aplica ya que el Proyecto no contempla la creación de núcleos de población.
11	De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida Silvestre, cuando se requiera delimitar los terrenos particulares, fuera de zonas urbanas y los bienes nacionales que hayan sido concesionados, con previa autorización de la autoridad competente, esta delimitación se deberá realizar garantizando el libre paso de las especies y que no fragmenten el ecosistema.	El Proyecto contempla malla ciclónica para la protección de las instalaciones, esta permitirá el paso de pequeños mamíferos, anfibios y reptiles. Aunado a ello, el Proyecto se llevará a cabo en una superficie de <b>65.11 ha</b> , de las cuales <b>15.51 ha</b> se destinarán a la conservación.
13	El uso recreativo de cavernas, cenotes y manantiales requerirá para su funcionamiento de una manifestación de impacto ambiental.	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico y no contempla el uso recreativo de cavernas ni cenotes.

No. de criterio	Descripción	Forma de cumplimiento
25	Los desarrollos urbanos y turísticos sometidos a autorización de la autoridad competente deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos.	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico.
29	Esta zona se considera apta para el desarrollo de actividades recreativas, tales como prácticas de campismo, ciclismo, rutas interpretativas, observación de fauna y paseos fotográficos, lo cual puede implicar la necesidad de instalación de infraestructura de apoyo tales como senderos de interpretación de la naturaleza, miradores y torres para observación de aves.	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico y por lo tanto no contempla actividades turísticas.
39	La construcción de nuevos caminos así como el ensanche, cambio de trazo y pavimentación de los caminos existentes requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental en los términos de lo establecido en las leyes federales y estatales correspondientes excepto en el caso que conlleve acciones de restauración de flujos hidráulicos en el caso de zonas inundables extendidas en sabanas, lagunas y manglares. A reserva de que los estudios hidráulicos en el trazo vial determinen especificaciones precisas, en carreteras existentes o futuras, se deberá procurar que exista al menos un 30% del área libre de flujo y deben realizarse sobre pilotes y/ó puentes en los cauces principales de agua.	El Proyecto no se ubica ni en una zona de manglar, de humedales o de sabana, por lo que este criterio no le aplica.
40	El uso del fuego deberá considerar las regulaciones que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley de Prevención y Combate de Incendios Agropecuarios y Forestales del Estado de Yucatán.	El Proyecto no utilizará fuego en ninguna de sus etapas.
41	Se considera que el aprovechamiento de especies silvestres será compatible con la protección de este ecosistema siempre y cuando sea en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre, cuyo programa de manejo sea autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de especies silvestres, por lo que este criterio no es aplicable al mismo.
45	En los casos que a la fecha de la expedición de este ordenamiento existieran ranchos con ganadería bovina extensiva, y dado que estos terrenos no son aptos para esta actividad, se recomienda que se realice en parcelas rotativas con desmontes temporales y manteniendo franjas de vegetación nativa, o mediante el establecimiento de sistemas agroforestales con especies forrajeras. Asimismo, se recomienda la	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico y por lo tanto no contempla actividades pecuarias.

No. de criterio	Descripción	Forma de cumplimiento
	adopción de prácticas de ganadería diversificada. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos).	
46	Esta zona es apta para la extracción artesanal de piedra sin uso de maquinaria de excavación ni explosivos. No se permite la extracción industrial de material pétreo excepto en los casos en que a la expedición de este ordenamiento estén funcionando y que serán sometidos a confinamiento en términos de la superficie proyectada de aprovechamiento y deberán presentar estudios geohidrológicos detallados y modelaciones matemáticas que permitan evaluar y monitorear su impacto en el acuífero y acuitardo por el tiempo proyectado de aprovechamiento. En el caso de bancos de préstamo para el mantenimiento de carreteras las obras proyectadas serán sometidas a evaluación de impacto ambiental.	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico y por lo tanto no contempla la extracción de material pétreo.
52	El aprovechamiento cinegético estará supeditado a las autorizaciones y permisos de la autoridad competente, respetando los calendarios, las vedas y las unidades de manejo ambientales definidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Se deberán respetar las áreas de restricción establecidas en las localidades de Uaymitún, Telchac Puerto y San Crisanto según el programa vigente de aprovechamiento cinegético de aves acuáticas.	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico y por lo tanto no contempla el aprovechamiento cinegético.
55	No se permiten las descargas de aguas residuales de ningún tipo, según lo dispuesto en el artículo 121 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	El Proyecto fotovoltaico como tal no contempla la descargas de aguas residuales, con excepción de las aguas sanitarias que serán tratadas en un biodigestor que cumplirá con la normatividad aplicable y vigente en la materia.
57	Los proyectos de construcción de viviendas, desarrollos turísticos de hospedaje y servicios, los desarrollos urbanos y, en general, cualquier edificación sometida a la evaluación de la autoridad competente deben incluir la implementación de sistemas ahorradores de agua y sistemas integrales de tratamiento y disposición de aguas residuales previendo la separación de aguas grises de las negras.	El Proyecto fotovoltaico como tal no contempla la descargas de aguas residuales, con excepción de las aguas sanitarias que serán tratadas en un biodigestor que cumplirá con la normatividad aplicable y vigente en la materia. Aunado a ello se contará con dispositivos ahorradores de agua.
58	Se restringe el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, defoliantes pesticidas y se deberá fomentar el uso de productos ambientalmente compatibles para el control integral de plagas, enfermedades o control biológico.	El Proyecto no utilizará herbicidas, defoliantes ni pesticidas.



No. de criterio	Descripción	Forma de cumplimiento
61	Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico, el manejo de los residuos se realizará de acuerdo a la normatividad ambiental vigente y aplicable..
62	No se permite el establecimiento de sitios de disposición final de residuos sólidos o líquidos en entradas de cuevas o grutas o en la ribera de cenotes, ni en las inmediaciones de estas, a distancias menores de 100m.	No aplica ya que es un Proyecto fotovoltaico, el manejo de los residuos se realizará de acuerdo a la normatividad ambiental vigente y aplicable..
65	Para el desarrollo de la industria eléctrica fotovoltaica y eólica, se deberá presentar un estudio de impacto ambiental, y particularmente el segundo requerirá de estudios detallados del sitio sobre geología, hidrogeología (con modelación matemática incluyendo cuña marina e interfase salina), topografía, geofísica y geotécnia, así como evaluación de cuando menos un año sobre las poblaciones de felinos, quirópteros, aves y rutas migratorias a 50 km a la redonda. De igual forma realizará evaluaciones sobre ruido e impacto visual. Este tipo de actividad se realizará preferentemente en terrenos agropecuarios. Todo cambio de uso de suelo forestal deberá justificarse plenamente.	En cumplimiento a esta disposición se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) del Proyecto consistente en una Central Eléctrica fotovoltaica para su evaluación por parte de la SEMARNAT. El Proyecto requiere de la remoción de la vegetación forestal en las superficies que se describen en esta Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que en cumplimiento a lo establecido en la LGDFS y su Reglamento se elaborará el Estudio Técnico Justificativo para la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de las áreas requeridas para la construcción y operación del Proyecto, el cual será presentado para correspondiente evaluación por parte de dicha dependencia.

### III.3. PROGRAMAS ESTATALES Y MUNICIPALES

#### III.3.1. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2012-2018

El Plan Estatal de Desarrollo es el instrumento rector del estado, en el que se establecen cinco ejes de intervención pública: Yucatán competitivo, Yucatán incluyente, Yucatán con educación de calidad, Yucatán con crecimiento ordenado y Yucatán seguro

El Proyecto se vincula con el eje IV Yucatán con crecimiento ordenado, específicamente con el objetivo *Incrementar la cobertura de infraestructura básica en el estado*, para lo cual se plantea como una de sus estrategias es *Promover sistemas de tecnología alternativa que mejor se adapten a las condiciones de la región*. Por lo que la instalación del Parque Solar Fotovoltaicopromovera a la implementación de tecnología capaz de dar el aprovechamiento a la radiación solar característica de la región, con el fin de transformarla en energía eléctrica.

#### III.3.2. PROGRAMA SECTORIAL DE INFRAESTRUCTURA DEL ESTADO DE YUCATÁN

El Programa Sectorial de Infraestructura fue publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 25 de abril de 2014. Su misión es coordinar la planeación y ejecución de infraestructura pública como detonante de la economía en el estado; generar bienestar a la población yucateca con acciones estratégicas necesarias y de calidad para el crecimiento ordenado y sustentable en el territorio, a través de la implementación de programas enfocados a la construcción de infraestructura para el desarrollo del estado, vivienda y apego a la normatividad en materia ambiental y urbana.

El Programa Sectorial de Infraestructura para el Desarrollo Sustentable se vincula con el Plan Estatal de Desarrollo 2012-2018, específicamente en el *Eje 4 Yucatán con Crecimiento Ordenado*, y establece como temas estratégicos que habría de atender, los siguientes: Infraestructura Portuaria, Conectividad Terrestre, Industria de la construcción, Conectividad Digital, Infraestructura Básica, Rezago Habitacional, Desarrollo Urbano y Metropolitano, Sistemas de Transporte, **Infraestructura para el Desarrollo Sustentable, y Energías alternativas.**

Con lo que respecta al tema de Energías alternativas, el objetivo principal es incrementar la producción de energía alternativa en el estado y para lograrlo se contemplan las siguientes estrategias:

*Promover la colaboración entre el sector público y privado para crear sinergias  
Construir infraestructura para la producción de energía con fuentes alternativas.*

El Proyecto contribuye a cumplir con las estrategias establecidas en este Programa al tratarse de un proyecto de energía solar fotovoltaica.

### **III.3.3. PROGRAMA ESPECIAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE YUCATÁN**

El Programa fue publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 26 de abril de 2014. Aborda la acción frente al cambio climático uno de los objetivos principales es :

*Lograr un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, conservando el potencial de sumidero de carbono de las áreas naturales del Estado de Yucatán.*

Una de las estrategias planteadas para reducir las emisiones es: *Reducir las emisiones de GEI asociadas a la electricidad producida en el estado de Yucatán* y como una de las líneas de acción es *Impulsar la energía solar fotovoltaica.*

El Proyecto contribuye a cumplir con uno de los principales objetivos de este programa ya que consiste en un parque solar el cual al emplear tecnología fotovoltaica, para la transformación en energía limpia y evitara el consumo de energía proveniente de fuentes de carbono-

### **III.3.4. PLAN DE DESARROLLO DEL MUNICIPIO DE PROGRESO**

El Plan de Desarrollo Municipal Progreso 2015 – 2018 implica un esfuerzo colectivo encaminado a definir las políticas públicas y los proyectos de alto impacto en el corto, mediano y largo plazo que permitirán al Municipio progresar con un rumbo preciso en los diversos temas de la vida municipal. El Plan de Desarrollo Municipal Progreso 2015 – 2018 contiene seis capítulos:

- I) Perspectiva de la planeación y Desarrollo Municipal en Progreso, Yucatán;
- II) Situación Diagnostica de la Población y las Opciones para su Desarrollo;
- III) Dimensión Estratégica para el Desarrollo Integral;
- IV) Proyectos y Acciones;
- V) Indicadores como Mecanismo de Evaluación y Control y
- VI) Consideraciones para el Fortalecimiento de la Gestión

En el apartado de infraestructura dentro del capítulo II, establece que:

En el municipio de Progreso se tiene una cobertura de los servicios urbanos por encima de 95%, y es en las localidades rurales y las cercanas al mar, donde la cobertura de servicios como el agua, drenaje y luz eléctrica no se presentan en escala completa, sin embargo, donde la concentración de la población en forma mayor se hace presente, dichos servicios y su infraestructura dotan de este beneficio a los habitantes del municipio. Por su parte, la cobertura de energía eléctrica en el resto del municipio, registra un porcentaje mayor al 90%.

La actividad de generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de energías renovables como el sol podría contribuir a una mejora y aprovechamiento sustentable del consumo de energía eléctrica para los fines que convenga el municipio en sus diversas actividades.

Considerando lo anterior el Proyecto es acorde a lo establecido en el Plan de Desarrollo del Municipio de Progreso.

### **III.4. MARCO NORMATIVO**

#### **III.4.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS**

El Proyecto es acorde con la aprobación de la Reforma Constitucional en materia de energía del 20 de diciembre de 2013 y las Leyes Secundarias del 11 de agosto de 2014 (LIE), se define la nueva estructura del sector eléctrico, que introduce la posibilidad por los productores independientes (Privados) de acceder al mercado de la energía, con contratos privados con los consumidores (por ejemplo grandes empresas con altos consumos de energía) o con la venta de energía con contratos de largo plazo para los servicios básicos.

En el caso del suministro básico, la CFE y CENACE podrán realizar este tipo de contratos pero empleando un esquema de subastas, con el fin de asegurar las mejores condiciones técnico-financieras de dicha adquisición.

El Proyecto, objeto del presente estudio resultó ganador en la primera subasta de energía de largo plazo promovida por el CENACE y por la SENER en marzo de 2016 y podrá vender los megawatts-hora producidos y Certificados de Energía Limpia (CEL) al suministrador básico (CFE). Por esta razón, es de interés nacional que se lleve a cabo este proyecto y se fomente la atracción de inversión al sector energético mexicano para con ello impulsar el desarrollo del país.

#### **III.4.2. LEYES Y REGLAMENTOS**

##### **III.4.2.1. LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA (LAERFTE)**

Establece el marco regulatorio específico para la generación de energía eléctrica con fuentes alternativas de energía. En su Artículo 21 establece lo siguiente:

*“Los proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables con una capacidad mayor de 2.5 Megawatts, procurarán:*

*I. Asegurar la participación de las comunidades locales y regionales, mediante reuniones y consultas públicas convocadas por las autoridades municipales, ejidales o comunales; en dichas reuniones deberán convenir la participación de los proyectos en el desarrollo social de la comunidad;*

*II. Según se convenga en el contrato respectivo, pagar el arrendamiento a los propietarios de los predios o terrenos ocupados por el proyecto de energía renovable; la periodicidad de los pagos podrá ser convenida con los interesados, pero en ningún caso será inferior a dos veces por año;*

*III. Promover el desarrollo social en la comunidad, en la que se ejecuten los proyectos de generación con energías renovables, conforme a las mejores prácticas internacionales y atender a la normatividad aplicable en materia de desarrollo rural sustentable, protección del medio ambiente y derechos agrarios.”*

El Proyecto dará cumplimiento con lo establecido en este artículo y con ello se estará asegurando la participación de todos los involucrados, así como también se llevará a cabo el contrato conforme lo establece la legislación aplicable.

### III.4.2.2. LEY DE INDUSTRIA ELÉCTRICA

La Ley de la Industria Eléctrica, de acuerdo a su decreto en el DOF el 11-08-2014; su principal objetivo es en 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.

Dado que dichas disposiciones de esta Ley son de interés social y orden público, ésta Ley promueve el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el uso de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes. Estableciendo que las actividades de la industria eléctrica son de interés público.

Dentro de dichas disposiciones, el Proyecto pertenece al sector eléctrico, el cual comprende a la industria eléctrica, por la actividad de generación de energía eléctrica. Lo cual es estipulado en el Artículo 2.

*Artículo 2.- La industria eléctrica comprende las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, así como la operación del Mercado Eléctrico Mayorista. El sector eléctrico comprende a la industria eléctrica y la proveeduría de insumos primarios para dicha industria. Las actividades de la industria eléctrica son de interés público.*

En el Capítulo II de la LIE, en el tema del Impacto Social y Desarrollo Sustentable; se establece en los siguientes artículos, como el Proyecto por su actividad se involucra de manera social, público y ambiental.

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

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

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

El Artículo 89 del Reglamento de la Ley de Industria Eléctrica establece lo siguiente:

*Artículo 89.- La Secretaría será la responsable de los procedimientos de consulta relativos a los proyectos de la industria eléctrica que se desarrollen en comunidades y pueblos indígenas, a que se refiere el artículo 119 de la Ley y emitirá las disposiciones administrativas correspondientes para los procedimientos de consulta conforme a las fases que establece el artículo 92 del presente Reglamento.*

*En el caso de proyectos desarrollados por las empresas productivas del Estado, éstas llevarán a cabo los procedimientos de consulta en términos de las disposiciones administrativas referidas en el párrafo anterior, contando con el visto bueno de la Secretaría.*

*Los procedimientos de consulta se llevarán a cabo libres de coacción, proporcionando información, vasta, veraz y culturalmente pertinente a los pueblos y comunidades indígenas asociados al proyecto.*

Al respecto, cabe mencionar que el Proyecto “Solar San Ignacio”, cuenta con un **permiso legado de generación de energía eléctrica bajo la modalidad de pequeño productor**, el cual fue emitido por la Comisión Reguladora de Energía (CRE), bajo el expediente **E/1135/PP/2014** otorgado a BAZ Energy and Services, S.A. de C.V., el cual será modificado por un permiso de carácter único de generación, como lo permite el Transitorio Décimo de la Ley de la Industria Eléctrica.

El permiso de generación arriba mencionado, fue cedido a Basol San Ignacio S. de R.L. de C.V., empresa que a su vez será fusionada con Energía Solar San Ignacio S. de R.L. de C.V. Esta última celebró el contrato **CCE/SLP201501/13** de cobertura eléctrica con la Comisión Federal de Electricidad (CFE), para la compraventa de energía eléctrica y certificados de energías.

Por tratarse de un **proyecto legado**, se requiere, de acuerdo a los lineamientos de la Secretaría de Energía (SENER) para estos casos, de un Diagnóstico de Impactos Socioculturales a Comunidades y Pueblos Indígenas, con la finalidad de validar o no la procedencia de una Consulta Previa, Libre e Informada.

Se realizó el Diagnóstico de Impactos Socioculturales a Comunidades y Pueblos Indígenas mediante una investigación de gabinete y de campo, como resultado de este trabajo, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Dentro del Área núcleo no hay localidades y por lo tanto no existen sujetos de derechos colectivos, por lo que no procede la Consulta Previa Libre e Informada que el Estado Mexicano debe garantizar, ya que solo hay instalaciones privadas industriales, semindustriales y de servicios, que no someten a ningún acto de tutela, garantía, promoción, protección o cualquier otro, debido a que en ellos solo hay trabajadores que acuden a trabajar pero que habitan en otro lugar donde realizan su vida en comunidad.
- Dentro del Área de Influencia Directa hay una localidad que no es considerada como indígena: Campestre Flamboyanes por lo que no procede la Consulta Previa Libre e Informada que el Estado Mexicano debe garantizar. Además de esta localidad se observa una zona impactada por establecimientos industriales y de servicios, cuyos trabajadores no pueden ser sujetos de derechos colectivos, ya que habitan en otras localidades donde realizan su vida en comunidad.
- Dentro del Área núcleo, no hay asentamientos humanos y en el área de influencia directa, hay una localidad que no se considera indígena de acuerdo a la información oficial, ya que la población indígena es del 11% del total, no tiene estructura organizacional interna, ni apego a territorio, ni existen formalmente, autoridades indígenas distintas a las autoridades ejidales, municipales o estatales y, como la demás población, tiene representación en el aparato de gobierno ya que las autoridades indígenas tradicionales no existen y están políticamente integrados a la sociedad yucateca.

Por lo tanto, no hay impactos socioculturales a los pueblos y comunidades indígenas por no existir localidades de estas características en el área de influencia del proyecto delimitado en según los criterios establecido en el Diagnóstico.

### **III.4.2.3. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su artículo 28 establece lo siguiente:

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

*I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;*

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

*III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear;*

*IV.- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos;*

*V.- Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración;*

*VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;*

*VIII.- Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas;*

*IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;*

*X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;*

*XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación; Fracción reformada DOF 23-02-2005*

*XII.- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y*

*XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.*

Y en el Artículo 5º inciso O) del Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA):

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, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;*

II. *Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas.*

Considerando lo anterior se presenta para su evaluación la manifestación de impacto ambiental del Proyecto Solar San Ignacio con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental.

#### **III.4.2.4 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Y SU REGLAMENTO**

En su Artículo 117 se establece que *“la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del 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 (ETJ) que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada”.*

El Artículo 120 del Reglamento indica que *“para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se deberá solicitar mediante el formato que expida la Secretaría; junto con la solicitud deberá presentarse un Estudio Técnico Justificativo (ETJ)”.*

El Proyecto requiere de la remoción de la vegetación forestal en las superficies que se describen en esta Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que en cumplimiento a lo establecido en la LGDFS y su reglamento se elaborará el Estudio Técnico Justificativo para la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de las áreas requeridas para la construcción y operación del Proyecto, el cual será presentada para evaluación y aprobación ante la Secretaría.

#### **III.4.2.5 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE Y SU REGLAMENTO**

La Ley General de Vida Silvestre en su Artículo 56, establece que la *“La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo...”*



En el Artículo 60 se establece lo siguiente *“La Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados...”*

En atención a lo dispuesto en esta normatividad, previo a la construcción del Proyecto se realizarán actividades para prevenir y/o mitigar los impactos a la flora y fauna como es el rescate y reubicación de especies con alguna categoría de protección establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### **III.4.2.6. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO**

La Ley establece las disposiciones que deberá cumplirse en la generación y manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso. Como se indica a continuación:

*Artículo 18. “Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria...”;*

*Artículo 19. “Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación...”*

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

*Artículo 22. “Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales”.*

En el Reglamento estipula del Artículo 12 que *“Las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría para la clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que estarán sujetos a planes de manejo...”* de igual manera en el Artículo 40 dice que *“La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera”.*

El Proyecto no generará un volumen significativo de residuos, sin embargo, en todo momento se dará un manejo adecuado a los mismos en cumplimiento de las disposiciones aplicables a nivel federal, estatal y municipal, por lo cual se sujetará a las disposiciones de los artículos mencionados para el manejo de los residuos realizando un Plan de Manejo Integral de Residuos.

**Tabla III.15 Vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.**

Artículo	Vinculación con el Proyecto
46. En sus incisos I al IX respecto a la identificación, clasificación, manejo, etiquetado, almacenamiento, transporte, etc.	<p>El Proyecto dará cumplimiento con base en la normatividad de los residuos peligrosos que genere en sus diferentes etapas.</p> <p>Los residuos peligrosos que generará el Proyecto serán manejados de acuerdo con su compatibilidad y de acuerdo con el Plan de Manejo de Residuos, que se elaborará e implementará y que incluirá: Identificación, Clasificación, Separación, Almacenamiento y Valoración de los Residuos y Sustancias.</p>

### III.4.2.7. LEY DE AGUAS NACIONALES Y SU REGLAMENTO

Esta Ley es aplicable a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Y son aplicables a los bienes nacionales. En el caso de la prevención y control de la contaminación del agua se establece en el Artículo 85 que:

*“...Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de:*

- a. Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y*
- b. Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales. “*

Así mismo señala en el Artículo 119 que para daños ocasionados *“La Autoridad del Agua-sancionará conforme a lo previsto por esta Ley, las siguientes faltas:”*

- I. Descargar en forma permanente, intermitente o fortuita aguas residuales en contravención a lo dispuesto en la presente Ley en cuerpos receptores que sean bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o el acuífero...*
- XIV. Arrojar o depositar cualquier contaminante, en contravención a las disposiciones legales, en ríos, cauces, vasos, lagos, lagunas, esteros, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, o infiltrar materiales y sustancias que contaminen las aguas del subsuelo...*
- XVII. Ocasionar daños ambientales considerables o que generen desequilibrios, en materia de recursos hídricos de conformidad con las disposiciones en la materia;*
- XVIII. Desperdiciar el agua en contravención a lo dispuesto en la Ley y sus reglamentos.”*

En el Artículo 156 del Reglamento señala que “Con el objeto de apoyar la prevención y control de la contaminación del agua, La Comisión podrá:”

*II. Fomentar que las asociaciones, colegios de profesionistas y cámaras de la industria y el comercio, así como otros organismos afines, orienten a sus miembros sobre el uso de métodos y tecnologías que reduzcan la contaminación del agua y aseguren su aprovechamiento racional...”*

El Proyecto requerirá agua durante la etapa de construcción, la cual se obtendrá de pipas que abastecieran dicha necesidad y no realizará ninguna descarga de aguas residuales en cuerpos considerados como bienes nacionales ni suelo. Y contempla prevenir infiltraciones que pudieran contaminar el subsuelo.

#### **III.4.2.8. LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL**

Esta Ley fue publicada en el DOF el 07-06-2013 y regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

En el Artículo 10 de la Ley se establece que: *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.*

En el Artículo 12 señala que *Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de:*

*I. Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos;*

En el Artículo 13 se establece que *La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitat, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño.*

El Proyecto contempla el cumplimiento de las normas oficiales y en el caso excepcional que se presente un daño ambiental se procederá a su reparación en los términos que marca la ley.

#### **III.4.2.9 LEY DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN Y SU REGLAMENTO**

El reglamento fue publicado en el Diario Oficial del 26 de mayo de 2011 y la última reforma fue publicada el 30 de noviembre de 2015. En la **Tabla III.16** se presenta la vinculación de los artículos aplicables al Proyecto.

**Tabla III.16 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Protección del Medio Ambiente del Estado de Yucatán.**

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<b>Capítulo V. Prevención y control de la contaminación de la atmósfera generada por fuentes fijas y móviles</b>	
<p><b>Artículo 134.</b> Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permitidos, por tipo de contaminante o por fuentes de contaminación, de conformidad con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.</p>	<p>Los vehículos que serán utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto serán periódicamente verificados para cumplir con las normas oficiales mexicanas: NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2006. Se dará el mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo. Se implementara el Programa de Vigilancia Ambiental para garantizar su cumplimiento.</p>
<p><b>Artículo 152.</b> Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, emitidas por el escape de los vehículos automotores que circulen en el Estado y que utilicen gasolina, diesel biogás o gas licuado del petróleo como combustible, no deberán exceder los niveles máximos permitidos de emisiones, establecidos en las Normas Oficiales Vigentes.</p>	<p>Los vehículos que serán utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto serán periódicamente verificados para cumplir con las normas oficiales mexicanas: NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2006. Se dará el mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo. Se implementara el Programa de Vigilancia Ambiental para garantizar su cumplimiento.</p>
<p><b>Artículo 153.</b> Para efectos de lo establecido en el artículo anterior, los propietarios o poseedores de vehículos que circulen en el Estado, deberán tomar las medidas que señale la Secretaría, para asegurar que las emisiones de éstos no rebasen los niveles máximos permitidos</p>	<p>Los vehículos que serán utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto serán verificados. Se exigirá a los contratistas vía contrato escrito, los comprobantes de mantenimiento de la maquinaria y vehículos a utilizar en a obra, así como la verificación vehicular correspondiente.</p>
<p><b>Artículo 155.</b> Los vehículos automotores que estén registrados en el Estado, deberán someterse obligatoriamente a verificación en las fechas que fije la Secretaría en los programas que para el efecto publicará.</p>	<p>Los vehículos que serán utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto serán verificados. Se exigirá a los contratistas vía contrato escrito, los comprobantes de mantenimiento de la maquinaria y vehículos a utilizar en a obra, así como la verificación vehicular correspondiente.</p>
<b>Capítulo VI. De la contaminación del agua</b>	
<p><b>Artículo 195.</b> Todas las descargas de aguas residuales domésticas deberán ser vertidas a fosas sépticas o algún sistema de recolección, que cuente con el tratamiento que garantice la reducción de contaminantes del agua residual.</p>	<p>Para controlar los residuos sanitarios durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se contratarán baños portátiles con lavabo, uno por cada venticinco trabajadores. En la operación del Proyecto se instalarán sanitarios con depósito.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>Artículo 196.</b> Las aguas residuales domésticas tratadas mediante fosas sépticas, deberán ser vertidas a campos de absorción o irrigación, cuya profundidad esté entre tres y cuatro metros sobre el manto freático del lugar. Cuando esto no sea posible, las aguas deberán ser sometidas a algún otro método de tratamiento con eficiencia similar a los sistemas descritos.</p>	<p>En ambos casos se contratará a una empresa autorizada para el mantenimiento periódico y la disposición de los residuos lo realizará en sitios autorizados.</p>
<b>Capítulo VIII. De la contaminación por ruido</b>	
<p><b>Artículo 201.</b> En el ámbito de su competencia, la Secretaría deberá requerir a los responsables de las fuentes emisoras de ruido de que le proporcionen la información respecto a la emisión de ruido contaminante, de acuerdo con las disposiciones de este reglamento.</p>	<p>En caso de que la Secretaría solicite información del equipo y maquinaria principal fuente de emisiones de ruido durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se proporcionará la información solicitada.</p>
<b>Capítulo IX De la conservación, prevención y saneamiento de los suelos</b>	
<p><b>Artículo 207.</b> Para su conservación y aprovechamiento posterior los suelos que se produzcan con motivo de la remoción de la cubierta vegetal, serán dispuestos en los sitios que la Secretaría determine.</p>	<p>El Proyecto contempla almacenar temporalmente el suelo orgánico, para posteriormente utilizarlo para la restauración e inducir el crecimiento de a vegetación herbácea en el parque solar y en el derecho de vía de la línea de distribución.</p>
<b>Capítulo X. De las áreas verdes</b>	
<p><b>Artículo 209.</b> En los proyectos para la realización de obras en el territorio del Estado, se deberá contemplar el establecimiento de las áreas verdes, cuyo objeto será el de cumplir con la función de generar oxígeno, mantener el clima de la zona y compensar la afectación del área por el desarrollo de la obra o actividad.</p>	<p>El Proyecto se llevará a cabo en una superficie de <b>65.11 ha</b>, de las cuales <b>15.51 ha</b> se destinarán a la conservación.</p>
<p><b>Artículo 210.</b> Las áreas verdes serán establecidas por la Secretaría y se fijarán de acuerdo a la proporción de la zona afectada o por afectar, por el desarrollo de obras o actividades, y deberán de ser de, al menos, el 15 por ciento de la extensión total de la zona, o en su caso, se observará lo establecido en los ordenamientos específicos que establezcan porcentajes para dichas superficies.</p>	<p>El Proyecto se llevará a cabo en una superficie de <b>65.11 ha</b>, de las cuales <b>15.51 ha</b> se destinarán a la conservación que representan el <b>23.24 %</b> de la superficie total requerida.</p>
<p><b>Artículo 211.</b> El establecimiento de las áreas verdes es independiente y adicional a otras superficies establecidas en los diversos ordenamientos de desarrollo urbano.</p> <p>En el riego de áreas verdes, se utilizará únicamente agua pluvial capturada o aguas grises o negras para su reciclaje que cumplan con la NOM-033-SEMARNAT-2015.</p>	<p>En el mantenimiento de las áreas verdes se utilizarán especies características de la selva baja caducifolia, para minimizar el riego. Se utilizará únicamente agua tratada en caso de llegar a hacer riegos.</p>

### III.4.2.10 LEY PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PARA EL ESTADO DE YUCATÁN Y SU REGLAMENTO

Este Reglamento fue publicado en el Diario Oficial del Estado de Yucatán, el lunes 06 de agosto de 2012, la última reforma fue publicada el 25 de abril del 2014. De acuerdo al Artículo 6 de esta ley, se consideran como residuos de manejo especial entre otros los siguientes:

- a) *Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera*
- c) *Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades;*
- g) *Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;*

Considerando lo anterior el Proyecto será generador de residuos de manejo especial y por lo tanto cumplirá con los artículos de la Ley y su Reglamento como a continuación se indica en la Tabla III.17.

**Tabla III.17 Vinculación del Proyecto la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para el Estado de Yucatán y su Reglamento.**

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<b>Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para el Estado de Yucatán</b>	
<p><b>Artículo 27.-</b> Son obligaciones de los Generadores de residuos sólidos y de manejo especial:</p> <p>I. Separar y almacenar los residuos de acuerdo a la normatividad aplicable;</p> <p>II. Adoptar la cultura de la reutilización, reducción y reciclaje de los residuos;</p> <p>III. Aplicar las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas para el manejo integral de los residuos sólidos y de manejo especial;</p> <p>IV. Denunciar ante las autoridades competentes las infracciones contra la normatividad en materia residuos;</p> <p>V. Observar los planes y programas de manejo que se establezcan;</p> <p>VI. Establecer medidas de minimización, aplicables desde el punto de origen de la generación, y</p> <p>VII. Las demás que establezcan las normas oficiales mexicanas y las normas técnicas ambientales aplicables</p>	<p>Con base en la clasificación de los residuos de manejo especial que considera la legislación estatal, para el proyecto se prevé la generación de a) Excedentes del despalme del terreno; b) Madera en rollo y residuos vegetales resultantes del desmonte y c) embalajes y mermas de los insumos utilizados en la construcción y operación. Durante la construcción y operación del Proyecto se llevará a cabo la clasificación de los residuos y se manejarán de acuerdo a la normatividad ambiental vigente aplicable.</p> <p>Se obtendrá la clave de registro ante la Secretaría.</p> <p>Se contratará una empresa autorizada para el transporte y disposición final de los residuos en sitios autorizados, o se trasladarán a los centros de acopio autorizados en medios propios, en vehículos que garanticen el transporte seguro y eviten la dispersión del residuo.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p><b>Artículo 28.-</b> Los generadores de residuos de manejo especial, además de las obligaciones señaladas en el artículo anterior, deberán:</p> <p>I.- Obtener autorización de la Secretaría;</p> <p>II.- Diseñar los planes de manejo de los residuos que generen y someterlos a la autorización de la Secretaría;</p> <p>III.- Llevar bitácoras en la que registren el volumen y tipo de residuos generados y la forma de manejo al que fueron sometidos;</p> <p>IV.- Llevar a cabo el manejo integral de sus residuos, de conformidad con las disposiciones de esta Ley;</p> <p>V.- Prevenir la contaminación de los suelos con los residuos que generen y, al cierre de operaciones, dejar libre de contaminación dichos suelos;</p> <p>VI.- Contratar a las empresas de servicio de manejo la realización de esta etapa, y</p> <p>VII.- Las demás que establezca la Secretaría, conforme a lo establecido en esta Ley y su Reglamento</p>	<p>Se llevará una bitácora de control en donde se registrarán los volúmenes de residuos generados y se llevará un archivo con los comprobantes de la disposición final.</p> <p>El manejo de los residuos se hará por personal capacitado.</p> <p>Se asignará un área para el acopio temporal de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial y se tomarán medidas de prevención para evitar la contaminación del suelo.</p> <p>Una vez terminada la etapa de operación el Área del Proyecto quedará libre de todo residuo.</p>
<b>Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para el Estado de Yucatán</b>	
<b>Capítulo VI. De las obligaciones y prohibiciones en materia de residuos</b>	
<p><b>Artículo 40.</b> Las personas físicas o morales que se dediquen a alguna de las etapas de la gestión integral de los residuos de manejo especial, además de lo indicado en los artículos 27 y 28 de la Ley, estarán obligados a:</p> <p>I. Registrarse ante la Secretaría para obtener una Clave de Registro;</p> <p>II. Disponer los residuos en sitios autorizados por la Secretaría;</p> <p>III. Contar con las medidas de seguridad para prevenir y responder a accidentes que involucren los residuos, de conformidad con las disposiciones de las leyes ambientales, de protección civil y demás normatividad que resulte aplicable;</p> <p>IV. Contar con personal capacitado en el manejo adecuado de los residuos;</p> <p>V. Presentar informes anuales por las acciones de manejo de los residuos, y</p> <p>VI. Realizar las demás actividades previstas en la Ley, este Reglamento y demás disposiciones aplicables.</p>	<p>Se obtendrá la clave de registro ante la Secretaría.</p> <p>Se contratará una empresa autorizada para el transporte y disposición final de los residuos en sitios autorizados, o bien se transportarán los residuos por medios propios, como se ha mencionado; se llevará una bitácora de control en donde se registrarán los volúmenes de residuos generados y se llevará un archivo con los comprobantes de la disposición final.</p> <p>El manejo de los residuos se hará por personal capacitado.</p> <p>Se asignará un área para el depósito de los residuos y se tomarán medidas de prevención para evitar la contaminación.</p> <p>Una vez terminada la etapa de operación el Área del Proyecto quedará libre de todo residuo.</p>
<b>Capítulo VI. De las obligaciones y prohibiciones en materia de residuos</b>	
<p><b>Artículo 42.</b> Las personas físicas y morales generadoras de residuos deberán clasificar los mismos de acuerdo a los planes y programas que emitan las autoridades municipales, estatales y federales.</p>	<p>Durante la construcción y operación del Proyecto se llevará a cabo la clasificación de los residuos y se manejarán de acuerdo a la normatividad ambiental vigente aplicable.</p>

### III.4.2.11 REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN EN MATERIA DE CENOTES, CUEVAS Y GRUTAS

El Reglamento tiene por objeto regular las disposiciones de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán, en cuanto a la protección, restauración y preservación de los ecosistemas ubicados en los cenotes, cuevas y grutas, así como la prevención de su contaminación y su aprovechamiento racional, de manera que sea compatible la obtención de beneficios económicos y culturales con el equilibrio ecológico y la salud humana (ver Tabla III.18).

En el Área del Proyecto se realizó un estudio geotécnico que se presenta como anexo en el Capítulo IV (Anexo IV.1), en el cuál no se detectó la presencia de cenotes por lo que este reglamento no es aplicable al Proyecto.

Sin embargo, en el area del proyecto se identificaron seis ojos de agua, y para evitar cualquier afectación a cualquier infraestructura que contempla el proyecto, se respetará una distancia de 50 m del borde de estos. Toda vez que se define como cenote lo siguiente :

*Cenote, m. término de origen maya, dzoontot , hoyo en el suelo, que generalmente se aplica a dolinas o depresiones kársticas de colapso que presentan en su fondo un lago, originado por agua subterránea. Los cenotes son formas características del relieve de la península de Yucatán. v. dolina, blue hole.*

*Lugo Hubp J. 2011. Diccionario geomorfológico. Primera edición. Geografía para el siglo XXI. Serie: Textos Universitarios. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México.*

### III.4.2.12 LEY PARA LA PROTECCIÓN DE LA FAUNA DEL ESTADO DE YUCATÁN

La Ley fue publicada en el Diario Oficial el 19 de abril de 2011, el Proyecto contempla un Programa de rescate y reubicación de la fauna silvestre por lo que se cumplirá con lo establecido en esta ley. En la **Tabla III.18** se presentan los artículos aplicables.

**Tabla III.18 Vinculación del Proyecto con la Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán.**

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<b>Título Segundo De la Protección a la Fauna. Capítulo VI Del Acarreo y Transport de animales</b>	
<p><b>Artículo 50.</b> El traslado de los animales por acarreo y en cualquier otro tipo de transporte obliga a los dueños o poseedores de éstos, a emplear vehículos adaptados conforme lo establecen las Normas Oficiales Mexicanas de la materia implementando procedimientos que eviten el maltrato, fatiga, carencia de bebida y alimento para los mismos.</p> <p>El traslado deberá llevarse a cabo en horarios adecuados a la especie, procurando el control de la temperatura corporal de cada animal para evitar su deshidratación, sofocación o muerte.</p>	<p>El Proyecto contempla ejecutar un Programa de Rescate de Fauna Silvestre como una medida de mitigación.</p> <p>Los ejemplares rescatados serán reubicados, durante su transporte se considerarán los horarios más adecuados, se les proporcionará agua y alimento de ser necesario.</p> <p>El manejo de los organismos será realizado por personal capacitado a fin de evitar maltrato o daño a los mismos.</p>
<p><b>Artículo 51.</b> El transporte de animales cuadrúpedos se realizará en vehículos que tengan paredes sólidas, pisos antiderrapantes, rampas y cubiertas para protegerlos de los factores climatológicos.</p>	<p>Durante el transporte de mamíferos se realizará en vehículos con paredes sólidas, pisos antiderrapantes, rampas y cubiertas.</p>



Artículo	Vinculación con el Proyecto
<b>Artículo 52.</b> El transporte de animales se realizará mediante jaulas que cuenten con ventilación y cuyo tamaño evite el hacinamiento de los mismos.	Las jaulas para el traslado estarán de acuerdo al tamaño de los organismos y garantizarán una adecuada ventilación.
<b>Artículo 53.</b> El responsable de la transportación de animales deberá proporcionarles a éstos las condiciones higiénicas, de descanso y alimenticias necesarias, durante el trayecto, escalas y destino final.	Los ejemplares rescatados serán reubicados, durante su transporte se considerarán los horarios más adecuados, se les proporcionará agua y alimento de ser necesario. El manejo de los organismos será realizado por personal capacitado a fin de evitar maltrato o daño a los mismos.

### III.4.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

#### III.4.3.1. AIRE

Las normas oficiales mexicanas en materia de aire que se vinculan al Proyecto se enlistan en la **Tabla III.19**.

**Tabla III.19 Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire.**

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición para vehículos en circulación que usan diésel como combustible.

Los vehículos que serán utilizados en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto serán periódicamente verificados para cumplir con las normas oficiales mexicanas: NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2006. Se contempla un Programa de vigilancia ambiental para garantizar su cumplimiento.

#### III.4.3.2. RUIDO

Se identificó como normativa aplicable al Proyecto en el componente ruido, la Norma Oficial Mexicana, NOM-080-SEMARNAT-1994, es la única aplicable, la cual se describe en la **Tabla III.20**.

**Tabla III.20 Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido.**

Norma Oficial Mexicana	Descripción
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.

Se hará el mantenimiento periódico del equipo y maquinaria que será utilizada durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto y cumplirán con lo estipulado en la NOM-080-SEMARNAT-1994. Se contempla un Programa de Vigilancia Ambiental para garantizar su cumplimiento.

### III.4.3.3. AGUA

Durante la preparación del sitio y construcción se contratarán sanitarios portátiles para el personal que estará laborando en campo y una empresa se hará cargo del manejo y disposición final de las aguas residuales en sitios autorizados.

En la operación del Proyecto se instalarán sanitarios que estarán conectados a un biodigestor prefabricado para dar tratamiento a las aguas residuales y cumplan con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

**Tabla III.21 Normas Oficiales Mexicanas en materia de agua.**

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Se comprarán pipas de agua tratada para el riego de las áreas desmontadas y así disminuir la emisión de polvos, por lo que se asegurará con el proveedor que cumpla con la NOM-003-SEMARNAT-1997.

### III.4.3.4. MANEJO Y TRANSPORTACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y ABANDONO

El manejo de los residuos peligrosos generados en la etapa de construcción y operación del Proyecto se sujetará a lo establecido en las normas contenidas en la **Tabla III.22**, asimismo, se implementarán Programas o Planes de Manejo de Residuos Sólidos, específicos para el Proyecto.

**Tabla III.22 Normas Oficiales Mexicanas en Manejo de Residuos Peligrosos.**

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

### III.4.3.5. FLORA Y FAUNA

Durante los trabajos de campo se registraron cuatro especies de flora y ventiseis especies de fauna en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver **Tabla III.23**).

**Tabla III.23 Normas Oficiales Mexicanas para la protección de flora y fauna.**

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-059-SEMARNAT-2010	Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.

Al respecto cabe destacar que el Proyecto contempla un Programa de Rescate y Reubicación para las especies de flora y fauna que se encuentran en estatus de conservación, por lo que el Proyecto no pondrá en riesgo su conservación. Además se contempla el monitoreo de estas medidas para verificar su efectividad.

## III.5. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y ZONAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN

### III.5.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y SITIOS RAMSAR

El estado de Yucatán cuenta con quince áreas naturales protegidas, de las cuales cuatro son de competencia federal, ocho son estatales, una municipal y dos reservas privadas. Cabe destacar que el Proyecto no afectará a ningún área natural protegida. En la **Tabla III.24** se presenta el listado completo de las áreas naturales protegidas del Estado de Yucatán.

**Tabla III.24. Áreas Naturales Protegidas del Estado de Yucatán.**

Área Natural Protegida	Ubicación municipal	Superficie en ha	Fecha de Decreto
<b>Federales</b>			
Reserva de la Biosfera Ría Celestún	Celestún y Maxcanú en el Estado de Yucatán y Calkiní en el Estado de Campeche	59,130	19 de julio de 1979
Reserva de la Biosfera Ría Lagartos	San Felipe, Río Lagartos, Tizimín	56,999	26 de junio de 1979
Área de Protección de Flora y Fauna O'toch Ma'ax Yetel Kooh (Punta Laguna)	Valladolid	5,367	5 de junio de 2002
Parque Nacional Dzibilchantún	Mérida	539-13-92.68	14 de abril de 1987
<b>Estatales</b>			
Reserva Estatal Geohidrológica del Anillo de Cenotes	Seyé, Acanceh, Timucuy, Homún, Cuzamá, Tecoh, Tekit, Tahmek, Hochtún, Xocchel, Hocabá, Sanahcat y Huhí	219,207.83 ha	12 de diciembre de 2013
Reserva Estatal Biocultural del Puuc	Muna, Santa Elena, Oxkutzcab, Tekax y Ticul	135,848-85-30 ha	01 de noviembre de 2011

Área Natural Protegida	Ubicación municipal	Superficie en ha	Fecha de Decreto
Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.	Hunucmá, Ucú, Progreso, Ixil, Motul, Dzemul, Telchac Puerto, Sinanché, Yobaín, Dzidzantún y Dzilam de Bravo	54,776.726	31 de mayo de 2013
Reserva Estatal de Dzilam	Dzilam de Bravo, San Felipe, Buctzotz y Panabá	69,039.29 ha	26 de septiembre de 2006
Parque Estatal de Kabah	Santa Elena	949.76 ha	09 de junio de 1993
Reserva Estatal El Palmar	Celestún y Hunucmá	49,605.39 ha	23 de enero de 1990
Área Natural Protegida de valor escénico, histórico y cultural San Juan Bautista Tabí y Anexa Sacnicté	Ticul	1,355-74-40 ha	7 de junio de 1994
Parque estatal Lagunas de Yalahau	Sotuta, Homún, Huhí y Tekit	5,683.28 ha	8 de junio de 1999
<b>Municipal</b>			
Zona sujeta a Conservación Ecológica "Reserva Cuxtal"	Mérida	10.757 ha	14 de julio de 1993
<b>Reserva privada</b>			
Kaxil Kiuc		1,642 ha	Se conformo como una unidad de manejo para la vida silvestre UMA-EX0149-YUC-08
El Zapotal	Tizimín	2 358	En junio de 2006 la CONANP reconoció a El Zapotal como "Área de Conservación" con vigencia "a perpetuidad", mediante el certificado conanp-29/2006 2002

En la Figura III.7 se presenta la ubicación de las principales Áreas Naturales Protegidas del Estado de Yucatán.

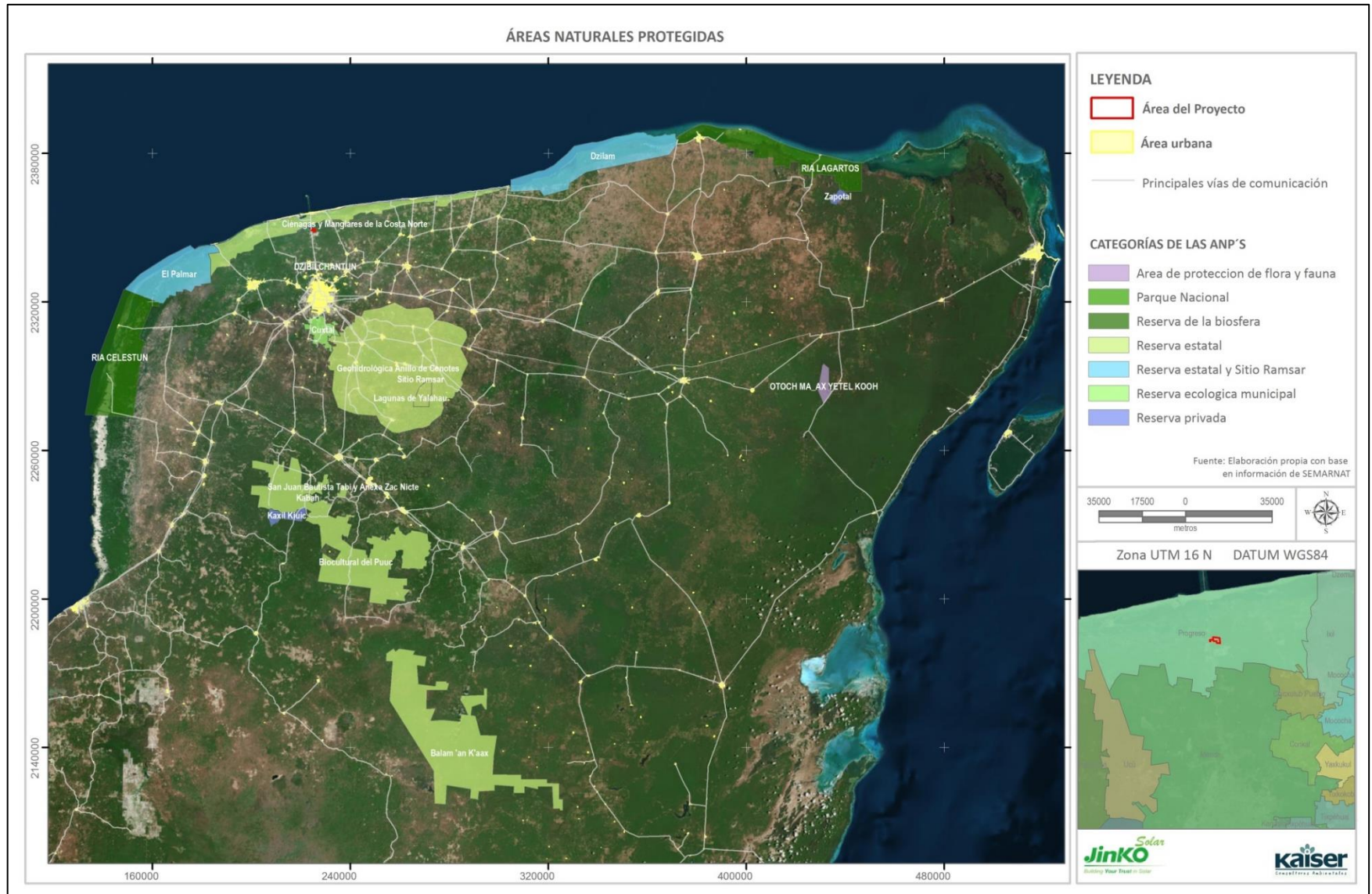


Figura III.7 Áreas Naturales Protegidas del Estado de Yucatán.

### **III.5.2. ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN**

Las regiones prioritarias terrestres, hidrológicas y marinas, así como las Áreas de Conservación de las Aves (AICAS) establecidas por la CONABIO, no forman parte del SINAP y por tanto no tienen criterios de tipo vinculante con el uso de suelo, sin embargo en la elaboración del presente documento se reflexionó sobre la pertinencia de identificar estas regiones a fin de tener claridad sobre la importancia para la conservación que tiene el Área del Proyecto.

#### **III.5.2.1. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS**

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) son áreas donde las características físicas y bióticas favorecen condiciones importantes para la biodiversidad, donde la riqueza biológica e integridad ecológica las convierten en objetivos prioritarios para la conservación; en ocasiones las RTP contienen áreas naturales protegidas por lo que la inclusión de estas suele ser frecuente.

En el Estado de Yucatán se registran cuatro regiones terrestres prioritarias: Dzilam-Ría Lagartos – Yum Balam, Petenes-Ría Celestum, Sur del Punto Put y Zonas forestales de Quintana Roo. El Proyecto no se ubica dentro de ninguna de estas regiones prioritarias, como se puede observar en la Figura III.8.

#### **III.5.2.2. ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES**

Existe un conjunto de áreas que sin contar con un decreto de protección federal han sido identificadas como relevantes para la conservación de las aves, denominadas “Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)”, estas son una red de sitios que destacan por su importancia en el mantenimiento de las poblaciones de las aves a largo plazo, estas zonas se eligen con espacio suficiente que pueda albergar poblaciones de las especies de interés.

En el Estado de Yucatán se registran cuatro áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS), cabe destacar que tienen la misma denominación que las regiones terrestres prioritarias aunque su superficie varía en algunos casos. Las AICAS son Dzilam-Ría Lagartos – Yum Balam, Petenes-Ría Celestum, Sur del Punto Put y Zonas forestales de Quintana Roo. El Proyecto no se ubica dentro de ninguna AICA, como se puede observar en la Figura III.8.

#### **III.5.2.3. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS**

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), se determinan con base a su función en su biodiversidad, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte. Una región hidrológica de alta biodiversidad es un área que tiene la posibilidad actual o potencial para la conservación de sus recursos, y en donde ocurren o pueden ocurrir impactos negativos, resultado de las diferentes actividades de uso o explotación de recursos que realizan distintos sectores.

En el Estado de Yucatán se registran cuatro regiones hidrológicas prioritarias: Anillo de Cenotes, Cono Sur-Peto, Laguna Chichancanab y Zona Cítricola. El Proyecto se ubica en la Región Hidrológica Anillo de Cenotes. (ver Figura III.9). Sin embargo cabe destacar que en el Área del Proyecto no existen registros de cenotes aunque se encontraron seis ojos de agua. Para evitar cualquier afectación cualquier infraestructura que contempla el proyecto respetará la distancia de 50 m del borde de estos.

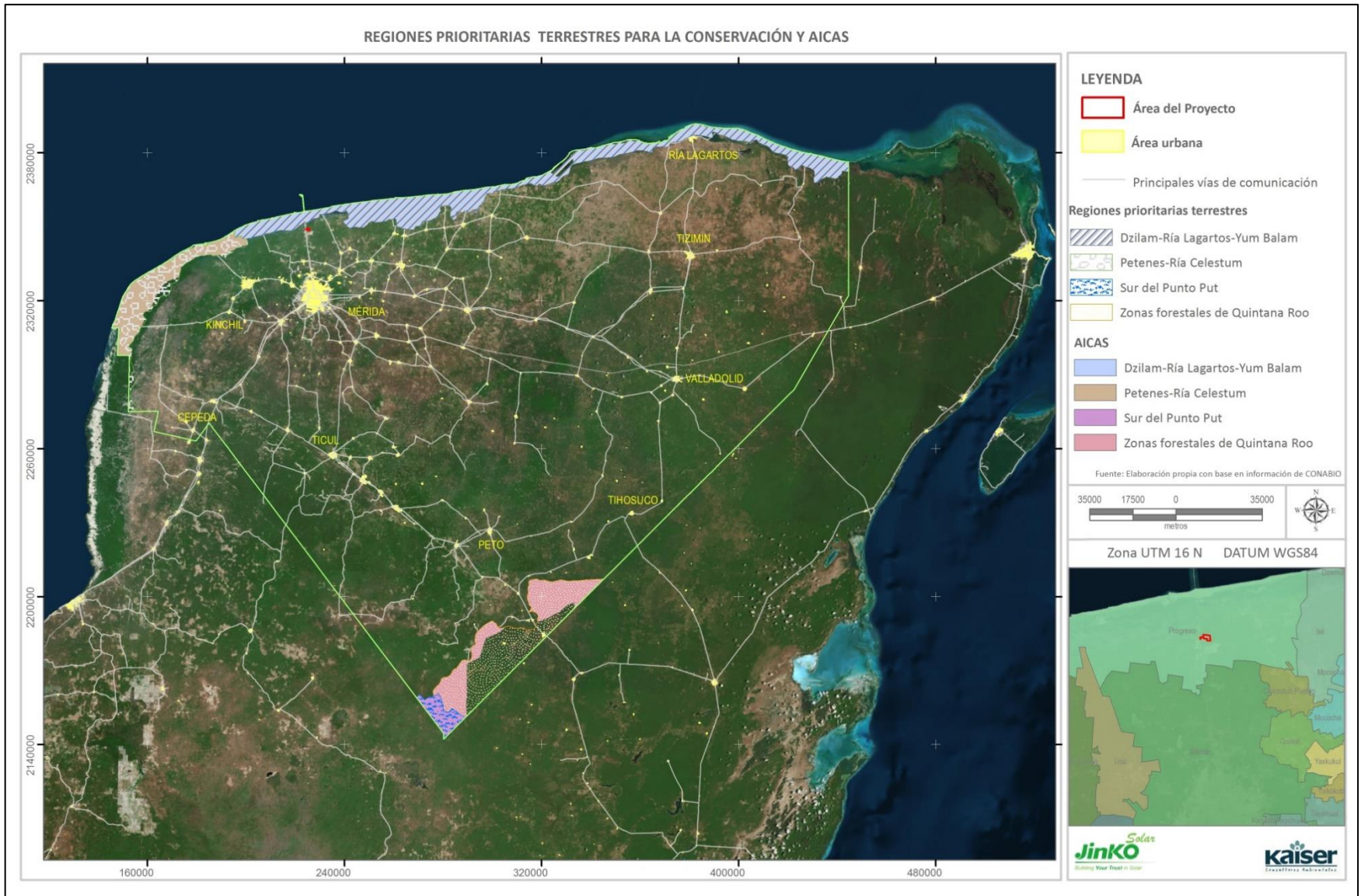
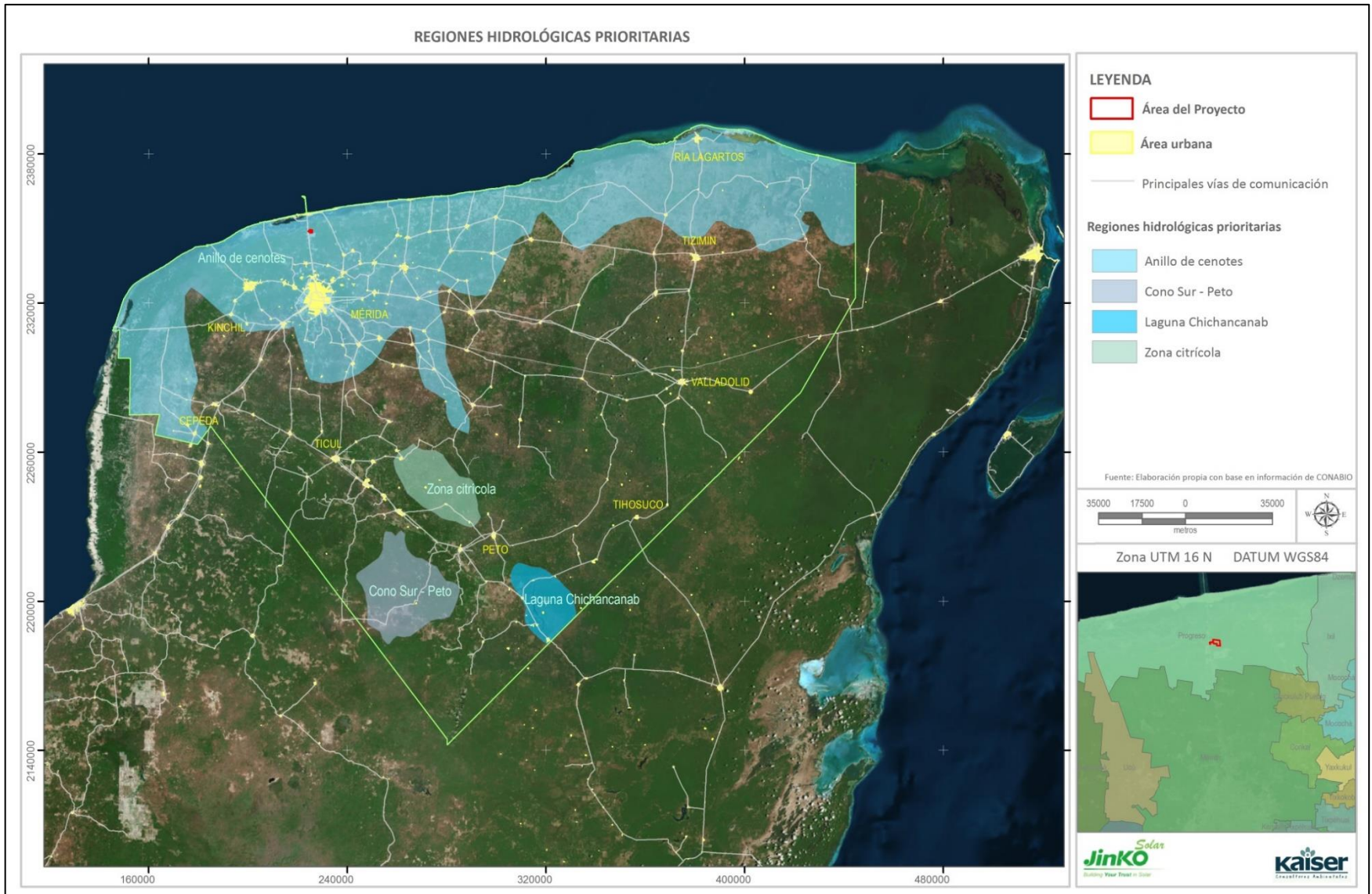


Figura III.8 Regiones Prioritarias Terrestres para la Conservación y AICAS del Estado de Yucatán.



**Figura III.9 Regiones Hidrológicas Prioritarias del Estado de Yucatán.**



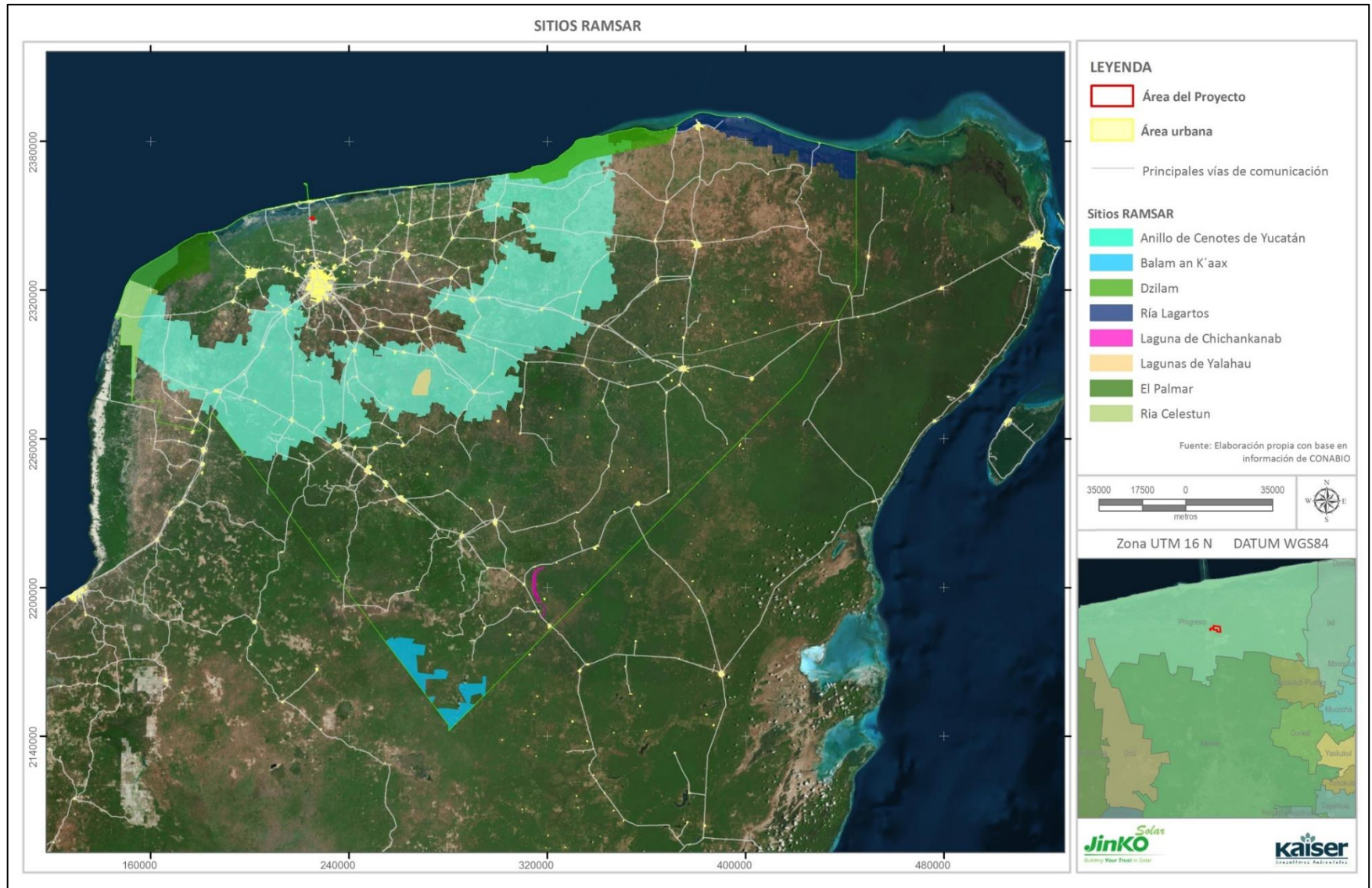
#### **III.5.2.4. CONVENCIÓN RELATIVA A LOS HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL ESPECIALMENTE COMO HÁBITAT DE AVES ACUÁTICAS**

La Convención se firmó en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971, entró en vigor en 1975 y fue modificada según el Protocolo de París, del 3 de diciembre de 1982.

Actualmente es el único Convenio entre gobiernos que se centra en la conservación y uso racional de los ecosistemas de Humedal, reconociendo de esta manera su importancia ecológica al ser uno de los ecosistemas más ricos en biodiversidad, y de los cuales depende la supervivencia de gran cantidad de especies.

El principal objetivo de la Convención Ramsar es: "*La conservación y el uso racional de los humedales a través de la acción nacional y mediante la cooperación internacional*".

En el Estado de Yucatán existen ocho Sitios RAMSAR: Ría Celestún, El Palmar, Dzilam, Ría Lagartos, Lagunas de Yalahu, Anillo de Cenotes, Lagunas de Chichankanab, Balam an K'aax. El Proyecto no afectará a ninerroguno de estos sitios, como se puede observar en la Figura III.10.



**Figura III.10 Sitios RAMSAR.**

# CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.

## CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL .....	8
IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.....	8
IV.2. Caracterización y análisis del SAR.....	12
IV.2.1. Caracterización y Análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR .....	12
IV.2.2. Caracterización y Análisis del SAR .....	16
IV.2.2.1. Aspectos abióticos .....	16
IV.2.2.1.1. Clima .....	16
IV.2.2.1.2. Temperatura y precipitación.....	16
IV.2.2.1.3. Radiación solar .....	19
IV.2.2.1.4. Vientos.....	19
IV.2.2.1.5. Vientos alisios.....	20
IV.2.2.1.6. Nortes .....	20
IV.2.2.1.7. Ciclones tropicales .....	21
IV.2.2.1.8. Calidad del aire .....	24
IV.2.2.1.9. Emisión de gases de efecto invernadero.....	24
IV.2.2.1.10. Geología y geomorfología .....	25
IV.2.2.1.11. Suelos.....	36
IV.2.2.1.12. Hidrología.....	42
IV.2.2.2. Caracterización del Medio Biótico .....	48
IV.2.2.2.1. Vegetación .....	48
IV.2.2.2.2. Fauna .....	75
IV.2.2.2.3. Paisaje .....	118
IV.2.2.2.4. Caracterización del Medio Socioeconómico.....	119
IV.2.2.2.5. Actividades económicas.....	125
IV.2.2.2.6. Factores socioculturales.....	126
IV.3. Diagnóstico Ambiental .....	128

## TABLAS

Tabla IV.1 Usos del suelo y vegetación en el SAR para los años de 1976 y 2000.....	13
Tabla IV. 2. Descripción de los subtipos climáticos que se registran en el SAR. ....	16
Tabla IV.3 Registros de temperatura y precipitación de la estación 31057 Conkal periodo 1951-2010. ....	17
Tabla IV.4 Estadísticas de la dirección y velocidad del viento de la estación Puerto Progreso....	19
Tabla IV.5. Categoría de ciclones tropicales de acuerdo a la clasificación de Saffir-Simpson. ....	21
Tabla IV.6 Categoría de huracanes de acuerdo a la clasificación de Saffir-Simpson cuya trayectoria tuvo influencia en el SAR durante el periodo 1940-2015. ....	22
Tabla IV.7 Emisiones estimadas de gases de efecto invernadero del Estado de Yucatán. ....	24
Tabla IV.8 Descripción de la secuencia estratigráfica. ....	28
Tabla IV.9 Descripción de la secuencia estratigráfica. ....	29
Tabla IV.10. Provincias y subprovincias fisiográficas donde se ubica el SAR. ....	31
Tabla IV. 11 Zonas sísmicas de la República Mexicana. ....	35
Tabla IV.12 Tipos de suelo en el SAR. ....	36
Tabla IV.13 Tipos de textura del suelo. ....	37
Tabla IV. 14. Factores que contribuyen a la erosión hídrica. ....	40
Tabla IV.15 Balance de agua del acuífero No.3105 Península de Yucatán. ....	45
Tabla IV.16 Usos del suelo y vegetación en el SAR de acuerdo al plano de usos del suelo y vegetación de INEGI, serie V. ....	48
Tabla IV. 17. Usos del suelo y vegetación en el Área de Influencia y Área del Proyecto. ....	50
Tabla IV.18 Principales características de los tipos de vegetación registrados en el SAR. ....	52
Tabla IV. 19 Coordenadas de ubicación de los muestreos realizados para caracterizar la estructura de la vegetación. ....	55
Tabla IV.20 Coordenadas de ubicación para determinar el VI y la densidad de las especies. ....	56
Tabla IV.21 Listado de especies de plantas. ....	56
Tabla IV.22 Índice de valor de importancia para las especies leñosas mayores a 1.5 m de altura. ....	65
Tabla IV.23 Índice de valor de importancia para las especies en el estrato arbóreo (> 3 m de altura total).....	66
Tabla IV.24 Índice de valor de importancia para las especies en el estrato arbustivo (1.5 a 3 m de altura total).....	67
Tabla IV.25 Índices de Biodiversidad aplicados. ....	70
Tabla IV.26 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	71
Tabla IV.27 Distribución y principales características de las especies vegetales en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	72
Tabla IV.28 Número de especies con distribución potencial en el SAR. ....	75
Tabla IV.29 Riqueza de vertebrados registrados en los muestreos realizados. ....	76
Tabla IV.30 Coordenadas de ubicación de los transectos realizados. ....	77
Tabla IV.31 Especies de anfibios y reptiles registrados. ....	78
Tabla IV. 32 Abundancia y densidades de las especies de anfibios y reptiles registrados. ....	79
Tabla IV.33 Coordenadas de ubicación de redes de niebla. ....	83
Tabla IV.34 Coordenadas de ubicación de transectos para el registro de aves. ....	84
Tabla IV.35 Especies de aves registradas en los muestreos. ....	84
Tabla IV.36 Abundancia de las especies de aves registradas en los transectos. ....	91
Tabla IV.37 Coordenadas de ubicación de trampas Sherman. ....	93

Tabla IV. 38	Coordenadas de ubicación de los transectos. ....	94
Tabla IV.39	Coordenadas de ubicación de las trampas Tomahawk.....	95
Tabla IV.40	Coordenadas de ubicación de las fototampas.....	96
Tabla IV. 41	Coordenadas de ubicación de redes de niebla.....	98
Tabla IV.42	Especies de mamíferos registrados durante el trabajo de campo. ....	99
Tabla IV. 43	Abundancias relativas de mamíferos registrados por transectos. ....	104
Tabla IV.44	Número de especies en estatus de conservación por categoría de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y grupo de vertebrados. ....	106
Tabla IV.45	Especies de anfibios y reptiles en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	106
Tabla IV.46	Distribución y principales características de las especies de anfibios y reptiles en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	108
Tabla IV.47	Especies de aves en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	110
Tabla IV.48	Distribución y principales características de las especies de aves en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	113
Tabla IV.49	Especies de mamíferos en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	116
Tabla IV.50	Distribución y principales características de las especies de mamíferos en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	117
Tabla IV.51	Criterios de evaluación del Paisaje.....	119
Tabla IV.52	Principales características de los municipios que abarca el SAR. ....	120
Tabla IV.53	Población en los municipios que abarca el SAR. ....	123
Tabla IV.54	Población de 3 años y más que habla lengua indígena que se ubica dentro del SAR por municipio. ....	125
Tabla IV. 55	Población económicamente activa, inactiva, ocupada y desocupada, datos municipales, 2010.....	125
Tabla IV.56	Principal patrimonio histórico por municipio. ....	126
Tabla IV.57	Índice de marginación 2010 y los indicadores socioeconómicos utilizados a nivel municipal. ....	127
Tabla IV.58	Diagnóstico integral del SAR. ....	129

## FIGURAS

Figura IV.1 Ubicación del SAR (Sistema Ambiental Regional).....	10
Figura IV.2 Ubicación del Área de Influencia y Área del Proyecto.....	11
Figura IV.3 Análisis comparativo de los diferentes tipos de ecosistemas en dos periodos de acuerdo con los planos de usos del suelo y vegetación de INEGI.....	13
Figura IV.4 Usos del suelo y vegetación del SAR, 1976.....	14
Figura IV.5 Usos del suelo y vegetación del SAR, 2000.....	15
Figura IV.6 Diagrama ombrotermico de la Estación Conkal.....	17
Figura IV.7 Tipos de climas.....	18
Figura IV.8 Radiación solar en la República Mexicana.....	19
Figura IV.9 Rosa de los vientos del Puerto Progreso.....	20
Figura IV.10 Trayectorias de huracanes que han tenido influencia sobre el SAR en el periodo de 1940-2015.....	23
Figura IV.11 Geología de la Península de Yucatán.....	26
Figura IV.12 Tipos de roca presentes en el SAR.....	27
Figura IV.13 Distribución de las unidades geotécnicas en el Área del Proyecto.....	30
Figura IV.14 Tipos de toposformas del SAR.....	32
Figura IV.15 Altitud del SAR en msnm.....	33
Figura IV.16 Pendientes en el SAR.....	34
Figura IV.17 Zonas sísmicas de la República Mexicana.....	35
Figura IV.18 Edafología.....	38
Figura IV.19 Degradación del suelo en el SAR.....	41
Figura IV. 20. Ubicación de ojos de agua en el Área del Proyecto.....	44
Figura IV.21 Profundidad del nivel freático y ubicación de cenotes en el SAR.....	47
Figura IV.22 Porcentaje de superficie por tipo de ecosistema en el SAR, 2010.....	48
Figura IV.23 Usos del suelo y vegetación. Serie V (2011-2013).....	49
Figura IV. 24. Porcentaje de superficie por tipo de ecosistema en el Área de Influencia y Área del Proyecto de acuerdo la carta de usos del suelo y vgetación de INEGI, Serie V.....	50
Figura IV. 25. Usos del suelo y vegetación del Área de Influencia y Área del proyecto de acuerdo a la carta de usos del suelo y vegetación de INEGI, Serie V.....	51
Figura IV.26 Estructura vertical de la selva baja espinosa caducifolia en el Área del Proyecto...61	61
Figura IV.27. Estructura vertical de la zona de matorral en el Área del Proyecto.....62	62
Figura IV.28 Estructura horizontal de la selva baja espinosa caducifolia con estrato arbóreo en el Área del Proyecto.....62	62
Figura IV.29 Estructura horizontal de la zona de matorrales en el Área del Proyecto.....63	63
Figura IV.30 Municipios que abarca el SAR.....	122
Figura IV.31 Localides ubicadas dentro del SAR.....	124

## FOTOGRAFÍAS

Fotografía IV.1 Vista de disoluciones tipo proto lápiaz que le da un aspecto rugoso.....	28
Fotografía IV.2 Vista de un afloramiento rocoso.....	29
Fotografía IV.3 Vista de agujeros rellenos de material limoso.....	29
Fotografía IV.4 No. 1. X:225,790 Y:2348998 .....	42
Fotografía IV.5 No. 2. X: 225545 Y: 2348835 .....	42
Fotografía IV.6 No. 3. X:225374 Y: 2348791 .....	42
Fotografía IV.7 No. 4. X: 225516 Y:2348828 .....	42
Fotografía IV.8 No. 5. X: 225665 Y: 2348711 .....	43
Fotografía IV.9 No.6. X: 225621 Y: 2348740 .....	43
Fotografía IV.10 Vista parcial de un cuadrante de muestreo. ....	55
Fotografía IV.11 Ipomoea carnea.....	68
Fotografía IV.12 Nopalera gaumeri.....	68
Fotografía IV.13 Agave angustifolia.....	68
Fotografía IV.14 Stenocereus laevigatus.....	69
Fotografía IV.15 Bursera schlechtendalii.....	69
Fotografía IV.16 Beaucarnea pliabilis.....	74
Fotografía IV.17 Mammillaria gaumeri.....	74
Fotografía IV.18 Pterocereus gaumeri.....	74
Fotografía IV.19 Guaiacum sanctum.....	74
Fotografía IV.20 Pilosocereus gaumeri.....	75
Fotografía IV.21 Stenocereus leavigatus.....	75
Fotografía IV.22 Búsqueda de anfibios y reptiles en el Área del Proyecto.....	77
Fotografía IV.23 Incilius valliceps (sapo común).....	79
Fotografía IV.24 Scinax staufferi (ranita trompuda).....	79
Fotografía IV.25 Triprion petasatus.....	80
Fotografía IV.26 Leptodactylus fragilis (rana de labios blancos).....	80
Fotografía IV.27 Leptodactylus melanonotus (rana de hojarasca).....	80
Fotografía IV.28 Hypopachus variolosus (rana termitera).....	80
Fotografía IV.29 Laemanctus serratus (lemancto coronado).....	80
Fotografía IV.30 Coleonyx elegans (cuija yucateca).....	80
Fotografía IV.31 Hemidactylus frenatus (cuija de casa).....	81
Fotografía IV.32 Sceloporus chrysostictus (lagartija espinosa de patas amarillas).....	81
Fotografía IV.33 Ctenosaura similis (iguana gris).....	81
Fotografía IV.34 Sceloporus lundelli (lagartija espinosa de Lundell).....	81
Fotografía IV.35 Marisora brachypoda (lizón rayado).....	81
Fotografía IV.36 Aspidoscelis angusticeps (huico yucateco).....	81
Fotografía IV.37 Stenorrhina freminvillei (culebra alacranera).....	82
Fotografía IV.38 Sibon sanniolus (culebra caracolera pigmea).....	82
Fotografía IV.39 Tropicodipsas sartorii (culebra caracolera terrestre).....	82
Fotografía IV.40 Agkistrodon russeolus (cantil yucateca).....	82
Fotografía IV.41 Vista de las redes ornitológicas y captura de especies de aves.....	83
Fotografía IV.42 Amazilia rutila (colibrí canelo).....	86
Fotografía IV.43 Amazilia yucatanensis (colibrí vientre canelo).....	86
Fotografía IV.44 Arremonops rufivirgatus (rascador oliváceo).....	86
Fotografía IV.45 Cardinalis cardinalis macho (cardenal rojo).....	86
Fotografía IV.46 Columbina passerina hembra (tortolita pico rojo).....	87

Fotografía IV.47	<i>Crotophaga sulcirostris</i> (garrapatero pijuy)	87
Fotografía IV.48	<i>Cyanocorax yucatanicus</i> (chara yucateca)	87
Fotografía IV.49	<i>Cyclarhis gujanensis</i> (vireón cejas canelas)	87
Fotografía IV.50	<i>Eumomota superciliosa</i> (momoto cejas azules)	87
Fotografía IV.51	<i>Empidonax minimus</i> (papamoscas chico)	87
Fotografía IV.52	<i>Geococcyx velox</i> (correcaminos tropical)	88
Fotografía IV.53	<i>Glaucidium brasilianum</i> (tecolote bajo)	88
Fotografía IV.54	<i>Mimus gilvus</i> (centzontle)	88
Fotografía IV.55	<i>Molothrus aeneus</i> (tordo ojos rojos)	88
Fotografía IV.56	<i>Momotus momota</i> (momoto corona azul)	88
Fotografía IV.57	<i>Nyctidromus albicollis</i> (chotacabras pauraque)	88
Fotografía IV.58	<i>Passerina caerulea</i> macho (picogordo azul)	89
Fotografía IV.59	<i>Passerina ciris</i> hembra (colorín sietecolores)	89
Fotografía IV.60	<i>Passerina cyanea</i> macho (colorín azul)	89
Fotografía IV.61	<i>Pheucticus lodovicianus</i> macho (pico gordo pecho rosa)	89
Fotografía IV.62	<i>Picoides scalaris</i> macho (carpintero mexicano)	89
Fotografía IV.63	<i>Polioptila albiloris</i> hembra (perlita pispirria)	89
Fotografía IV.64	<i>Seiurus aurocapilla</i> (chipe suelero)	90
Fotografía IV.65	<i>Tiaris olivaceus</i> macho (semillero oliváceo)	90
Fotografía IV.66	<i>Vireo griseus</i> (viero ojos blancos)	90
Fotografía IV.67	Vista de la ubicación de las trampas Sherman	93
Fotografía IV.68	Vista del manejo de los roedores	94
Fotografía IV.69	Restos de coatí ( <i>Nasua narica</i> )	95
Fotografía IV.70	Huella de venado ( <i>Odocoileus virginianus</i> )	95
Fotografía IV.71	Vista de la preparación del cebo para las trampas	95
Fotografía IV.72	Vista de una trampa Tomahawk	96
Fotografía IV.73	Vista de una fototrampa	97
Fotografía IV.74	Vista de la colocación de una fototrampa	97
Fotografía IV.75	Vista de las imágenes captadas con las fototampas	97
Fotografía IV.76	Vista de la captura de los murciélagos a través de redes	98
Fotografía IV.77	<i>Heteromys gaumeri</i>	99
Fotografía IV.78	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	100
Fotografía IV.79	<i>Didelphis virginiana</i> (tlacuache)	100
Fotografía IV.80	<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (zorra gris)	100
Fotografía IV.81	<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (zorra gris) imagen capturada en la fototrampa	101
Fotografía IV.82	<i>Procyon lotor</i> (mapache)	101
Fotografía IV.83	<i>Glossophaga soricina</i>	102
Fotografía IV.84	<i>Artibeus lituratus</i>	102
Fotografía IV.85	<i>Artibeus jamaicensis</i>	102
Fotografía IV.86	Excreta de <i>Odocoileus virginianus</i> (venado cola blanca)	103
Fotografía IV.87	Huella de <i>Nasua narica</i> (coatí)	103
Fotografía IV.88	Huella de <i>Sylvilagus floridanus</i> (conejo)	103
Fotografía IV.89	Excreta de <i>Puma yagouaroundi</i> (Jaguarundi)	103
Fotografía IV.90	Excreta de <i>Panthera onca</i> (jaguar)	103
Fotografía IV.91	<i>Coleonyx elegans</i> (cuija yucateca)	107
Fotografía IV.92	<i>Ctenosaura similis</i> (iguana gris)	107
Fotografía IV.93	<i>Laemanctus serratus</i> (lemancto coronado)	107
Fotografía IV.94	<i>Agkistrodon russeolus</i> (cantil yucateca)	107



Fotografía IV.95 Buteogallus anthracinus (juvenil) (aguililla negra menor).....	110
Fotografía IV.96 Doricha eliza macho (colibrí cola hendida). ....	110
Fotografía IV.97 Campylorhynchus yucatanicus (matraca yucateca).....	111
Fotografía IV.98 Eupsittula nana (Perico pecho sucio).....	111
Fotografía IV.99 Passerina ciris (Colorín sietecolores).....	111
Fotografía IV.100 Pluma de Meleagris ocellata (Pavo ocelado). ....	112

## ANEXOS

- Anexo IV.1. Estudio Geotecnico en ingles y la traducción al español.
- Anexo IV.2. Características dasométricas.

## **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL**

### **IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO**

El *Sistema Ambiental Regional* (SAR) es el espacio geográfico en donde se desarrolla un proyecto o actividad la cual pudiera tener efectos sobre los diferentes componentes ambientales que lo conforman (aire, agua, suelo, geomorfología, vegetación, fauna, etc.), ya sea de forma directa o indirecta, en el corto, mediano y largo plazo.

Para la delimitación del SAR en donde se desarrollará el Proyecto, se consideraron además de las características del proyecto, (ubicación, dimensión, distribución de los tipos de obras del proyecto, etc), los instrumentos de planeación como el Programa de Ordenamiento del Estado de Yucatán, el plan de desarrollo urbano del municipio de Progreso en donde se llevará a cabo el proyecto, así como los factores bióticos como tipos de vegetación y factores abióticos como rasgos geomorfoedafológicos e hidrográficos. A continuación, se presenta el análisis de cada uno de los aspectos:

- El Proyecto se pretende construir en el municipio de Progreso en el Estado de Yucatán, consiste en la construcción de un parque fotovoltaico con una capacidad de 18 MW, y que requiere una superficie total de 65.11 ha.
- Uno de los elementos que se deben considerar para la delimitación del Sistema Ambiental Regional, son las unidades de gestión ambiental establecidas en los ordenamientos ecológicos decretados. Al respecto cabe mencionar que el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, fue publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 26 de julio de 2007, en él se establece el “Modelo de Desarrollo Territorial, en donde se delimitan 34 unidades de gestión (UGA). El Proyecto se localiza en se localiza en la UGA 1.E.- Planicie Telchac Pueblo, con una superficie total de 200,128 ha, debido a la amplitud de la superficie que abarca esta unidad, no se consideró adecuado como criterio para delimitar el SAR. Por otra parte el Área del Proyecto se ubica en dos UGA’s de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, UGA PRO15-MIX-CONF y en la UGA PRO17-SEL-C3, sin embargo, tampoco se considero que los límites de estas UGAS son un criterio adecuado ya que la UGA PRO15-MIX está constituida por polígonos separados y que abarcan zonas urbanas e industriales mientras que la UGA PRO17-SEL-C3 abarca ecosistemas naturales, por lo que se consideró conveniente utilizar otros criterios para delimitar de forma más precisa el SAR.
- Otro factor que podría considerarse, es la distribución de los tipos de vegetación. El Área del Proyecto se desarrollará en un área con vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia, sin embargo, este tipo de vegetación tiene una amplia distribución restringida y se encuentra fragmentada, por lo que también se consideró necesario utilizar otro criterio.

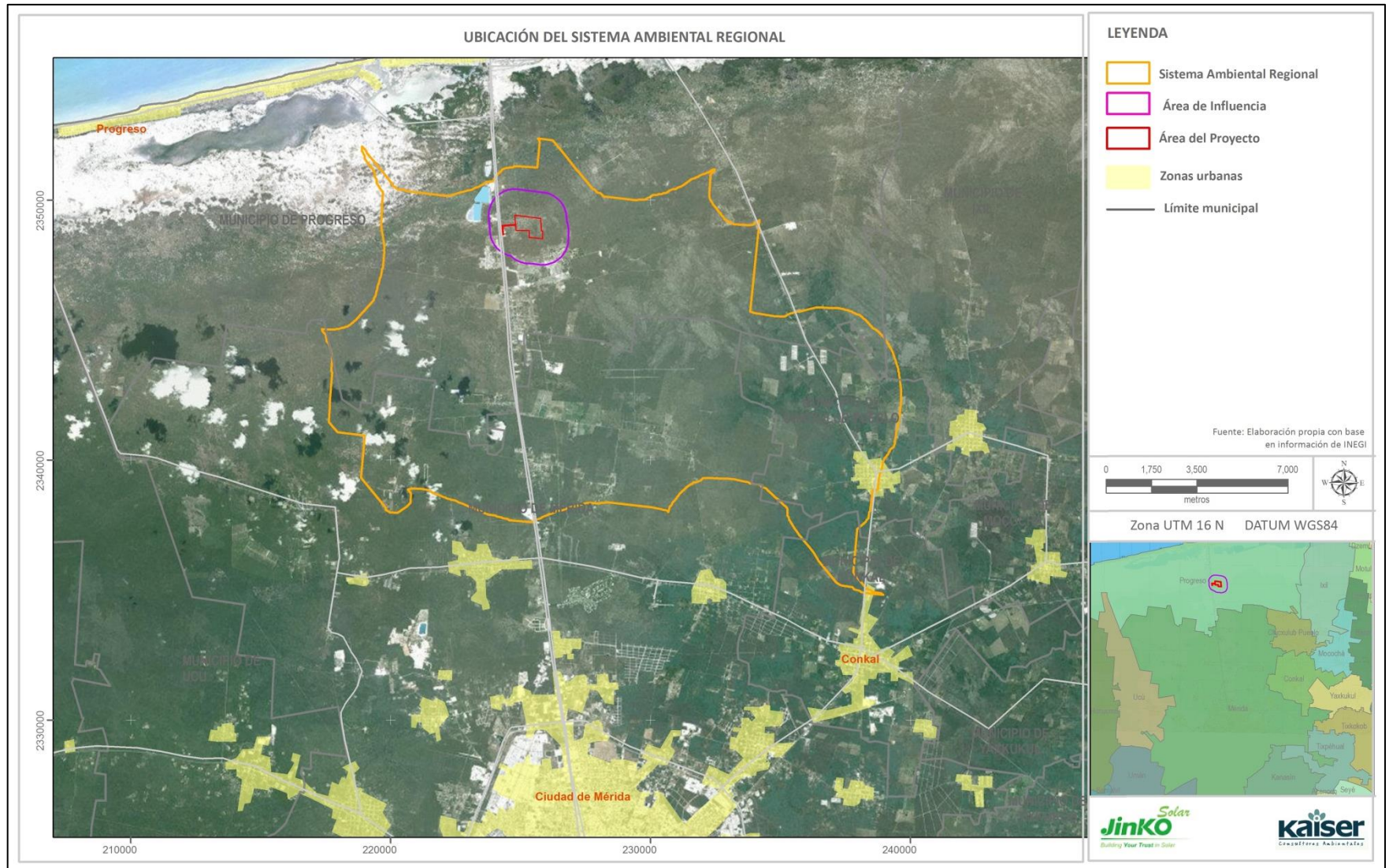
- Las cuencas hidrográficas y sus subunidades (subcuenca, microcuenca) son un marco geográfico adecuado para la delimitación de un SAR, debido a que constituyen unidades funcionales, pues la superficie de terreno que conforma una cuenca está ligada por la dinámica hidrológica que se da en ella. Para delimitar la subcuenca se utilizó el Modelo Digital del Terreno (MDT) de 15 m de INEGI.

La modelación hidrológica se realizó a través de un Sistema de Información Geográfica, que considera que la lluvia que cae sobre una superficie tiende a ser drenada por un sistema de corrientes hacia un mismo punto, se delimitaron las curvas de nivel y se determinaron los flujos y dirección de los escurrimientos superficiales que fue la base para su delimitación. De esta forma finalmente se delimitó el SAR, con una cobertura total de **22,899.14 ha.**

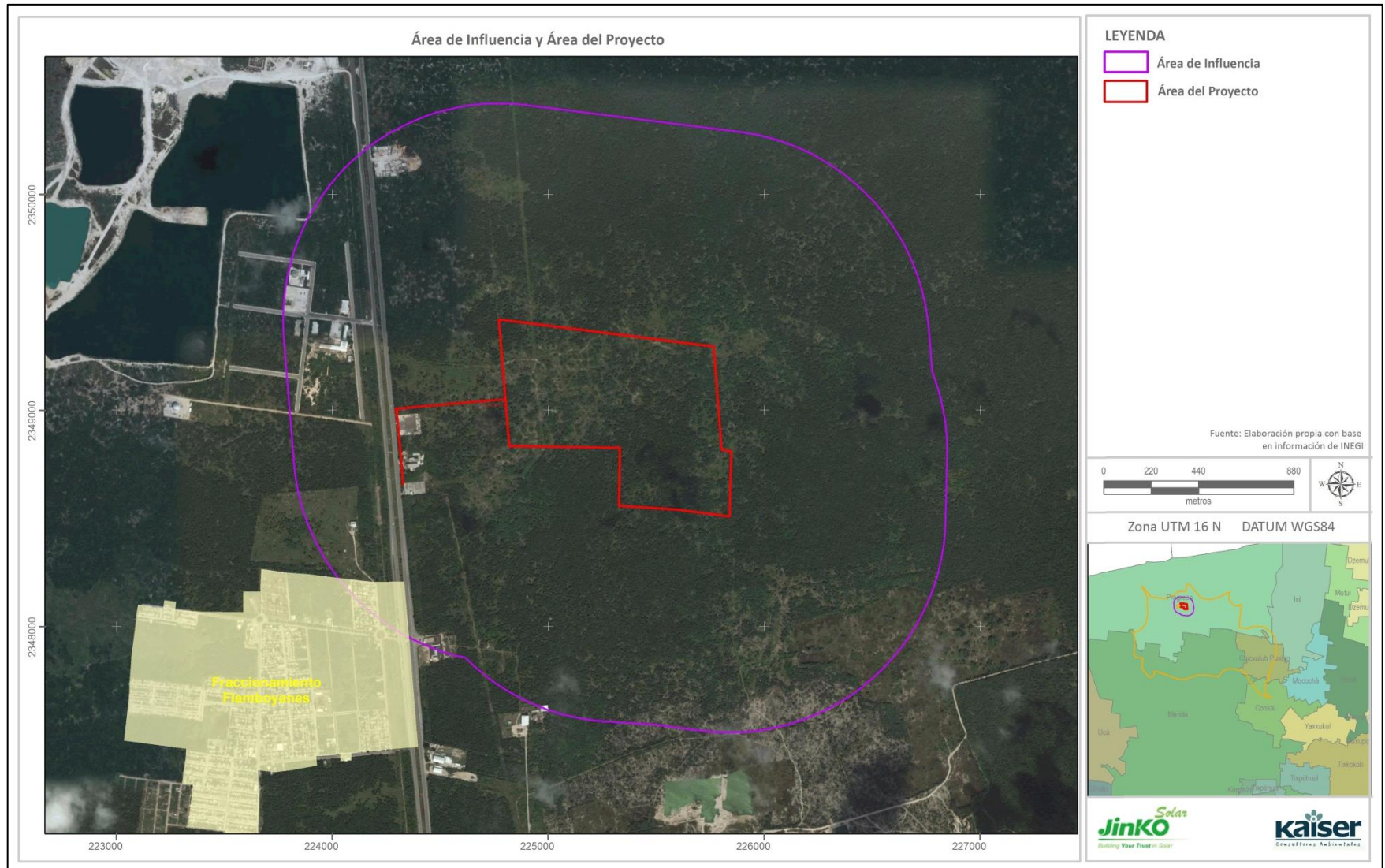
Se determinó como Área de Influencia del Proyecto una superficie de **735.19 ha**, en esta superficie es donde podrían manifestarse los impactos adversos o benéficos, directos o indirectos, principalmente durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción. Para la delimitación de esta área se obtuvo con un sistema de información geográfica un buffer de 1 km alrededor del Área del Proyecto.

El Área del Proyecto es de **65.11 ha** de las cuales **15.51 ha** (23.24%) corresponden a áreas de conservación, en el resto de la superficie se construirá el parque fotovoltaico con todos sus componentes, el camino de acceso y la línea de distribución.

El Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado se localiza en el Municipio de Progreso en el Estado de Yucatán, tiene una superficie de **22,899.14 ha**. El Área de Influencia del Proyecto, abarca una superficie de **735.19 ha** y el Área del Proyecto abarca una superficie total de **65.11 ha**. En la siguiente figura se presenta el SAR delimitado, así como el Área de Influencia y Área del Proyecto.



**Figura IV.1 Ubicación del SAR (Sistema Ambiental Regional).**



**Figura IV.2 Ubicación del Área de Influencia y Área del Proyecto.**

## IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SAR

La caracterización del medio físico se hizo a través del análisis documental y cartográfico elaborado por el INEGI y otras dependencias gubernamentales, los aspectos del medio biótico se realizaron a través de una exhaustiva revisión bibliográfica, complementado y verificado con los trabajos de campo. Los aspectos del medio socioeconómico del SAR se caracterizaron a nivel municipal con la información del último censo del 2010 así como los estudios de marginación elaborados por CONAPO.

### IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR

Para hacer el análisis retrospectivo del SAR se utilizaron las cartas de usos del suelo y vegetación de INEGI, en particular la Serie I elaborada con información de la década de 1980 y la Serie III elaborada con información del periodo 2000 a 2005. Cabe destacar que existen diferencias en las categorías de los tipos de vegetación, así en la Serie III se incluyen categorías adicionales como la selva baja espinosa y la vegetación halófila y gipsófila que no se incluyeron en la Serie I, considerando lo anterior, se agruparon los usos del suelo por tipo de ecosistema, con el fin de facilitar el análisis, de tal forma que los ecosistemas naturales quedaron conformados por: selva baja caducifolia y subcaducifolia, selva baja espinosa, manglar y vegetación halófila y gipsófila, en los ecosistemas modificados, se incluyeron los pastizales, zonas agrícolas y áreas sin vegetación aparente y finalmente los ecosistemas artificiales están representados por las zonas urbanas.

De acuerdo al análisis de superficie se observa que la mayor parte del SAR en ambos periodos predominan los ecosistemas naturales, observándose un incremento de la cobertura de la vegetación en un 11.62% para el año 2000, disminuyeron las actividades agropecuarias por lo que los ecosistemas modificados pasaron de ocupar el 44.39% al 32.45% y hubo un incremento del 0.32% de la superficie ocupada por los ecosistemas artificiales.

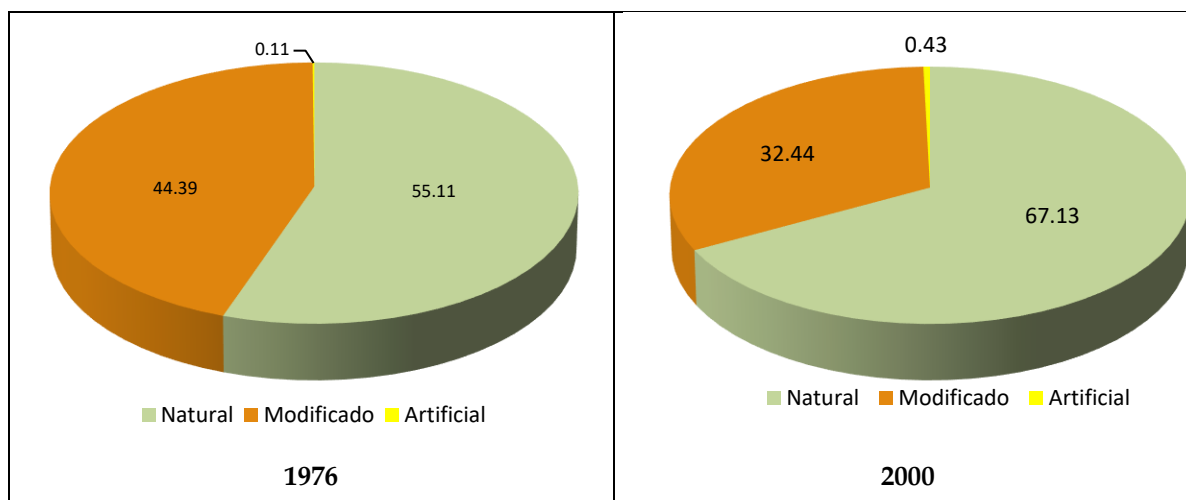
Al hacer un análisis específico para el Área de Influencia del Proyecto y Área del Proyecto se observa que la perturbación se ha ido incrementando, ya que en la carta de usos del suelo de la Serie I (1976) existían ecosistemas naturales, representados por selvas bajas caducifolias y subcaducifolias y para la carta de usos del suelo serie III (2000) esta superficie era reportada por INEGI, con presencia de actividades agropecuarias y la vegetación ya no era primaria sino secundaria arbustiva y herbácea de selvas bajas caducifolias y subcaducifolias, como puede observarse en la siguientes figuras IV.3 y IV.4. En la siguiente tabla se desglosa la superficie por uso del suelo y vegetación para los dos periodos analizados.

**Tabla IV.1 Usos del suelo y vegetación en el SAR para los años de 1976 y 2000.**

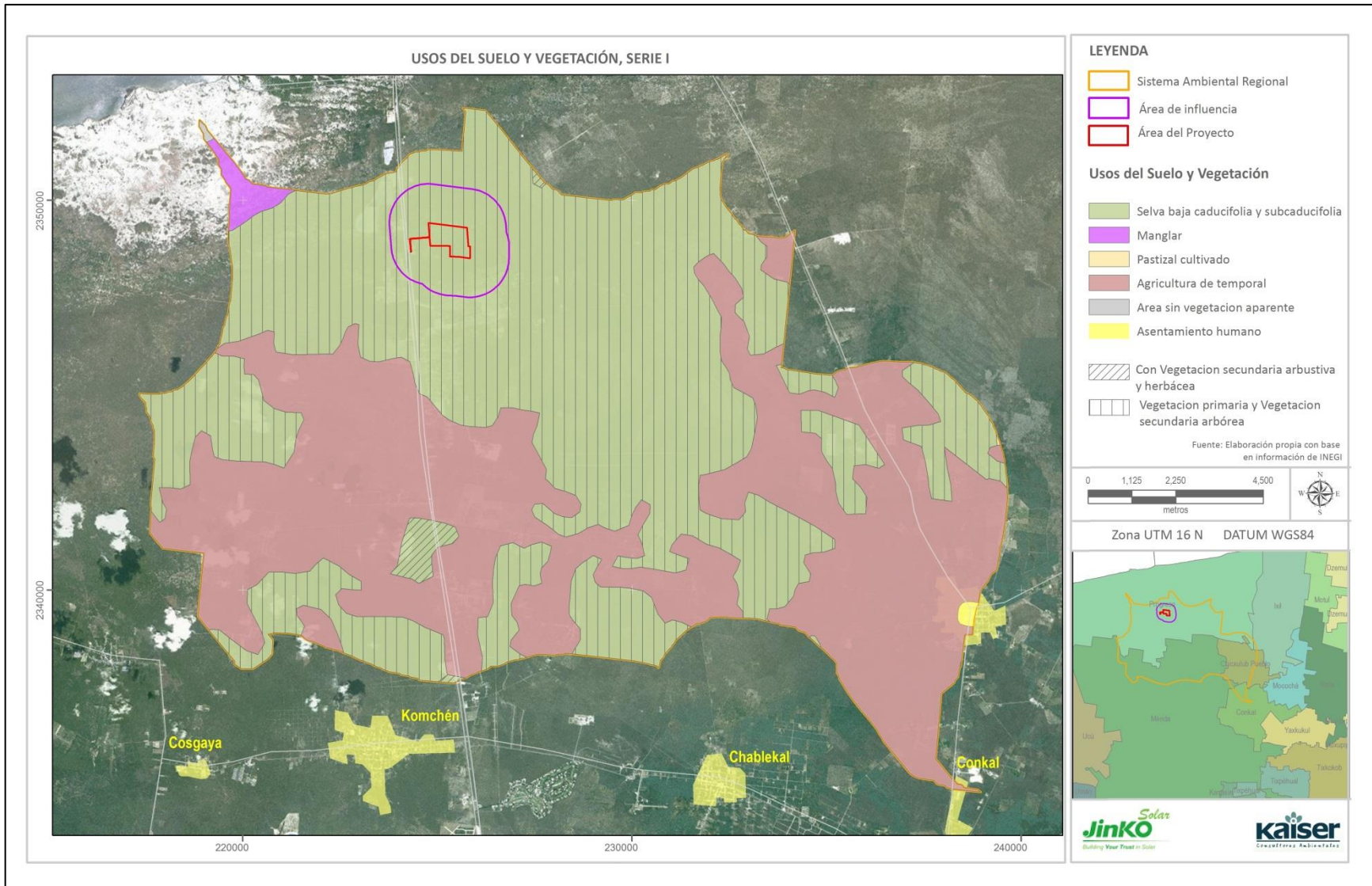
Tipo de ecosistemas	Usos del suelo y vegetación	Superficie 1976*		Superficie 2000**	
		ha	(%)	ha	(%)
Natural	Selva baja caducifolia y subcaducifolia	12,553.97	54.82	827.59	3.61
	Selva baja espinosa	--	-	14,162.33	61.85
	Vegetación halofila y gipsofila	--	-	189.84	0.83
	Manglar	156.47	0.68	191.39	0.84
	Subtotal	12,710.44	55.51	15371.15	67.13
Modificado	Agricultura de temporal	10,154.80	44.35	4,781.50	20.88
	Pastizal cultivado	1.21	0.01	2,538.58	11.09
	Sin vegetación aparente	8.34	0.04	108.86	0.48
	Subtotal	10,164.35	44.39	7,428.94	32.45
Artificial	Zonas urbanas	24.35	0.11	99.05	0.43
	Subtotal	24.35	0.11	99.05	0.43

Fuente: \*INEGI. 1976. Carta de Usos del Suelo y Vegetación, Serie I. Escala 1: 250,000.

\*\*INEGI. 2000-2005. Carta de Usos del Suelo y Vegetación, Serie III. Escala 1:250,000.

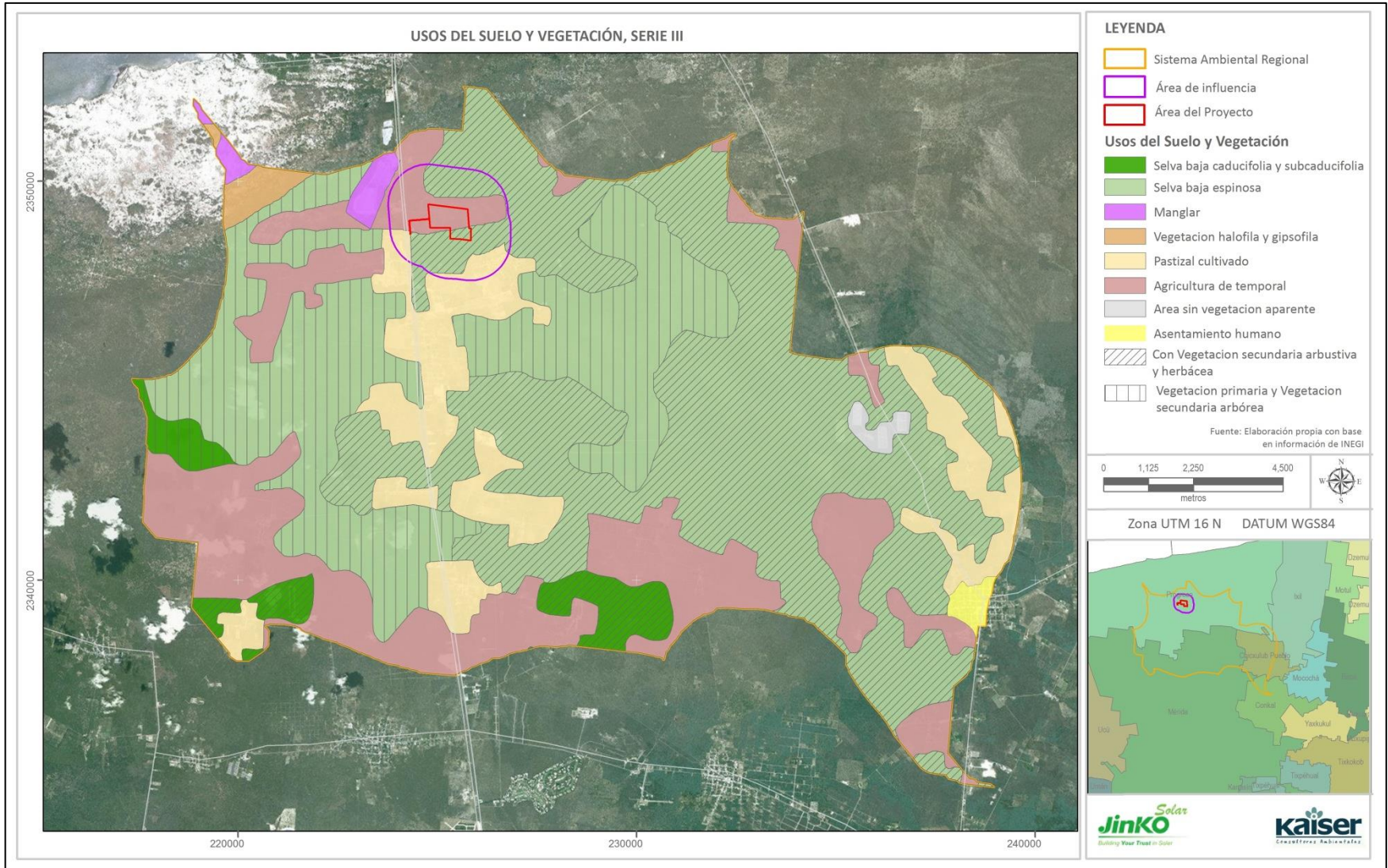


**Figura IV.3 Análisis comparativo de los diferentes tipos de ecosistemas en dos periodos de acuerdo con los planos de usos del suelo y vegetación de INEGI.**



**Figura IV.4 Usos del suelo y vegetación del SAR, 1976.**





**Figura IV.5 Usos del suelo y vegetación del SAR, 2000.**

## IV.2.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SAR

### IV.2.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS

#### IV.2.2.1.1. CLIMA

De acuerdo con INEGI, en el SAR se registran dos grandes grupos de clima cálido subhúmedo y semiseco este último presenta tres subgrupos. En la siguiente tabla se describen los tipos y subtipos climáticos.

**Tabla IV. 2. Descripción de los subtipos climáticos que se registran en el SAR.**

Subtipo climático	Descripción
BS0(h')w(x')	Es el clima más seco de los semiáridos. Clima seco, muy cálido con temperatura media anual > 22 °C y del mes más frío > 18 °C, con un régimen de lluvias de verano es decir cuando el mes de máxima precipitación se presenta dentro del período mayo-octubre, y este mes recibe por lo menos diez veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año. Con un porcentaje de lluvia invernal que corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno
BS1(h')w(x')	Es el clima menos seco de los semiáridos. Clima semiseco, muy cálido con temperatura media anual > 22 °C y del mes más frío > 18 °C, con un régimen de lluvias de verano es decir cuando el mes de máxima precipitación se presenta dentro del período mayo-octubre, y este mes recibe por lo menos diez veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año. Con un porcentaje de lluvia invernal que corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno. Este tipo de clima se presenta en el Área del Proyecto.
BS1(h')w	Clima semiseco muy cálido, con un régimen de lluvias de verano.
Aw0	Cálido subhúmedo, es decir que el régimen de lluvias es de verano y presentan sequía en invierno.

*Fuente: INEGI.2000. Diccionario de datos climáticos*

#### IV.2.2.1.2. TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN

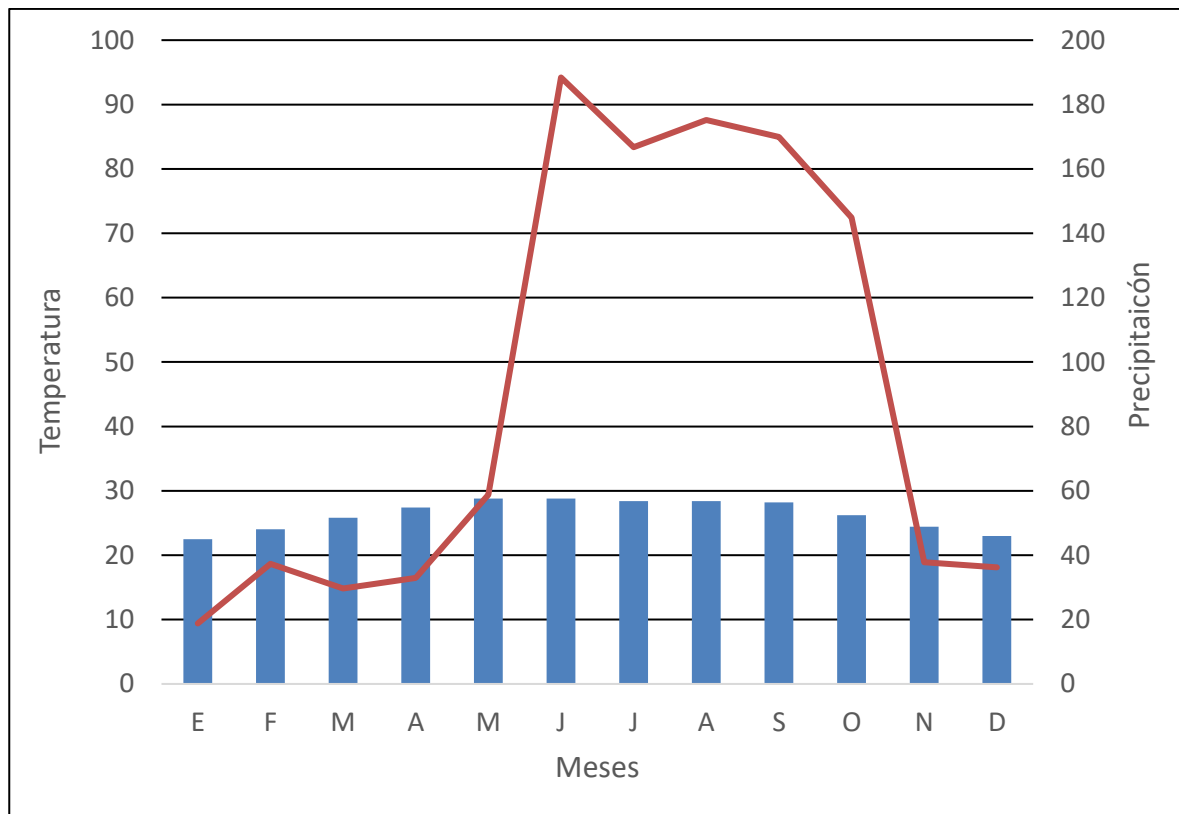
Para la caracterización del comportamiento de la precipitación y temperatura en el Área de Influencia y Área del Proyecto, se utilizaron los registros de la estación meteorológica No. 31057 de Conkal que es la más cercana y que continúa funcionando, se ubica en los 21°04'24" Latitud N y 89°31'15" Longitud W y a una altura de 9.0 msnm.

En el Área del Proyecto se presenta un clima semiseco, muy cálido. La temperatura promedio es de 26.3°C, las temperaturas más altas arriba de los 28°C se registran en el periodo de mayo a septiembre, enero es el mes con temperaturas más bajas con 22.5°C. La precipitación promedio anual es 1,096.6 mm, el periodo más lluvioso es de junio a octubre mientras que los meses más secos son enero, noviembre y diciembre.

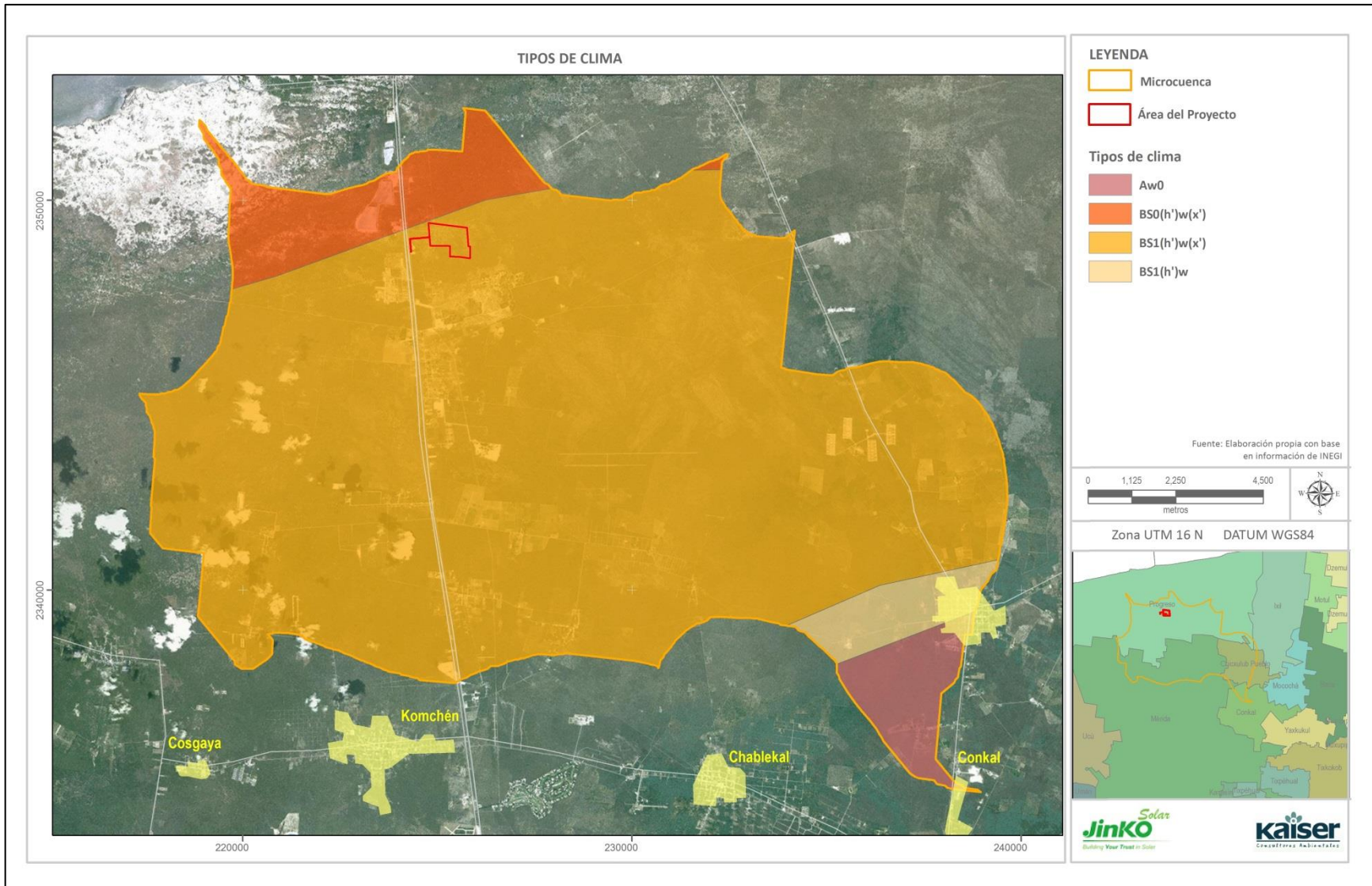
**Tabla IV.3 Registros de temperatura y precipitación de la estación 31057 Conkal periodo 1951-2010.**

Mes	Temperatura media	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Precipitación normal	Precipitación máxima mensual
Enero	22.5	15.4	29.5	18.8	60.9
Febrero	24.0	16.6	31.4	37.3	134.3
Marzo	25.8	18.1	33.4	29.7	83.1
Abril	27.4	19.6	35.1	32.9	117.7
Mayo	28.8	21.3	36.3	58.8	132.4
Junio	28.8	22.5	35.1	188.4	281.4
Julio	28.4	22.0	34.8	166.7	300.6
Agosto	28.4	22.0	34.8	175.2	280.5
Septiembre	28.2	22.1	34.4	169.9	274.9
Octubre	26.2	20.4	32.0	144.9	282.7
Noviembre	24.4	18.2	30.6	37.8	113.3
Diciembre	23.0	16.5	29.5	36.2	64.7
Anual	26.3	19.6	33.1	1,096.6	--

Fuente: Servicio meteorológico Nacional. Normales climatológicas.



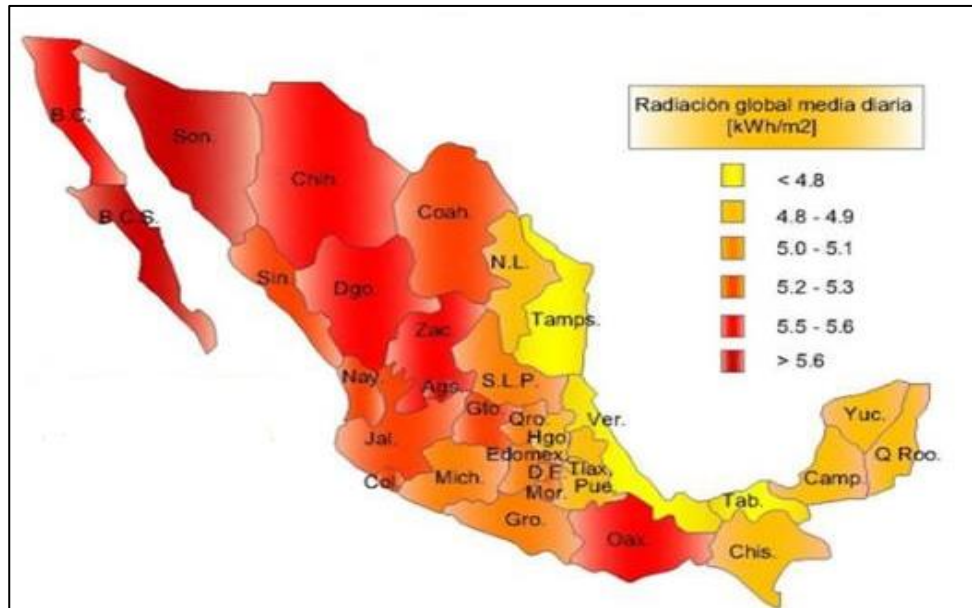
**Figura IV.6 Diagrama ombrotermico de la Estación Conkal.**



**Figura IV.7 Tipos de climas.**

**IV.2.2.1.3. RADIACIÓN SOLAR**

México se encuentra entre los cinco países más atractivos del mundo para invertir en proyectos de energía solar fotovoltaica, tan sólo detrás de China y Singapur. Lo anterior debido a que el país forma parte del “cinturón solar” con una radiación mayor a 5 kWh por m<sup>2</sup> al día. (Secretaría de Economía, 2013). La Península de Yucatán presenta una radiación entre 4.8 y 4.9 Kwh/m<sup>2</sup>, como se observa en la siguiente figura.



**Figura IV.8 Radiación solar en la República Mexicana.**

Fuente: <http://www.cemaer.org/energia-solar-en-mexico/>

**IV.2.2.1.4. VIENTOS**

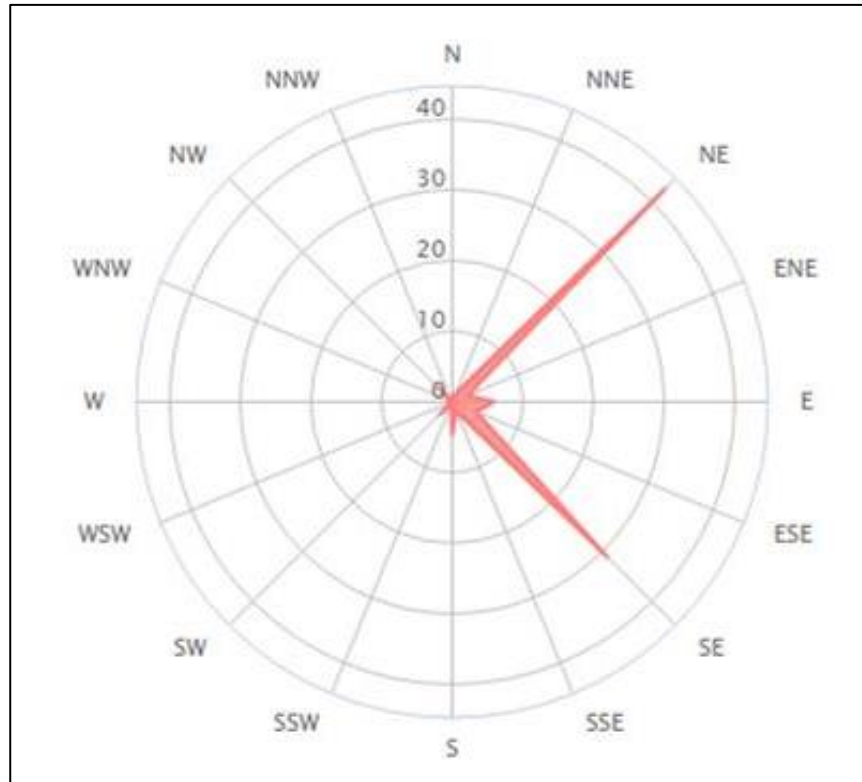
De acuerdo a los registros obtenidos de la estación meteorológica de Puerto Progreso, la velocidad promedio es de 9 km/hr y con dirección predominantemente del noreste. En la siguiente tabla se desglosan los datos mensuales.

**Tabla IV.4 Estadísticas de la dirección y velocidad del viento de la estación Puerto Progreso.**

Concepto	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Velocidad del viento promedio en (km/h)	10	10	12	11	11	10	9	8	8	8	9	9
Dirección en grados	45	45	45	135	135	135	45	45	45	45	45	45

Fuente: <http://es.windfinder.com>

En la siguiente figura se muestra la rosa de viento promedio que se realizó a partir de los datos de registro de la estación meteorológica de Puerto Progreso.



**Figura IV.9 Rosa de los vientos del Puerto Progreso.**

Fuente: <http://es.windfinder.com>

#### **IV.2.2.1.5. VIENTOS ALISIOS**

Los vientos alisios penetran con fuerza a la Península de Yucatán entre los meses de mayo a octubre y son el principal aporte de lluvia estival. Se originan por el país desplazamiento de grandes masas de aire provenientes de la Celda Anticiclónica, localizada en la porción centro norte del océano Atlántico. Estos vientos giran en el hemisferio norte en el sentido de las manecillas del reloj por efecto del movimiento de rotación del planeta, atraviesan la porción central del Atlántico y el Mar Caribe, cargándose de humedad.

El sobrecalentamiento del mar en el verano ocasiona que estos vientos se saturen de nubosidad y se enfríen relativamente al chocar con los continentes por lo que provocan las lluvias de verano. (UADY, 1999).

#### **IV.2.2.1.6. NORTES**

En los meses de enero a marzo se originan “frentes” producto del choque de las masas frías del norte con el aire tropical del país, al pasar por el mar de las Antillas y el Golfo de México se saturan de agua en forma de nubosidad depositada posteriormente como lluvia; a esto se le conoce como “Norte”. En la Península de Yucatán ocasiona la lluvia invernal que en algunos años llega a ser tan elevada que abarca más del 15% del total anual. La duración de efecto de los nortes puede ser en promedio de tres días, periodo en que cubre su trayectoria total.

#### IV.2.2.1.7. CICLONES TROPICALES

Un ciclón tropical consiste en una gran masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión. Los ciclones tropicales generan lluvias intensas, vientos fuertes, oleaje grande y mareas de tormenta. (CENAPRED et al.2002).

El estado de Yucatán es propenso a sufrir embates constantes de ciclones tropicales, debido a la ubicación geográfica en la que se encuentra y por contar con ciertas condiciones de formación en el Océano Atlántico, mismas que dependen de al menos tres características: Un disturbio atmosférico preexistente (Onda Tropical) con tormentas embebidas en el mismo; temperaturas oceánicas cálidas de al menos 26 °C, desde la superficie del mar hasta 15 metros por debajo de ésta; y vientos débiles en los niveles altos de la atmósfera que no cambian mucho en dirección y velocidad.

Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la presión que existe en su centro o a la velocidad de sus vientos. Se les denomina depresión tropical (presión de 1008 a 1005 milibar (mb) o velocidad de los vientos menor que 63 km/h), tormenta tropical (presión de 1004 a 985 mb o velocidad del viento entre 63 y 118 km/h) y huracán (presión menor que 984 mb o velocidad del viento mayor que 119 km/h). En la siguiente tabla se presenta la clasificación de huracanes, según Saffir-Simpson. (CENAPRED et al.2002).

**Tabla IV.5. Categoría de ciclones tropicales de acuerdo a la clasificación de Saffir-Simpson.**

Categoría	Presión central	Vientos km/h
Perturbación tropical	1008.1 a 1010	--
Depresión tropical	1004. a 1008	<62
Tormenta tropical	985.1 a 1004	62.1 a 118
Huracán categoría 1	980.1 a 985	118.1 a 154
Huracán categoría 2	965.1 a 980	154.1 a 178
Huracán categoría 3	945.1 a 965	178.1 a 210
Huracán categoría 4	920.1 a 945	210.1 a 250
Huracán categoría 5	<920	>250

Fuente: CENAPRED e IMTA. 2002. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales

En el estado de Yucatán se han presentado 107 eventos en 158 años partiendo del año 1852 al 2010. Donde de los 107 eventos los de mayor recurrencia en ese intervalo de tiempo han sido las tormentas tropicales con 47 eventos, depresiones tropicales con 20 eventos, huracán categoría 2 con 18 eventos, huracán categoría 1 con 12 eventos y con 2, 5 y 3 eventos los huracanes con categoría 3, 4 y 5 respectivamente. La formación de los ciclones tropicales se ha originado principalmente en 67 ocasiones en el Mar del Caribe y 24 en la parte central de Océano Atlántico Norte, el resto se ha distribuido en las cercanías del Estado. Los huracanes más dañinos fueron: Allen (1980), Gilberto y Opal (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005).

**Tabla IV.6 Categoría de huracanes de acuerdo a la clasificación de Saffir-Simpson cuya trayectoria tuvo influencia en el SAR durante el periodo 1940-2015.**

Nombre	Año	Categoría	Nombre	Año	Categoría
Opal	1995	H4	Brenda	1973	H1
Gilberto	1988	H4	Greta	1970	Tormenta tropical
Isidoro	2002	H3	Katrina	1999	Tormenta tropical
Beulah	1967	H4	Bill	2003	Tormenta tropical
Charlie	1954	H4	--	--	--

*Fuente: <https://coast.noaa.gov/hurricanes>*

En la siguiente figura se presenta la trayectoria de los ciclones tropicales que han tenido influencia en el SAR.



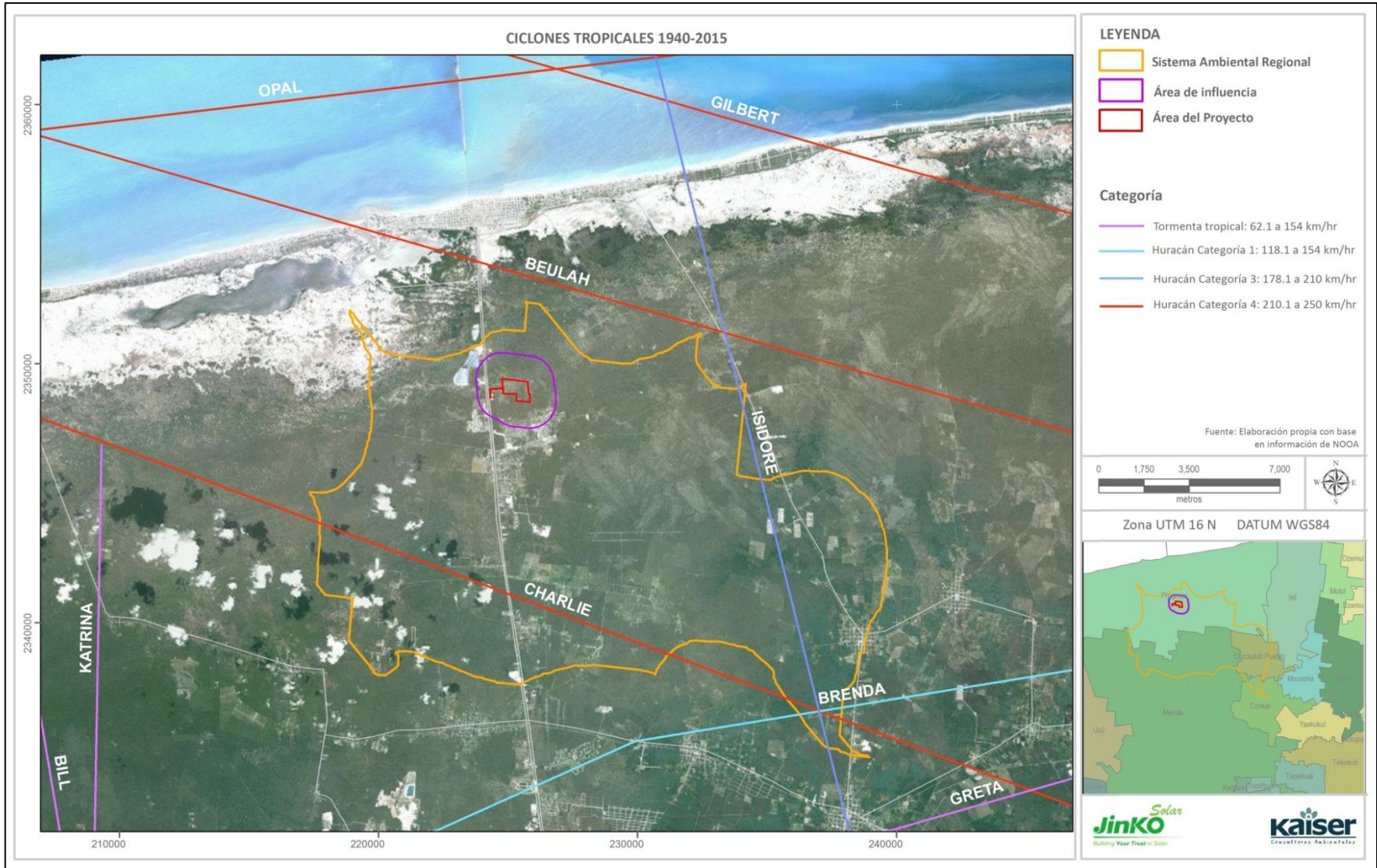


Figura IV.10 Trayectorias de huracanes que han tenido influencia sobre el SAR en el periodo de 1940-2015.

#### IV.2.2.1.8. CALIDAD DEL AIRE

No existen datos sobre la calidad del aire en del SAR, sin embargo, se puede suponer que no existen problemas de contaminación atmosférica, debido a que las fuentes de emisión son prácticamente nulas, ya que no existen desarrollos industriales que puedan generar una gran cantidad de contaminantes; la ausencia de barreras físicas (macizos o cadenas montañosas) que dificulten su dispersión; y a que los vientos que soplan todo el año no permiten la acumulación de contaminantes.

Los incendios forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes. La temporada de incendios, fuertemente vinculada con la de sequía, se establece a partir de enero, llegando a su máximo en abril y mayo. En los años con lluvias abundantes el riesgo de incendios antropogénicos se ve disminuido, pero aumenta el generado por descargas eléctricas.

#### IV.2.2.1.9. EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Las emisiones totales de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el Estado de Yucatán, estimadas para las cinco categorías, son de 7,738.66 Gg; mientras que las emisiones de gas metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), son 57.83 Gg y 3.28 Gg respectivamente, que hacen un total del 10,130.19 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente. Las estimaciones de las emisiones de los otros gases contaminantes de la atmósfera arrojaron que se emite 182.94 Gg de monóxido de carbono (CO), 53.20 Gg de compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), 34.26 Gg de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y 11.15 Gg de óxido de azufre (SO<sub>2</sub>). (SEDUMA, 2013).

El sector que mayores emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente aporta al Estado, para el año 2005, es Energía con un porcentaje de 59.29%, seguido por Agricultura, Uso del suelo, Cambio del uso de suelo y silvicultura (USCUSH), Procesos Industriales y Desechos contribuyendo con el 18.21%, 13.43%, 5.81% y 3.26% respectivamente. (SEDUMA, 2013).

**Tabla IV.7 Emisiones estimadas de gases de efecto invernadero del Estado de Yucatán.**

Sector o categoría	Emisiones (Gg)****			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> equivalente***
1. Energía	5,976.54	0.65	0.05	6,006.28
2. Procesos Industriales*	427.60	--	--	588.73**
3. Agricultura	-	41.86	3.12	1,844.80
4. Uso del suelo, cambio del uso de suelo y silvicultura	1,334.30	1.08	0.01	1,360.08
5. Desechos	0.22	14.24	0.10	330.30
Total	7,738.66	57.83	3.28	10,130.19

Nota\* Las emisiones de la categoría Procesos Industriales corresponde al año 2004. \*\*Incluidos los halocarburos  
\*\*\* El valor del Potencial de Calentamiento Global para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O es de 21 y 310 respectivamente (IPCC, 1996).\*\*\*\* Un gigagramo (Gg) equivale a mil toneladas.

Fuente: SEDUMA, et al. 2013. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero, 2005.

Las emisiones de gases de efecto invernadero que se contabilizan en el sector energía incluyen las emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y gases indirectos de efecto invernadero, también llamados precursores de ozono, tales como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM) y bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Estas emisiones provienen, en su mayoría, de la quema de combustibles fósiles en fuentes fijas de combustión y fuentes móviles de combustión. (SEDUMA, 2013).

Para el Estado de Yucatán, el sector Energía estimó una emisión de 6,006.28 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente derivado de fuentes de combustión en el año 2005. Por otra parte, la subcategoría Industrias de la Energía es la que más contribuye en las emisiones de GEI, generando el 57.57% del total antes mencionado, seguida del Transporte con el 35.90% y la Industria Manufacturera con el 6.46%, mientras que la contribución de la subcategoría de Servicios es casi nula con un 0.07% (SEDUMA, 2013).

En cuanto a las emisiones de los gases indirectos de efecto invernadero, la subcategoría Transporte es la que mayores emisiones genera durante sus procesos de combustión, aportando un 59.37% de NO<sub>x</sub>, 99.26% de CO, 98.84% de COVDM y 7.6% de SO<sub>2</sub>. Sin embargo, respecto a las emisiones de SO<sub>2</sub>, la subcategoría Industrias de la Energía es la que más emisiones genera, con 9.57 Gg que equivale al 87.46% de SO<sub>2</sub> del total de estimaciones del Estado. (SEDUMA, 2013).

Actualmente las actividades energéticas tienen una importante contribución a las emisiones de GEI, por ejemplo, en Yucatán la totalidad de la electricidad generada utiliza tecnología de consumo de combustibles, que al ser quemados generan los GEI, por lo que es adecuado enfocarnos en tecnologías donde se dependa cada vez menos de este tipo de combustibles y utilizar fuentes de energía alternas. (SEDUMA, 2013).

No existen datos sobre las emisiones que se registran en el SAR, pero actúa principalmente como sumidero, debido a que mantiene en la mayor parte de la superficie cobertura vegetal.

#### **IV.2.2.1.10. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA**

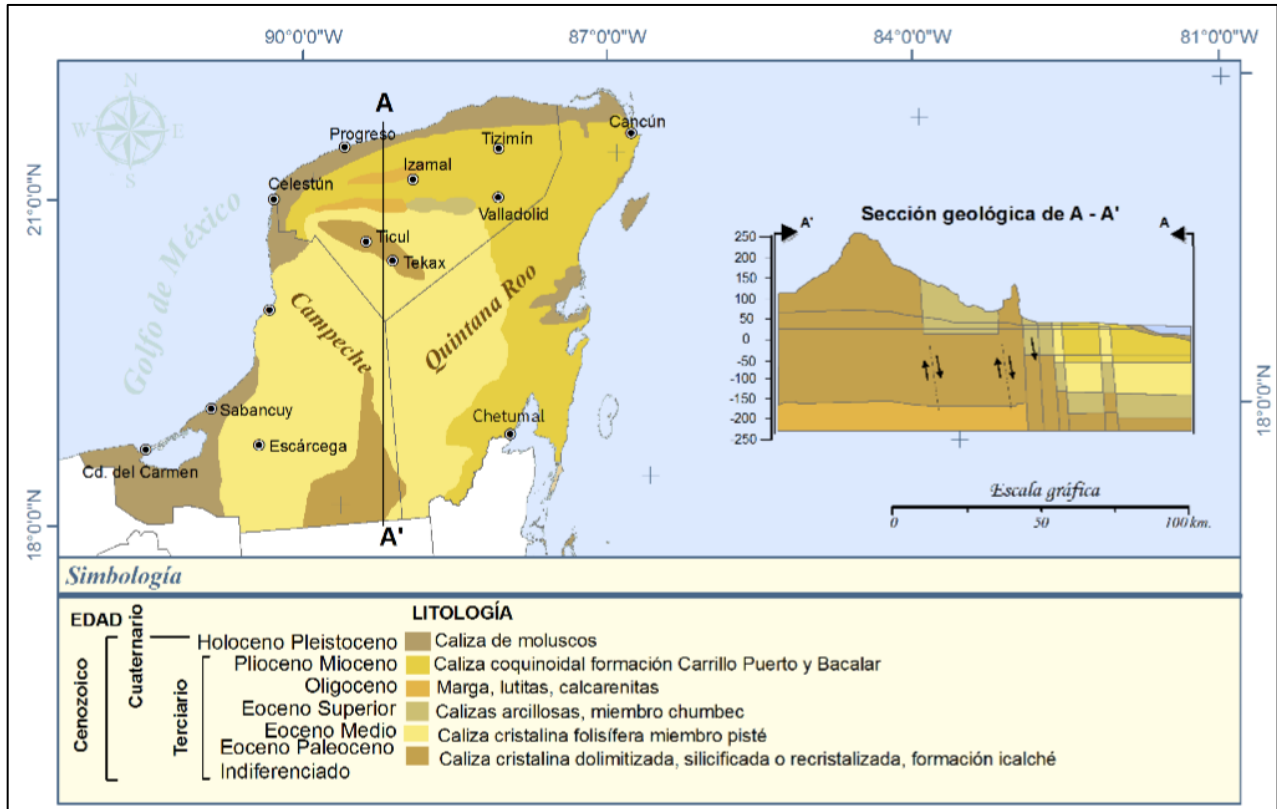
##### *GEOLOGÍA*

La Península de Yucatán se caracteriza por un basamento metamórfico de edad paleozoica sobre el cual ha evolucionado una secuencia sedimentaria de más de 3,000 metros de espesor depositada desde el Jurásico hasta el Reciente. Aparentemente la fuente de los materiales provenía de un basamento paleozoico.

En el Cretácico Superior en la Península de Yucatán se manifestaron cambios en la sedimentación, por lo que la porción central comenzó a emerger hasta quedar expuesta. Durante este período se formaron unos estratos de limos de unos 1300 m de espesor, mientras que durante el periodo Terciario se depositaron, esencialmente unos 1000 m de carbonatos puros, esto incluye la parte más alta de la Formación Carrillo Puerto (Mioceno-Plioceno).

La mayoría de los depósitos Cuaternarios, se restringen a las márgenes actuales de la península. Estos depósitos son normalmente finos y se extienden tierra adentro mientras que los depósitos del Oligoceno no consolidados constituidos por carbonatos se restringen a la línea de la costa de Yucatán.

El SAR y Área de Influencia se localizan en la formación Carrillo Puerto del Terciario Superior se encuentran en una llanura kárstica con elevaciones de 3 a 16 m y que llegan a sustentar una lámina de agua somera. El tipo de roca predominante es la roca caliza del Terciario Superior.



**Figura IV.11 Geología de la Península de Yucatán.**

Fuente: García, G. et al. En Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán

#### PRESENCIA DE FALLAS Y FRACTURAS

Una falla es la ruptura de la corteza en donde sí ha habido desplazamiento entre los bloques y pueden ser: falla normal, inversa, lateral inversa y rotacional. La falla normal, también llamada directa o de gravedad, se caracteriza porque el plano de falla buza hacia el lado hundido. Se genera como respuesta esfuerzos distensivos. La superficie a lo largo de la cual se produce el movimiento es la superficie o plano de falla.

En el caso de la fractura, aunque se presenta la ruptura en la corteza no se registran desplazamientos. En el SAR no se registran fallas ni fracturas.

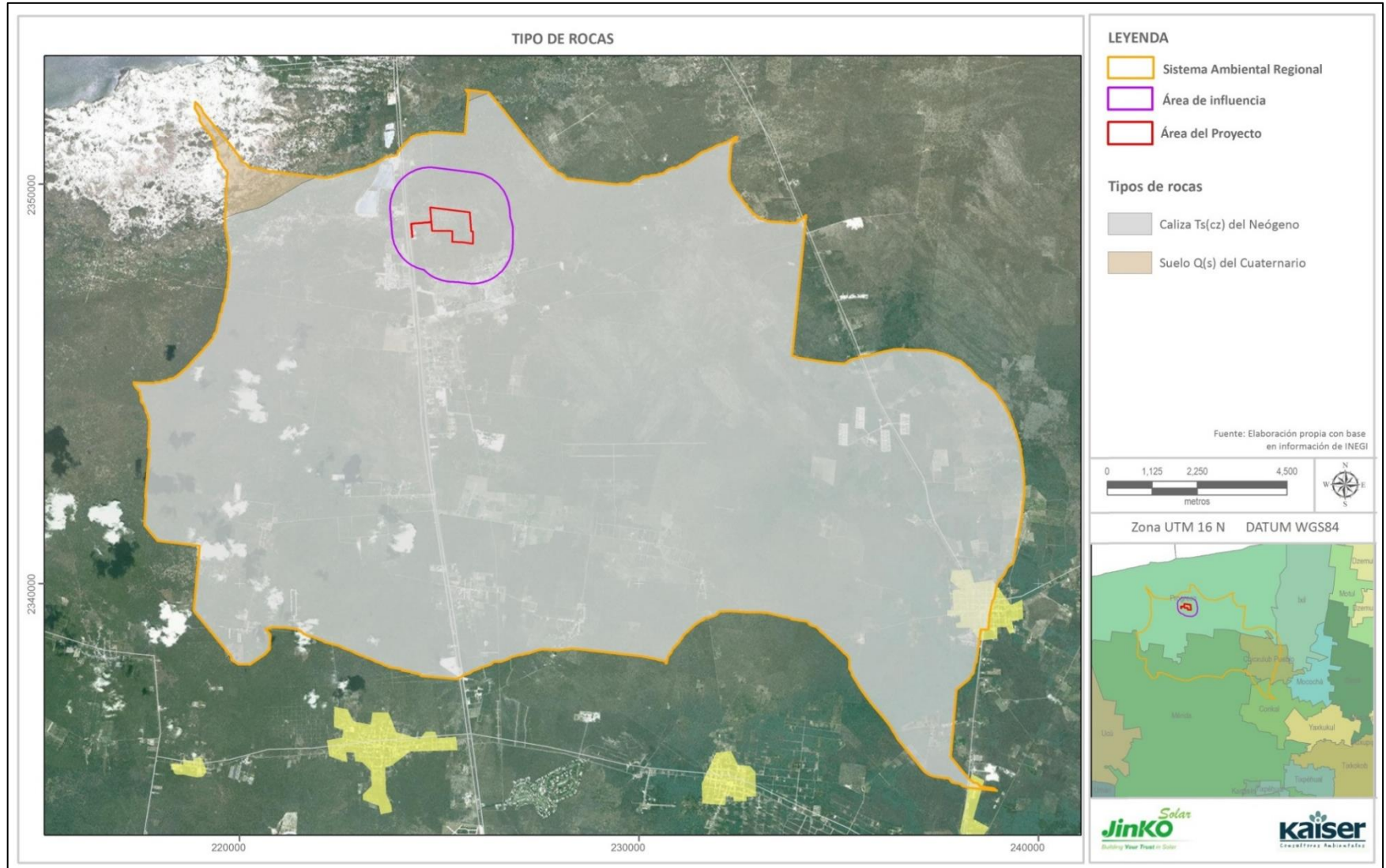


Figura IV.12 Tipos de roca presentes en el SAR.

Para caracterizar al Área del Proyecto se realizó un estudio geotécnico, en la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación de los tipos de trabajos realizados y las coordenadas. En el Anexo IV.1 Se presenta el estudio completo.

**Tabla IV.8 Descripción de la secuencia estratigráfica.**

Tipo	Coordenadas		Tipo	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
Tomografía de resistividad eléctrica	224817	2349187	Estudio de geomecánicas	224897	2348874
	224986	2348933		225181	2349292
	225259	2349198		225084	2348863
	225167	2348935		225236	2349063
	225713	2348988		225403	2349063
	225614	2349195		225535	2349295
Ensayo de penetración dinámica	225530	2348926	Calicatas	225659	2349097
	225242	2348849		225652	2348988
	225416	2349244		224946	2349232
	225521	2349099		224961	2349072
	225083	2349079		224907	2348894
	224816	2349026		225191	2349302
	224915	2349367		225094	2348873
	225725	2349254		225246	2349073
	225081	2349222		225413	2349073
225387	2348888	225545	2349305		
Estudio de geomecánicas	224936	2349222	225701	2349073	
	224951	2349062	225745	2348847	

Como resultado de este estudio se observa que el Área del Proyecto se caracteriza por la escasez del suelo (aproximadamente 30 cm) sobre el sustrato cálcareo, la base está constituida principalmente de limolita cálcarea.

Se registran disoluciones de tipo proto lápiaz que en algunas partes del terreno le otorga alta rugosidad a la superficie rocosa con pequeños sumideos de 5 a 15 cm, donde crece la vegetación.



**Fotografía IV.1 Vista de disoluciones tipo proto lápiaz que le da un aspecto rugoso.**

Se observaron afloramientos de limolita con disoluciones superficiales y agujeros poco profundos que van de 2 a 5 cm, además se registran agujeros de mayor tamaño algunos tienen diámetros de 5 a 15 cm con profundidades de hasta 25 cm pero existen otros de mayor profundidad rellenos con materiales limosos donde crece la vegetación.



Fotografía IV.2 Vista de un afloramiento rocoso.



Fotografía IV.3 Vista de agujeros rellenos de material limoso.

En la siguiente tabla se describen la litología con mayor detalle.

Tabla IV.9 Descripción de la secuencia estratigráfica.

Espesor (m)	Unidad Geotécnica	Litología
0.20-0.80	R	Relleno (R) Fragmentos calcáreos angulares (5 a 45 cm) con restos de vertidos (vidrio, hormigón) Compacidad suelta a medio densa y color marrón-cobre.
0.05-0.15	TS	Suelo (Ts) Limo con algo de arena fina y cantos calcáreos angulares (3-5 cm) y abundante concentración de materia orgánica. Color negro. Fácilmente excavable.
0.05-0.10	QHe	Cuaternario Holoceno Eluvial (QHe) Compuesto por limolita. Cortezas calcáreas alternadas con limo y algo de arena fina y venas de limolita de 3 a 5 cm de espesor. Color ocre. Ripable.
>10	LB	Limolita Roca Base (LB) Ligeramente alterada masiva y resistente.

En la siguiente figura se observa la distribución de las unidades geotécnicas en el Área del Proyecto.

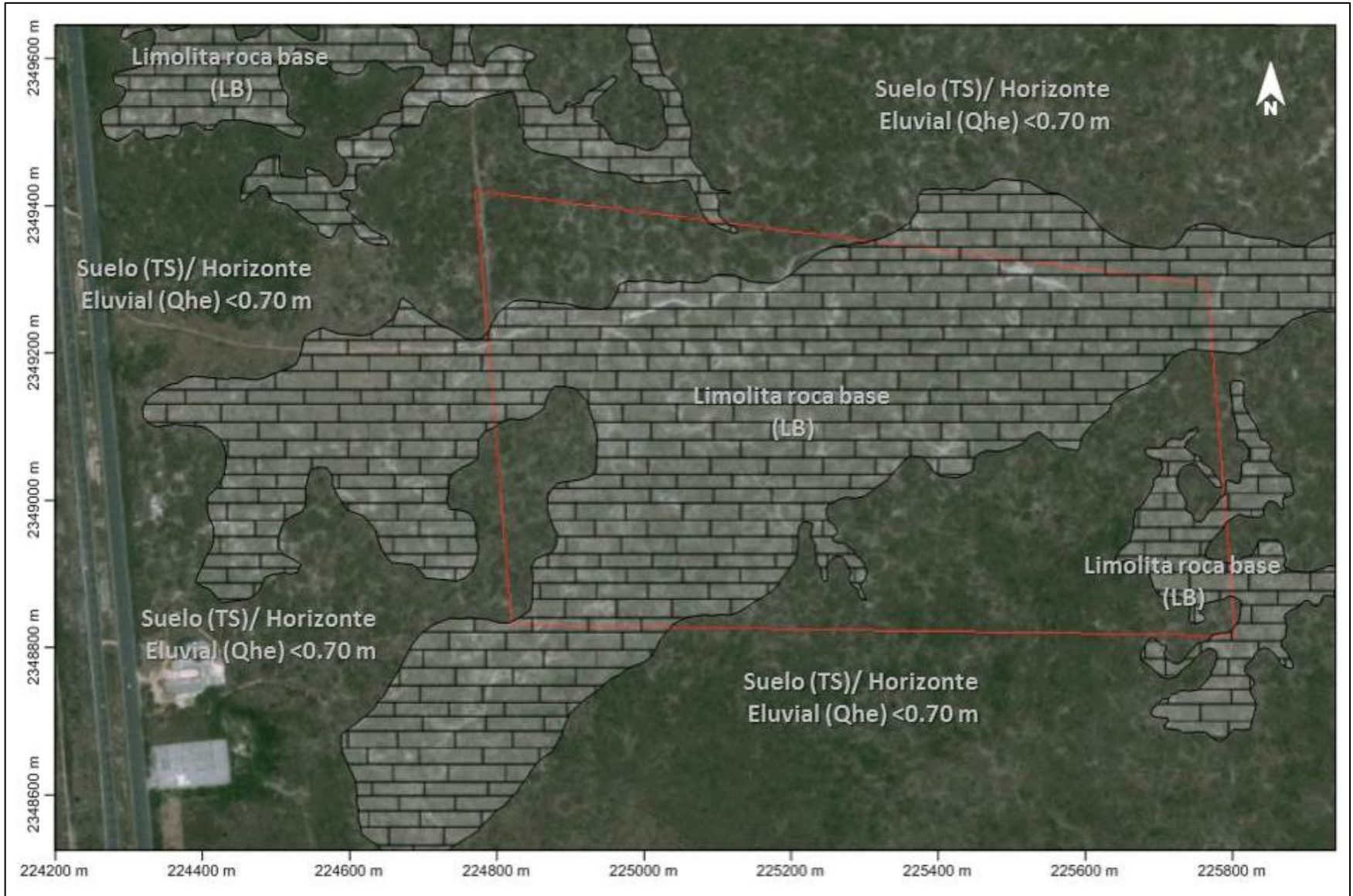


Figura IV.13 Distribución de las unidades geotécnicas en el Área del Proyecto.



### GEOMORFOLOGÍA

El SAR, Área de Influencia y el Área del Proyecto, se encuentra principalmente en la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán, y en la subprovincia fisiográfica No.62 Carso Yucateco.

La provincia fisiográfica Península de Yucatán se caracteriza por que el terreno es predominantemente plano, su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. Es una gran plataforma parcialmente emergida, constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas del mesozoico tardío y Cenozoico.

La Subprovincia fisiográfica Carso Yucateco, está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Oriente y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte Suroeste. Dada la solubilidad de las rocas, son frecuentes las dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación. En términos generales muestra una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carece en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial.

En el SAR se pueden observar básicamente dos tipos de topoformas, la llanura kárstica que abarca la mayor parte del territorio y unas porciones aisladas al norte que según INEGI corresponden a una topoforma de playa o barrera.

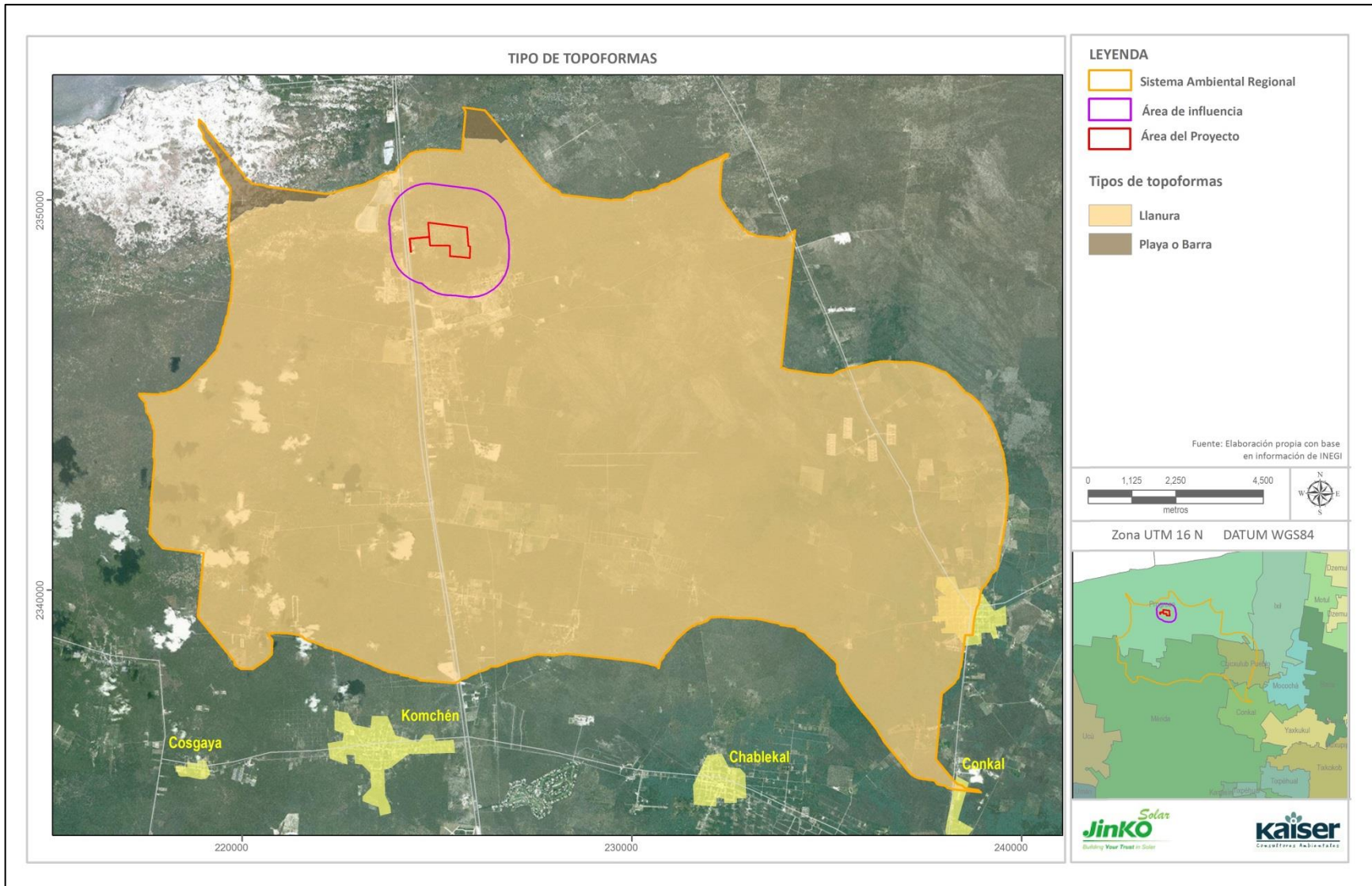
**Tabla IV.10. Provincias y subprovincias fisiográficas donde se ubica el SAR.**

Provincia fisiográfica	Subprovincia fisiográfica	Topoforma
Península de Yucatán	Carso Yucateco	Llanura
		Barrera

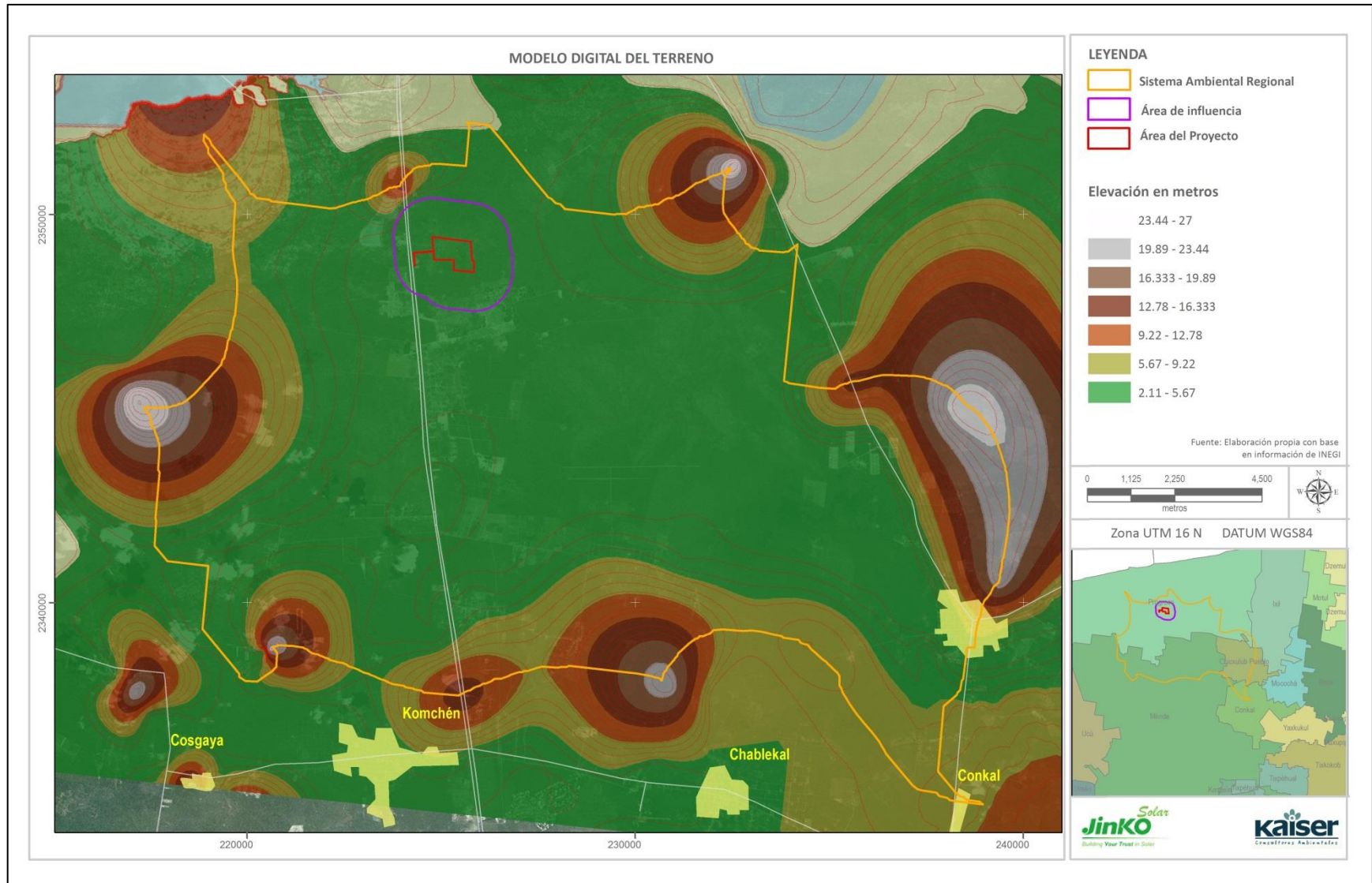
Fuente: INEGI. 2001. Carta de Provincias y Subprovincias fisiográficas. Serie I. Escala 1:1000,000.

El Área de Influencia y Área del Proyecto se ubican en una llanura kárstica, que de acuerdo a INEGI se define una llanura como un área continúa de la superficie terrestre relativamente plana, a veces suavemente quebrada y ondulada, pero sin elevaciones o depresiones prominentes

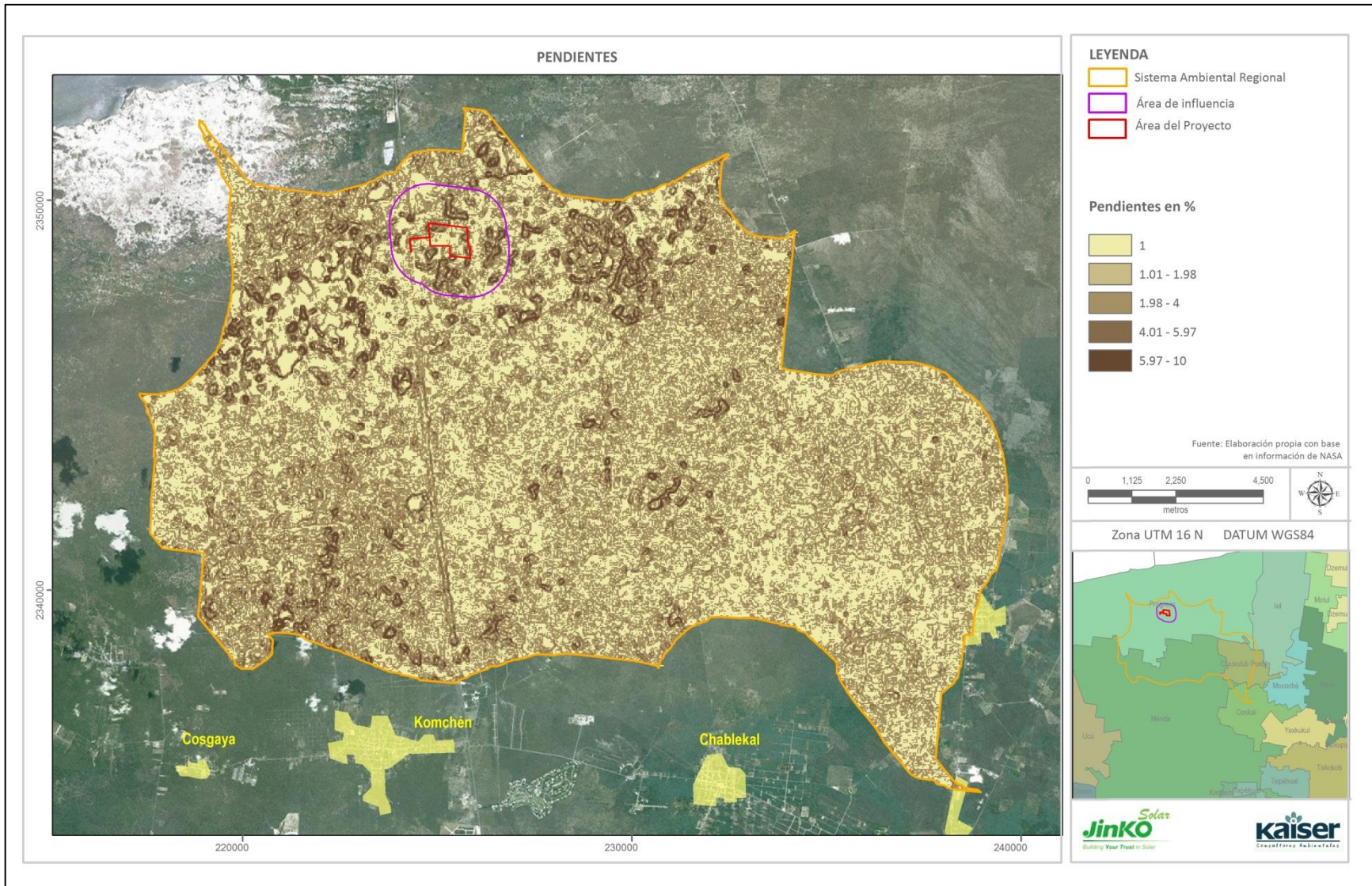
De acuerdo al modelo digital de elevación de INEGI de 15 metros, en el SAR se registran altitudes que van de aproximadamente de 2 a 23 msnm, las cotas más elevadas que van del rango de 19 a 23 msnm se localizan en los límites de la microcuenca como se puede observar en la siguiente figura. En el Área de Influencia y Área del Proyecto la altitud está en el rango de 2 a 5 ms.n.m y las pendientes que se registran están en el rango del 1 al 10%.



**Figura IV.14** Tipos de topografías del SAR.



**Figura IV.15** Altitud del SAR en msnm.



**Figura IV.16 Pendientes en el SAR.**

SUSCEPTIBILIDAD A LA ZONA A LA SISMICIDAD

La vulnerabilidad sísmica se podría considerar como una expresión que relaciona las consecuencias probables de un movimiento de tierra sobre una construcción, una obra de ingeniería o un conjunto de bienes o sistemas expuestos con la intensidad del temblor que podría generarlas. Con fines de diseño antisísmico la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, esto se realizó de acuerdo a los catálogos de sismos ocurridos desde inicios de siglo pasado (CENAPRED, 2000).



Fuente: CENAPRED. 2000. Clasificación de la República Mexicana de acuerdo con la regionalización sísmica.

**Figura IV.17 Zonas sísmicas de la República Mexicana.**

En la siguiente tabla, se presenta la descripción de cada una de las zonas.

**Tabla IV. 11 Zonas sísmicas de la República Mexicana.**

Zona	Descripción
A	Zona donde no hay registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración a causa de temblores.
B y C	Zonas intermedias, donde se reportan sismos no tan frecuentes o afectados por altas aceleraciones, pero no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
D	Zonas donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia del sismo es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Fuente: CENAPRED. 2000. Clasificación de la República Mexicana de acuerdo con la regionalización sísmica.

El SAR se localiza, de acuerdo a la regionalización sísmica, en una Zona A, es decir, se encuentra en una región donde no hay registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración a causa de temblores.

#### IV.2.2.1.11. SUELOS

El suelo es el resultado de la interacción de varios factores formadores. Como resultado de dicha interacción se generan diferentes procesos simples o complejos, los cuáles se pueden observar en su morfología y en sus características físico-químicas. Está formado por capas u horizontes que indican los diferentes procesos y tipos de suelos, por lo que se considera un elemento dinámico, abierto al medio que lo rodea, y en constante cambio (INEGI, 1981).

En el SAR se identificaron tres tipos de suelo de acuerdo a la clasificación de INEGI, el Leptosol que domina en el SAR, Feozem y Solonchack cuyas características se presentan en la siguiente tabla

**Tabla IV.12 Tipos de suelo en el SAR.**

Tipo de suelo	Principales características
Leptosol	<p>Del griego leptos, delgado, se caracterizan por su escasa profundidad (menor a 25 cm). Una proporción importante de estos suelos se clasifica como leptosoles líticos, con una profundidad de 10 centímetros o menos. Otro componente destacado de este grupo son los leptosoles réndzicos, que se desarrollan sobre rocas calizas y son muy ricos en materia orgánica.</p> <p>En algunos casos son excelentes para la producción agrícola, pero en otros pueden resultar muy poco útiles ya que su escasa profundidad los vuelve muy áridos y el calcio que contienen puede llegar a inmovilizar los nutrientes minerales.</p> <p>Los leptosoles dominan en la península de Yucatán, un territorio que emergió del fondo oceánico en fecha relativamente reciente, por lo que sus suelos no han tenido tiempo suficiente para desarrollarse.</p> <p>En el Área del Proyecto se registra únicamente este tipo de suelo.</p>
Feozem	<p>Literalmente, tierra parda. Se caracterizan por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Los Feozems son de profundidad muy variable, cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad.</p>
Solonchack	<p>Literalmente suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas).</p>

*Fuente: INEGI. 1990. Guías para la interpretación de cartografía. Edafología.*

Los diferentes tipos de suelos, se caracterizan también por la textura que indica el tamaño general de las partículas que forman el suelo, así como la fase física que señalan la presencia de fragmentos de roca y materiales.

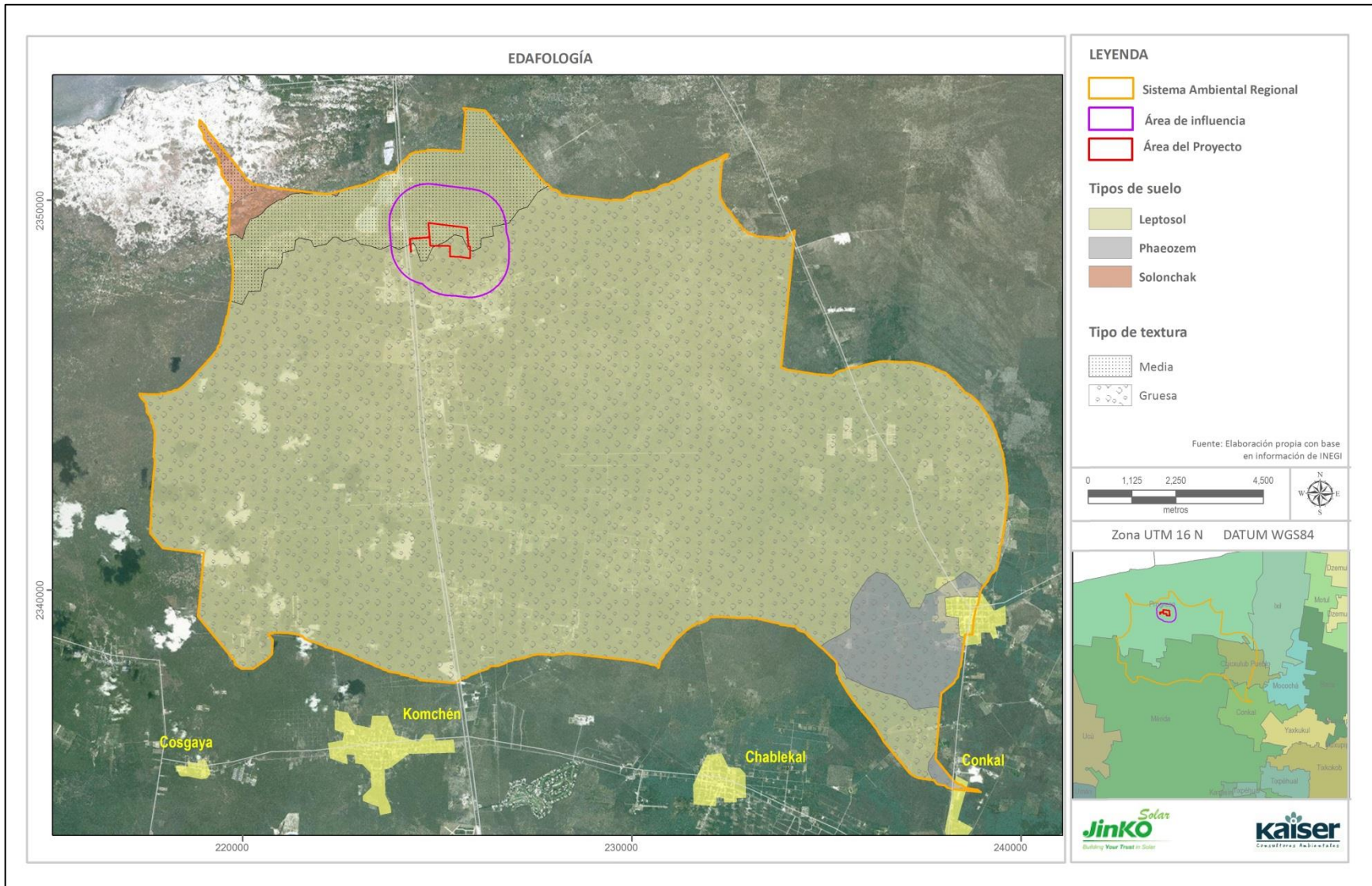
Existen tres tipos de texturas de acuerdo a la clasificación de INEGI cuya descripción se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla IV.13 Tipos de textura del suelo.**

Tipo de textura	Principales características
Fina (1)	Los suelos de textura fina presentan más del 35% de arcillas y son suelos que retienen el agua.
Media (2)	Se refiere a suelos de textura media, comúnmente llamados francos, equilibrados generalmente en el contenido de arena, arcilla y limo.
Gruesa (3)	Los suelos arenosos de textura gruesa (con más de 65% de arena), con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas

*Fuente: INEGI. 1990. Guías para la interpretación de cartografía. Edafología.*

En la mayor parte del SAR incluyendo el Área de Influencia y del Proyecto, el suelo presenta una textura gruesa también se presenta una pequeña porción al norte se registran suelo de textura media, es decir suelos equilibrados generalmente en el contenido de arena, arcilla y limo. En la siguiente figura se observa la distribución de la textura del suelo según INEGI.



**Figura IV.18 Edafología.**



## EROSIÓN

La erosión es el proceso en el cual ocurre desplazamiento del material que forma el suelo, ya sea por medio del agua (erosión hídrica) o el viento (erosión eólica). La erosión es un fenómeno natural y paulatino, el cual puede acelerarse por el desarrollo de actividades productivas del sector primario (agricultura, ganadería, forestal y minería), la construcción de infraestructura de comunicaciones en pendientes pronunciadas.

En México el problema se presenta principalmente en las zonas de topografía irregular, donde las pendientes del terreno son escarpadas. Tomando en cuenta que gran parte del territorio nacional tiene este tipo de relieve, y que las zonas de cultivo temporaleras se encuentran en estos sitios, se puede considerar que el problema es grave.<sup>1</sup>

Este fenómeno implica dos problemas importantes: por un lado, es la pérdida de suelo en la cuenca (erosión), sobre todo la pérdida de suelo fértil en los campos de cultivo con cierta inclinación y por otro lado el depósito del sedimento en embalses o en sitios donde esto es indeseable. La erosión se clasifica en erosión hídrica y erosión eólica.

La erosión eólica, se define como la remoción del suelo por el efecto del viento. La fuerza de arrastre del viento sobre una partícula de suelo está en función de las fuerzas cortantes (tangenciales) que favorecen la erosión y de las fuerzas normales sobre la superficie del terreno que ayudan a evitar la erosión. La cantidad de material erosionado depende de las características del suelo a ser erosionado, de la cobertura vegetal que lo proteja y de las sumas de las fuerzas antes mencionadas. La velocidad mínima necesaria para iniciar el movimiento de las partículas del suelo erosionables (0,1 mm de diámetro), es cerca de 15 km/h a una altura de 0.3 metros de la superficie.

En el SAR y en el Área del Proyecto, no existen registros específicos de la velocidad del viento, sin embargo, de acuerdo a la estación meteorológica del Aeropuerto de Mérida, la velocidad promedio del viento es de 9 km/hr y considerando que existe una buena cobertura vegetal, la erosión eólica sería ligera y principalmente en aquellas zonas donde ya no existe cobertura vegetal.

La erosión hídrica se define como la remoción del suelo por el efecto del agua, es decir es causada por las gotas de lluvia o por el escurrimiento superficial. Al impactar las gotas de lluvia el suelo, se rompe su estructura superficial salpicando el material sólido que lo compone en todas direcciones. El material ya suelto es transportado por el flujo superficial, el cual también produce una fuerza de arrastre sobre el suelo, llegando incluso a formar pequeños canalillos, que colaboran en gran medida a la pérdida de suelo. Al disminuir la velocidad del flujo, debido a los cambios de pendiente, el material transportado se deposita formando zonas de sedimentación.

Los factores que contribuyen a que se presente el fenómeno de la erosión hídrica son precipitación, pendiente, tipo de suelo, textura, así como los usos del suelo y vegetación.

---

<sup>1</sup> SEGOB. Atlas Nacional de Riesgo en [www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx](http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx)

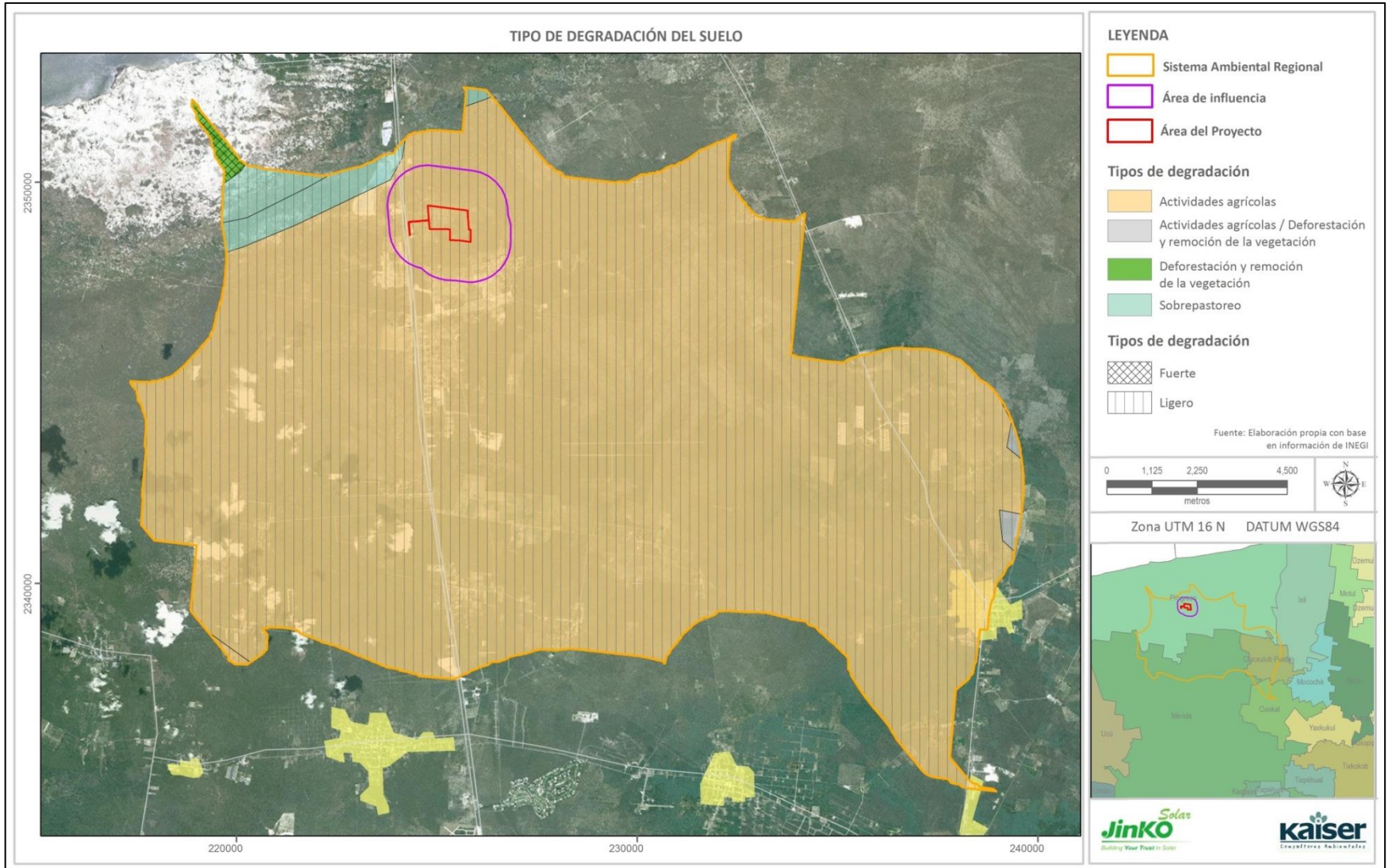
En la siguiente tabla se presenta una descripción de cada uno de estos factores.

**Tabla IV. 14. Factores que contribuyen a la erosión hídrica.**

Factores	Descripción
Precipitación	A mayor intensidad de lluvia siempre se produce una mayor erosión en el suelo, además la precipitación está correlacionada con la escorrentía, es decir cuando un gran porcentaje de la lluvia se convierte en escorrentía se genera mayor erosión.
Pendiente	A medida que la escorrentía se acumula en una pendiente alargada, su capacidad de desprender y transportar se incrementa. La longitud de la pendiente y su inclinación son factores que se consideran para evaluar la erosión hídrica. A mayor pendiente y longitud mayor susceptibilidad a la erosión.
Tipo de suelo	Algunos suelos erosionan más rápidamente que otros bajo idénticas condiciones. Los suelos altos en limo o arena muy fina erosionan más rápidamente, la erodabilidad disminuye a medida que el contenido de partículas de arcilla o arena (excluyendo arena muy fina) incrementan. La materia orgánica del suelo mejora la estructura, infiltración y agregación y disminuye la erodabilidad, pero agregados grandes pueden aun ser transportados por escorrentía de alta velocidad.
Textura	Los suelos con textura fina (suelos donde la proporción de limo es mayor) son más erodables que los de textura gruesa (suelos con mayor proporción de arenas). Los suelos con textura gruesa con gravas y arenas presentan un tamaño de grano grande y al acoplarse dejan huecos grandes por lo que resultan suelos permeables. Por el contrario, las arcillas con un tamaño de partícula muy pequeño forman suelos impermeables.
Usos del suelo y vegetación	La vegetación natural constituye una barrera física frente al impacto directo de las gotas de lluvia. Las hojas recogen parte del agua de lluvia y la conducen a las ramas para finalmente pasar a los troncos y llega así canalizada a infiltrarse en el suelo. Además de entrar el agua en las discontinuidades que aparecen en el contacto suelo-tronco/tallo, la materia orgánica produce porosidad al agregar a las partículas del suelo. Los troncos y los tallos representan un obstáculo para la circulación del agua de escorrentía. Así la erosión hídrica es mayor en áreas sin cobertura vegetal que en aquellas con cobertura vegetal y con una densidad alta de vegetación

Considerando lo anterior, se puede establecer que en el SAR no se presenta la erosión hídrica ya que es una llanura kárstica y prácticamente no existen pendientes, la mayor parte de la superficie presenta cobertura vegetal, es probable que en caso de presentarse esta sería ligera para las áreas ocupadas por actividades agrícolas o áreas sin vegetación.

En el SAR se registra principalmente una degradación ligera por el desarrollo de las actividades agrícolas y el sobrepastoreo, hacia el norte se registra una degradación fuerte por la deforestación y la remoción de la vegetación. En la siguiente figura se muestra la distribución de los diferentes tipos de degradación del suelo.



**Figura IV.19 Degradación del suelo en el SAR.**

#### IV.2.2.1.12. HIDROLOGÍA

##### HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El Estado de Yucatán forma parte de la Región Hidrológica XII Península de Yucatán y se encuentra en la jurisdicción del Organismo de Cuenca Península de Yucatán con sede en la Ciudad de Mérida.

El SAR carece de ríos y cuerpos de agua, debido a la naturaleza cárstica de las rocas de la entidad; donde el agua de lluvia se infiltra rápidamente, solo durante la temporada de lluvias se satura el terreno, se infiltra al subsuelo, haciendo subir el nivel freático en las oquedades de las rocas formándose ojos de agua, que sirven de hábitat para algunos anfibios. En el Área del Proyecto se registraron seis ojos de agua.



Fotografía IV.4 No. 1. X:225,790 Y:2348998



Fotografía IV.5 No. 2. X: 225545 Y: 2348835



Fotografía IV.6 No. 3. X:225374 Y: 2348791



Fotografía IV.7 No. 4. X: 225516 Y:2348828



Fotografía IV.8 No. 5. X: 225665 Y: 2348711



Fotografía IV.9 No.6. X: 225621 Y: 2348740

En la siguiente figura se presenta la ubicación dentro del Área del Proyecto.

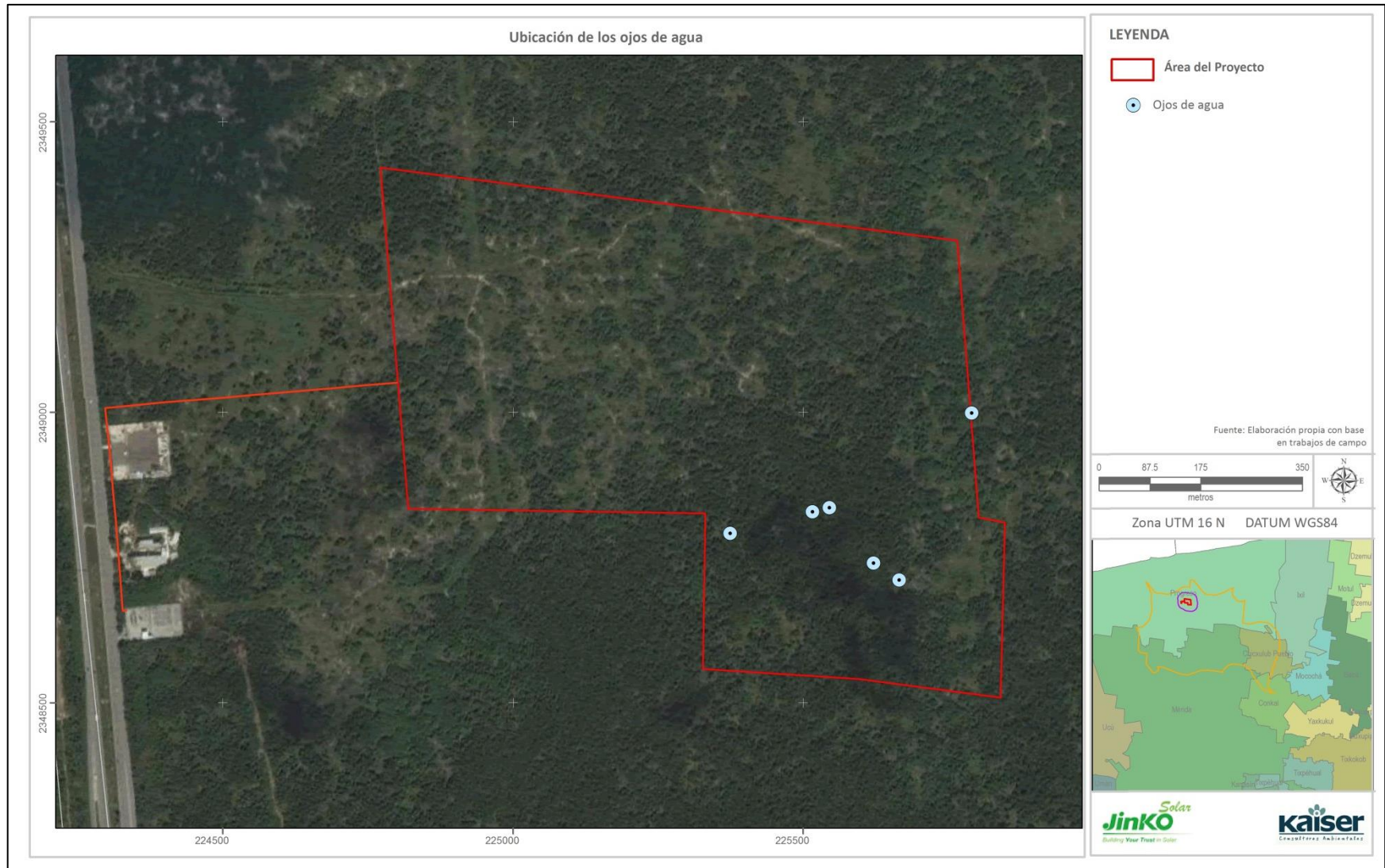


Figura IV. 20. Ubicación de ojos de agua en el Área del Proyecto.

### HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Se considera a la Península de Yucatán como una unidad regional denominada “Acuífero Península de Yucatán”, el SAR se sitúa en este acuífero. El acuífero de Yucatán, abarca toda la Península, es de tipo libre y flota sobre un manto de agua salada, que se infiltra en forma de cuña desde el mar hacia tierra adentro. Las rocas que lo conforman son las mismas calizas del Terciario, que afloran en la superficie, cuya permeabilidad es de origen secundario (disolución, dolomitización y microfracturamiento).

El proceso de karsticidad está desarrollado, por lo que el aporte de agua a la cuenca se infiltra rápidamente y es drenado casi simultáneamente en volumen similar hacia el mar. Prácticamente la precipitación constituye la única fuente de recarga del acuífero.

La profundidad del acuífero guarda relación con las diferencias del nivel del terreno con respecto al nivel del mar; así en las regiones costeras o del norte de la península, el acuífero se encuentra a unos cuantos metros de profundidad de la superficie del suelo varía de 5 a 15, mientras que en las regiones del Sur, es necesario cavar hasta los 80 y 100 para alcanzar el nivel freático.

El acuífero tiene un alta dinámica de desplazamiento, estimándose una velocidad de flujo de aproximadamente 40 m/hora, este desplazamiento se realiza de forma radial del centro de la Península hacia la línea de costa, las direcciones predominantes son de SE-NW y S-N. (CNA, 2001).

El principal foco de contaminación al agua subterránea en el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, es la falta de sistemas de alcantarillado sanitario, así como las bajas eficiencias de las actuales plantas de tratamiento. En la superficie del acuífero existen otras fuentes potenciales de contaminación puntual como granjas, en las que se vierte al subsuelo el estiércol de los animales, ranchos, basureros, panteones, descargas de aguas residuales industriales, gasolineras y gaseras; así como fuentes de contaminación difusa que abarcan áreas más extensas, como zonas con carencia de drenaje y viveros en los que se utilizan intensivamente fertilizantes y se vierten sin control al subsuelo los excedentes de riego.

De acuerdo con la Secretaría de Salud, el Estado de Yucatán presenta la incidencia más alta de enfermedades gastrointestinales a escala nacional (DOF. 04/09/2013).

El acuífero tiene un volumen disponible de 5,759,221,028 m<sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones. A continuación, se presenta el balance de aguas subterráneas del acuífero Península de Yucatán.

**Tabla IV.15 Balance de agua del acuífero No.3105 Península de Yucatán.**

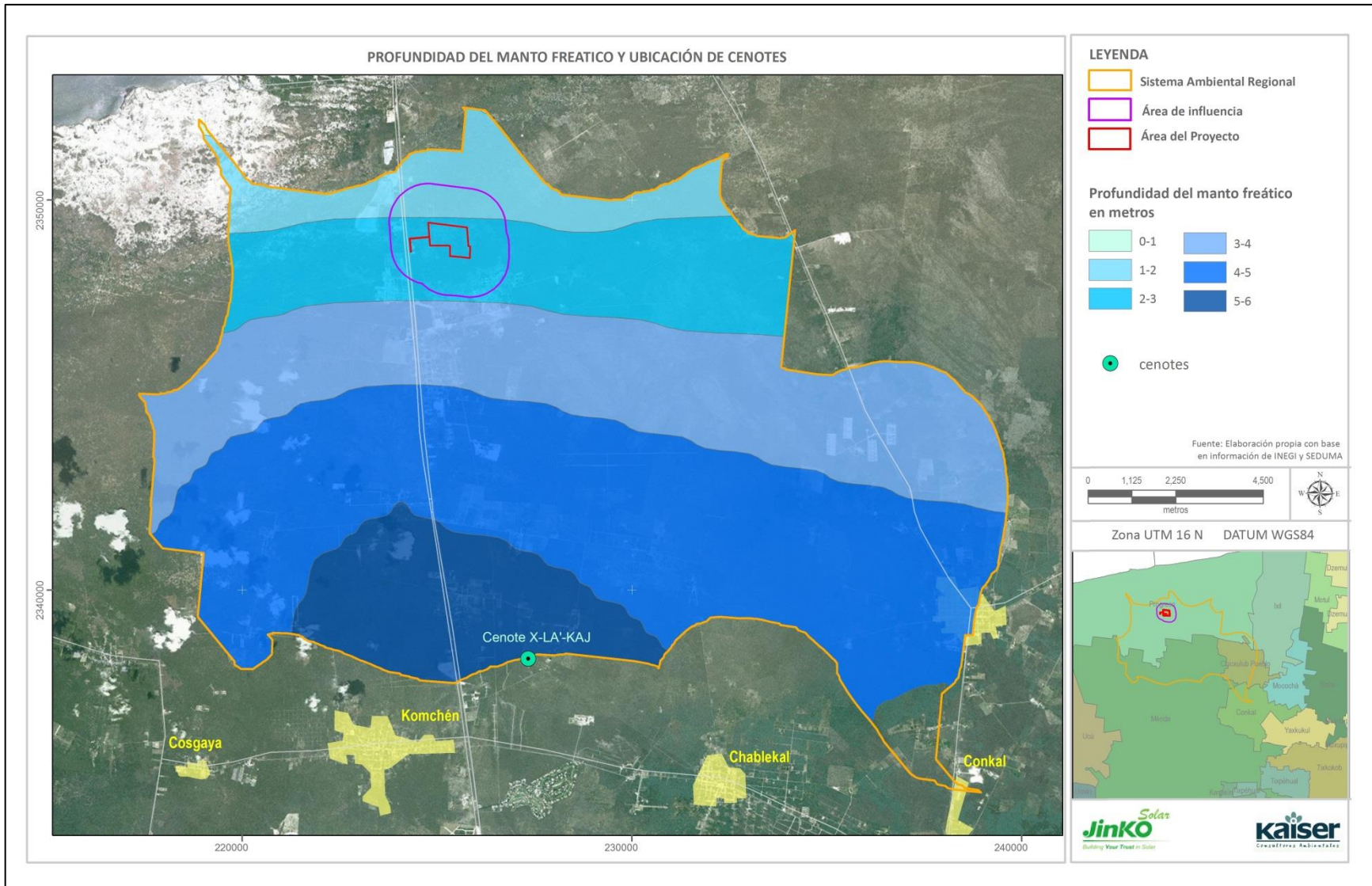
Concepto	(m <sup>3</sup> /año)
Recarga media anual	21'813,400,000
Descarga natural comprometida	14'542,200,000
Volumen concesionado de agua subterránea	1,511,978,972
Disponibilidad media anual de agua subterránea	5,759,221,028
Déficit	0

Fuente: CONAGUA. 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea del Acuífero (3105). Península de Yucatán

De acuerdo a la información cartográfica de SEDUMA en el Área del Proyecto el acuífero se encuentra en un rango de 2 a 3 m de profundidad.

En la península de Yucatán, existen gran cantidad de cenotes, los cuáles son depresiones cársticas del terreno formado como consecuencia del hundimiento del techo de cuevas o cavernas que dejan al aire el agua que las recorre. De acuerdo a la cartografía disponible de la SEDUMA, en el SAR se registra un solo cenote ubicado al sur denominado X LA KAJ como se observa en la Figura IV.21. Tanto en el Área de Influencia, así como en el Área del Proyecto NO existen cenotes.





**Figura IV.21 Profundidad del nivel freático y ubicación de cenotes en el SAR.**

#### IV.2.2.2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

##### IV.2.2.2.1. VEGETACIÓN

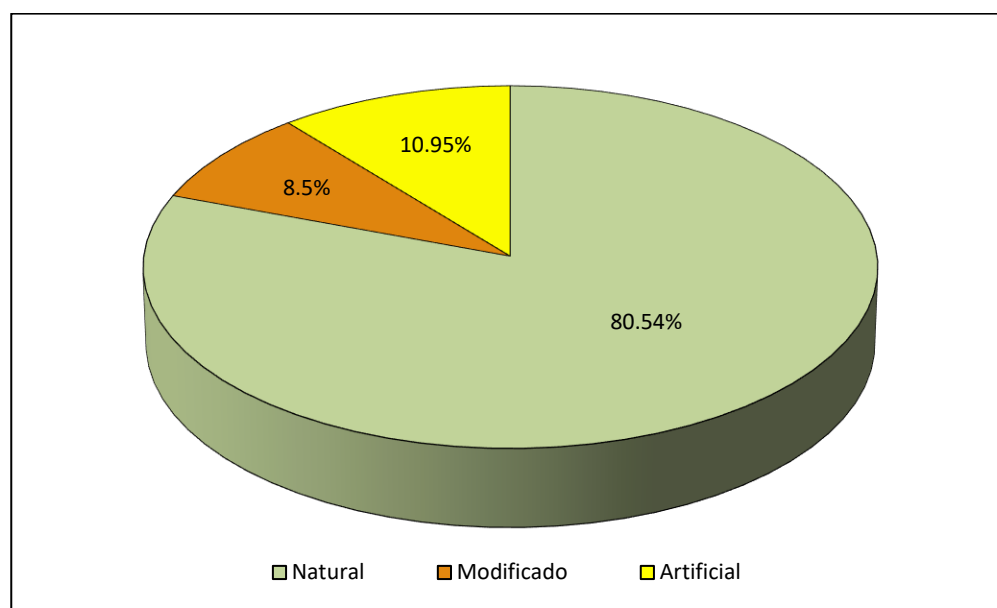
###### COBERTURA

En el SAR predominan los ecosistemas naturales abarcan aproximadamente el 80.54% (18,442.93 ha), constituidos principalmente por vegetación secundaria de selvas bajas espinosas y caducifolias, los ecosistemas modificados ocupan el 8.5% (1,948.01 ha) y los ecosistemas artificiales representan el 10.95% (2,508.28 ha). En la siguiente tabla se presenta el desglose de la superficie por tipo de ecosistema y por uso del suelo y vegetación.

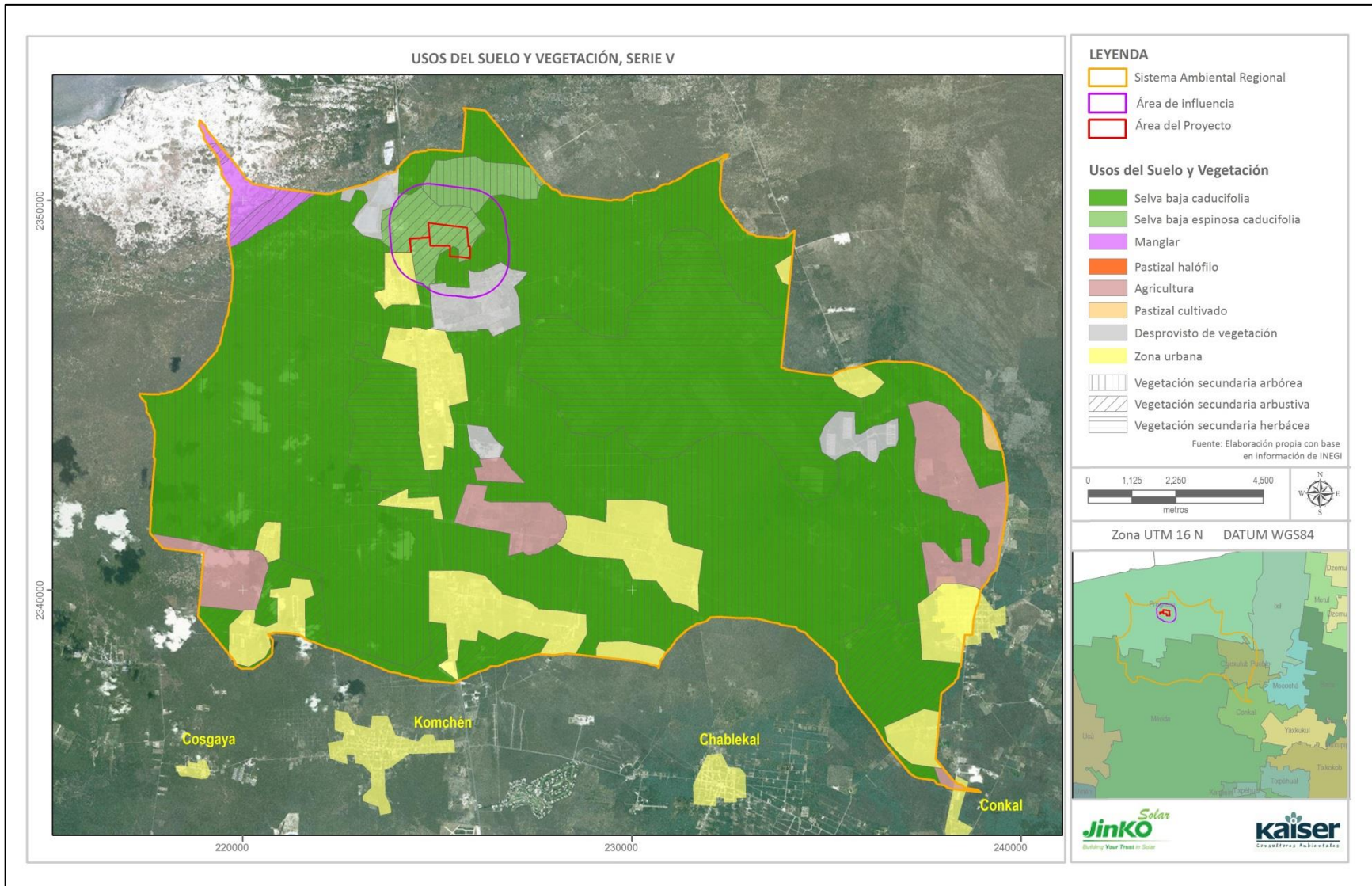
**Tabla IV.16 Usos del suelo y vegetación en el SAR de acuerdo al plano de usos del suelo y vegetación de INEGI, serie V.**

Tipo de ecosistema	Usos del suelo y vegetación	Superficie	
		ha	(%)
Natural	Vegetación secundaria de selva baja caducifolia	17,521.64	76.52
	Vegetación secundaria de selva baja espinosa caducifolia	666.4	2.91
	Pastizal halófilo	0.08	0
	Manglar	254.81	1.11
	<b>Subtotal</b>	<b>18,442.93</b>	<b>80.54</b>
Modificado	Agricultura	1,244.01	5.43
	Pastizal	27.80	0.12
	Desprovisto de vegetación	676.12	2.95
	<b>Subtotal</b>	<b>1,948.01</b>	<b>8.51</b>
Artificial	Zonas urbanas	2,508.28	10.95
	<b>Subtotal</b>	<b>2,508.28</b>	<b>10.95</b>

Fuente: INEGI. 2010. Carta de uso del suelo y vegetación. Escala 1:250,000 Serie V.



**Figura IV.22 Porcentaje de superficie por tipo de ecosistema en el SAR, 2010.**



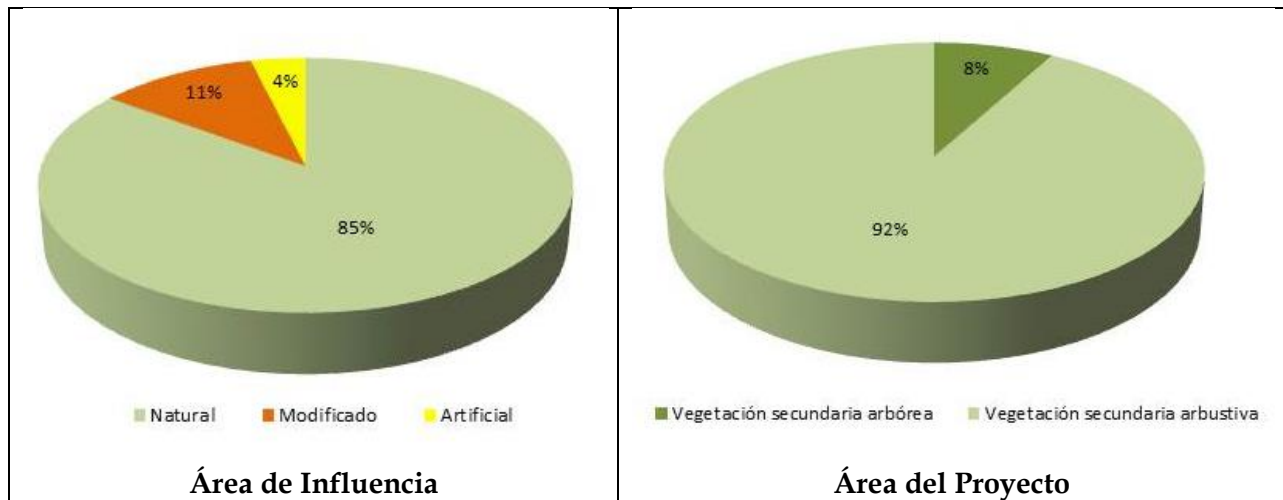
**Figura IV.23 Usos del suelo y vegetación. Serie V (2011-2013).**

De acuerdo con el plano de usos del suelo, Serie V, tanto en el Área de Influencia como en el Área del Proyecto predominan los ecosistemas naturales están constituidos por vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selvas bajas caducifolia y espinosa, por otro lado no se registran actividades agropecuarias, pero si se tienen áreas sin vegetación aparente en el Área de Influencia que representan a los ecosistemas modificados y los ecosistemas artificiales están constituidos por el fraccionamiento Flamboyanes.

En la siguiente tabla se presenta el desglose de las superficies por ecosistema, así como los usos de suelo y vegetación para el Área de Influencia y Área del Proyecto.

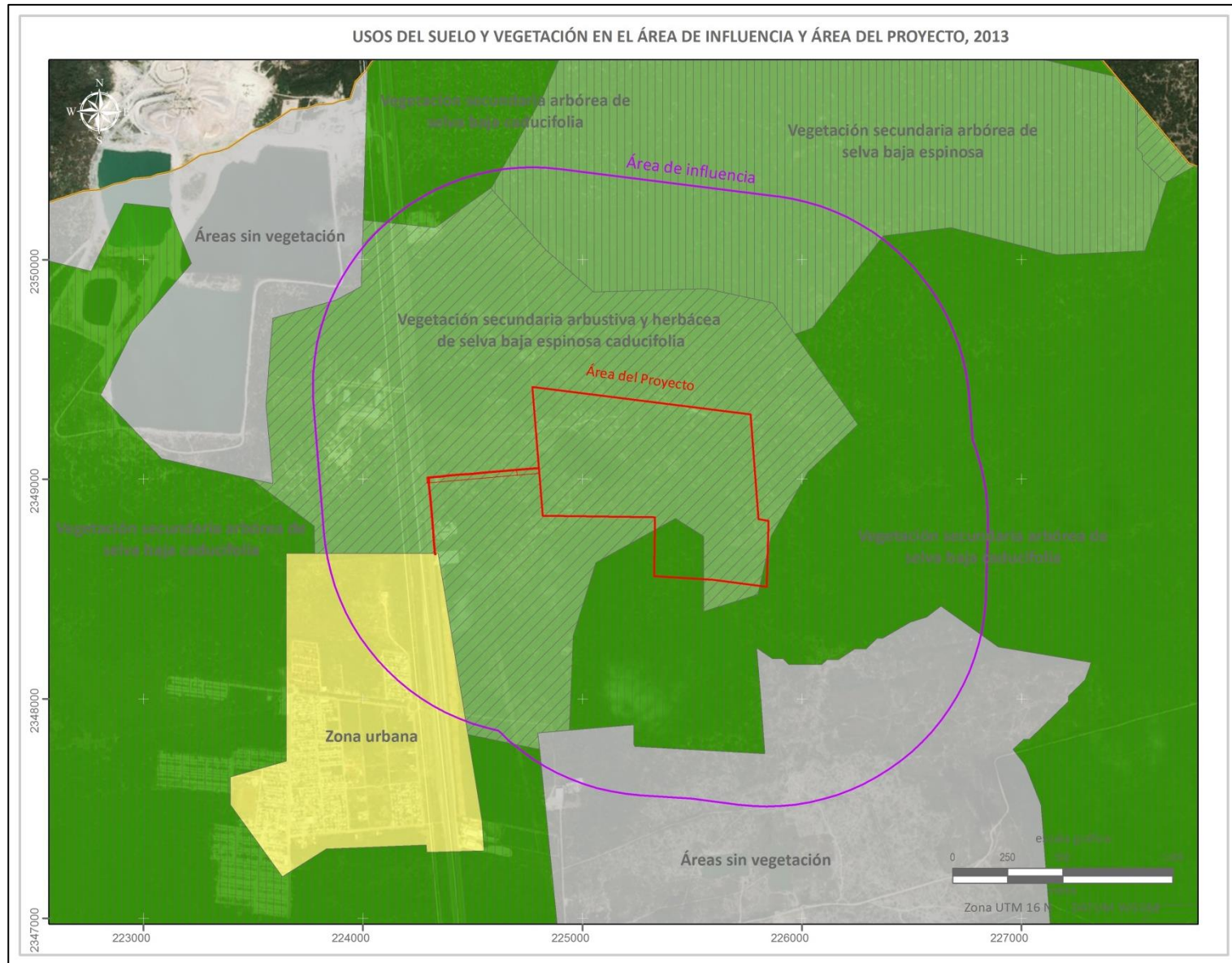
**Tabla IV. 17. Usos del suelo y vegetación en el Área de Influencia y Área del Proyecto.**

Tipo de ecosistema	Usos del suelo y vegetación	Área de Influencia		Área del Proyecto	
		ha	(%)	ha	(%)
Natural	Selva baja caducifolia	206.65	28.11	0	0
	Selva baja espinosa caducifolia	418.91	56.98	65.11	100
Modificado	Sin vegetación aparente	81.41	11.07	0	0
Artificial	Zona urbana	28.22	3.84	0	0



**Figura IV. 24. Porcentaje de superficie por tipo de ecosistema en el Área de Influencia y Área del Proyecto de acuerdo la carta de usos del suelo y vtgetación de INEGI, Serie V.**

En la siguiente figura se puede observar que en el Área del Proyecto predomina la vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja espinosa caducifolia y una porción de selva baja caducifolia, sin embargo en campo se observó que en realidad es una transición entre los dos tipos de selva, por lo que se decidió considerar que el Área del Proyecto presenta vegetación secundaria arbustiva y herbácea de selva baja espinosa caducifolia y vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia.



**Figura IV. 25. Usos del suelo y vegetación del Área de Influencia y Área del proyecto de acuerdo a la carta de usos del suelo y vegetación de INEGI, Serie V.**

CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN

En la siguiente tabla se presenta una síntesis de las principales características de los tipos de vegetación que se registran en el SAR.

**Tabla IV.18 Principales características de los tipos de vegetación registrados en el SAR.**

Tipo de vegetación	Descripción
Selva baja caducifolia	<p>Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. Es una de las selvas de mayor distribución en México, ocupaba la mayor parte del estado de Yucatán y una parte de estado de Campeche.</p> <p>Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros <i>Agave</i>, <i>Opuntia</i>, <i>Stenocereus</i> y <i>Cephalocereus</i>.</p> <p>En este tipo de selva son comunes: <i>Bursera simaruba</i> (chaka); <i>Bursera sp.</i> (cuajote, papelillo, copal, chupandía); <i>Lysiloma sp.</i> (tsalam); <i>Jacaratia mexicana</i> (bonete); <i>Ceiba sp.</i> (yaaxche, pochote); <i>Bromelia pinguin</i> (chom); <i>Pithecellobium keyense</i> (chukum); <i>Ipomoea sp.</i> entre otras especies.</p>
Selva baja espinosa caducifolia	<p>Es una comunidad de porte bajo, dominada por árboles espinosos. La mayoría de las especies de esta selva están desnudas durante periodos prolongados en la temporada seca.</p> <p>Los componentes de estas selvas miden de 8 a 10 m de alto y sólo eventualmente llegan a alcanzar 12 m. Muchas de las especies más abundantes son leguminosas con ramas espinosas. Aparte del estrato arbóreo, se encuentra un estrato arbustivo de 2 a 4 m de alto, bien desarrollado, pero falta casi completamente el estrato herbáceo.</p>
Manglar	<p>Es una comunidad densa, que se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico, en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud.</p> <p>Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros y en desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas.</p> <p>Los mangles son especies perennifolias y el estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarbóreo o hasta arbustivo; las alturas de los mangles pueden variar, de manera general, desde 1 hasta 30 metros.</p> <p>El Proyecto no afectará de ninguna forma al Manglar el cuál se ubica a 3.0 km al Noroeste.</p>
Pastizal halófilo	<p>Comunidad de gramíneas y graminoides que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; y en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras como en el SAR.</p>

Cabe destacar que en la carta de usos del suelo y vegetación, Serie V de INEGI se reporta selva baja subperennifolia, este tipo de vegetación 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 que provocan que se acumule durante ciertos periodos el agua drenada en las zonas contiguas en la época de lluvias. Esta selva se caracteriza por presentar por árboles bajos con alturas entre los 5 y 11 m, 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: *Haematoxylon campechianum* (ek', tinto, palo de tinte), *Talisia floresii*, *Eugenia lundelli*, *Bucida buceras* (pukté'), *Metopium brownei* (chechem), *Coccoloba cozumelensis*, *Cameraria latifolia*, *Croton reflexifolius*, *Hyperbaena winzerlingii*, *Byrsonima bucidaefolia* (sajpaj), *Pachira acuatica* (zapote bobo, kuche'), *Talisia floresii*, *Byrsonima crassifolia*, *Crescentia alata*, *C. kujete*, *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 están orquídeas como *Rhyncolaelia digbyana* y bromeliáceas como *Tillandsia sp.*

Durante los trabajos de campo realizados no se observaron las características anteriormente descritas y si se observaron características de una selva baja espinosa caducifolia, razón por la cual se recategorizó la selva baja subperennifolia como selva baja espinosa caducifolia.

#### CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN PRESENTE EN EL ÁREA DEL PROYECTO

El Proyecto se localiza en un área con vegetación secundaria arbustiva y herbácea de selva baja espinosa caducifolia, la cual se localiza a lo largo de la costa norte del estado de Yucatán y en una pequeña parte del norte del estado de Quintana Roo. Está limitada por la vegetación de duna costera, el manglar y/o selva baja caducifolia. La extensión de la comunidad es de 1 450 km<sup>2</sup>. El clima es seco muy cálido con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 25.9°C.

Este tipo de vegetación se distribuye como una franja cercana a la costa, más o menos paralela al manglar, a lo largo de la costa norte del estado de Yucatán y en una pequeña parte del norte del estado de Quintana Roo. Está limitada por la vegetación de duna costera, el manglar y/o selva baja caducifolia, dependiendo de su ubicación. La extensión de la comunidad es de 1 450 km<sup>2</sup> (Flores Guido & Espejel Carvajal, 1984).

El régimen de lluvias, empieza un poco más tarde que en zonas de distribución de otras comunidades, con un promedio muy bajo de precipitación al año, lo que favorece la presencia de líquenes costrosos, epífitas y elementos espinosos, especialmente cactáceas y leguminosas. Este tipo de selva es muy importante, ya que posee especies endémicas que están en peligro de extinción debido a dos situaciones: 1) la extensión de este tipo de vegetación es reducida, 2) deforestación debido a la urbanización costera y ganadería. Una de las especies más amenazadas es *Mammillaria gaumeri* que es endémica, por lo que se debe considerar en los planes de conservación tanto federales como estatales. El suelo es muy semejante al de la selva baja caducifolia, aunque favorecido con la materia orgánica formada de la hojarasca que las plantas producen en época seca. En zonas más cercanas a las dunas costeras, los suelos son arenosos y en ocasiones con gran cantidad de afloramientos rocosos.

Esta vegetación está formada por tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo formados principalmente por especies espinosas. La altura de los árboles oscila entre 3 y 8 metros, con un DAP (diámetro a la altura del pecho) que generalmente no rebasa los 20 cm. La mayoría de las plantas pertenecen a la familia Leguminosae de las subfamilias Mimosoidea y Caesalpinoidea, que son caducifolias ya que pierden sus hojas en la temporada de seca. Las zonas más cercanas al mar, están dominadas por cactáceas, agaváceas, palmas pequeñas y espinosas. Este tipo de vegetación es muy representativa del norte de la península, en el tramo comprendido entre Progreso y San Benito, en donde forma área de vegetación continua. En otras áreas hacia el oriente del estado de Yucatán se presenta en forma de mosaico, intercalada con selva baja caducifolia en diferentes etapas de regeneración.

En el estrato arbóreo, las especies más comunes son: *Acacia collinsi*, *Acacia pennatula*, *Bursera simaruba*, *Gymnopodium floribundum*, *Havardia albicans*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa bahamensis*, *Piscidia piscipula*, *Pithecellobium dulce*, *Senegalia gaumeri* y *Senna emarginata*. También existe un componente importante formado por cactáceas de las especies: *Acanthocereus tetragonus*, *Nopalea gaumeri*, *Nopalea inaperta*, *Pilosocereus gaumeri*, *Pterocereus gaumeri*, *Selenicereus grandifloras*, *Stenocereus laevigatus*, que dominan el estrato arbustivo y en ocasiones se presentan como cactus columnares de hasta 8 metros de altura. En el estrato herbáceo, además de algunas especies enlistadas anteriormente se encuentran con frecuencia las siguientes: *Agave angustifolia*, *Capraria biflora*, *Croton flavens*, *Euphorbia spp.*, *Morinda royoc*, *Senna pallida*, *Sida acuta*, *Solanum tridynamum*, *Vigueira dentata* y *Waltheria indica*.

En zonas con mayor afloramiento de placas calcáreas, que permiten que el suelo permanezca inundado durante un mayor período, se desarrolla un tipo de vegetación arbustivo dominado por el arbusto escandente *Ipomoea carnea*, con altura máxima de 1.5 metros. En esta zona se desarrollan abundantes herbáceas características de zonas inundables (*Angelonia angustifolia*, *Cienfuegosia yucatanensis* y *Cuphea gaumeri*) así como gramíneas y ciperáceas.

En la actualidad esta comunidad está perturbada por la apertura de carreteras y la urbanización de la ciudad de Mérida y Progreso.

Para caracterizar la vegetación en el Área del Proyecto se realizaron dos tipos de muestreo, uno para describir la estructura vertical y horizontal de la vegetación y en el segundo tipo para determinar el valor de importancia de las especies, así como la densidad y abundancia de las especies. En conjunto como resultado de los dos tipos de muestreo se obtuvo el listado florístico.

Para caracterizar la vegetación en términos de la estructura vertical y horizontal, se llevó a cabo un trabajo de campo en donde se realizaron muestreos en varios sitios, los cuales fueron seleccionados mediante la observación de variaciones fisonómicas de la vegetación y los sitios más conservados.

Se seleccionaron las áreas menos perturbadas, en las cuales se establecieron ocho cuadrantes de 10 x 20 m (200 m<sup>2</sup>). Cada cuadrante se subdividió en 4 subcuadrantes de 10 x 5 m (50 m<sup>2</sup>), estimando la altura y midiendo la circunferencia de cada individuo de más de 1.5 m de altura en las zonas arboladas, o bien, el diámetro mayor y el diámetro perpendicular a este diámetro, en zonas con vegetación arbustiva-herbácea.



La ubicación geográfica de estas áreas seleccionadas se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 19 Coordenadas de ubicación de los muestreos realizados para caracterizar la estructura de la vegetación.**

Número	Coordenadas UTM		Número	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	225190	2348899	5	225490	2348973
2	225582	2349063	6	225165	2348920
3	225473	2348957	7	225330	2348836
4	225659	2348983	8	225502	2348887



**Fotografía IV.10 Vista parcial de un cuadrante de muestreo.**

Para determinar el valor de importancia (VI) de las especies, así como la densidad se realizaron 18 muestreos. Cada uno de los sitios de muestreo tuvo dimensiones de 10 X 40 m teniéndose una superficie de muestreo general de 1.24 ha. Se contabilizaron todos los individuos vegetales enraizados dentro de los límites de cada cuadrante, identificándolos en campo al menos hasta nivel de género y cuando esto no fue posible, se tomaron muestras botánicas para su posterior identificación en herbario.

El muestreo forestal se realizó considerando todas las plantas leñosas, cuya forma de vida fuera arbórea o arbustiva y tuviera 7.5 cm o más de diámetro normal (DN). En cada uno de los sitios se realizó una subdivisión del mismo, de manera que en los primeros 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m) se registraron todos los árboles desde 2.5 cm de DN (para estimar el número de individuos considerados como regeneración); adicionalmente se realizó un subcuadrante de 1 m<sup>2</sup>, en el cual se midieron las especies herbáceas. En los 400 m<sup>2</sup> totales del sitio, se registraron las especies de plantas leñosas con diámetro normal igual o mayor a 7.5 cm. A todos los árboles y arbustos registrados se les midió: diámetro normal, altura de fuste y altura total.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación de los sitios muestreados.

**Tabla IV.20 Coordenadas de ubicación para determinar el VI y la densidad de las especies.**

Número	Coordenadas UTM		Número	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
PP01	224800	2349300	PP10	225700	2349100
PP02	225000	2349300	PP11	224900	2348900
PP03	225200	2349300	PP12	225100	2348900
PP04	225400	2349300	PP13	225300	2348900
PP05	225600	2349300	PP14	225500	2348900
PP06	224900	2349100	PP15	225700	2348900
PP07	225100	2349100	PP16	225400	2348700
PP08	225300	2349100	PP17	225600	2348700
PP09	225500	2349100	PP18	225800	2348700

#### COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

En ambos tipos de muestreos se registraron todas las especies presentes, se complementó el listado con los recorridos a lo largo y ancho del Área del Proyecto, con el fin de integrarlas a la lista florística general.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los trabajos de campo, a la revisión bibliográfica y de herbario, en total se registraron 187 especies distribuidas en 58 familias. En la siguiente tabla se presenta el listado florístico, la forma biológica puede ser herbácea (H), arbustiva (Ar) y arbórea (A).

**Tabla IV.21 Listado de especies de plantas.**

Familia	Especie	Nombre común	Forma biológica
Acanthaceae	<i>Dicliptera sexangularis</i> (L.) Juss.	Pok lampix	H
	<i>Justicia carthagenensis</i> Jacq.	Took sits	H
	<i>Ruellia nudiflora</i> (Engelm. & A. Gray) Urb.	Xana mukuy	H
	<i>Ruellia paniculata</i> L.	--	H
	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees	Baak soots	H
	<i>Barleria oenotheroides</i> Dum. Cours.	--	H
Amaranthaceae	<i>Alternanthera flavescens</i> Kunth	--	H
	<i>Iresine heterophylla</i> Standl.	--	H
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Box cheechem	A
	<i>Spondias</i> sp	Ciruela	Ar
Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Analk ak	H
	<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold	Campanilla	A
	<i>Dictyanthus yucatanensis</i> Standl.	Boochin	H
	<i>Echites umbellatus</i> Jacq.	Chak kaankel	H
	<i>Funastrum clausum</i> (Jacq.) Schltr.	Yaax aak	H
	<i>Plumeria obtusa</i> L. var. <i>sericifolia</i> (C. Wright ex Griseb.) Woodson	Flor de Mayo	A
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i> Kunth	Kiilbal chaak	H
Areaceae	<i>Sabal yapa</i> C. Wright ex Becc.	Guano	P

Familia	Especie	Nombre común	Forma biológica
Asparagaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw. var. <i>angustifolia</i>	Henequén	H
	<i>Beaucarnea pliabilis</i> (Baker) Rose	Despeinada	H
Asteraceae	<i>Neurolaena lobata</i> (L.) Cass.	Ya axte	H
	<i>Parthenium schottii</i> Greenm.	Santa María	Ar
	<i>Pluchea carolinensis</i> (Jacq.) G. Don	Tabaquillo	Ar
	<i>Wedelia acapulcensis</i> Kunth	--	H
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea</i> sp	Bejuco	H
	<i>Crescentia cujete</i> L.	Jícara	A
	<i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) A.H. Gentry	Bilin kook aak	H
	<i>Parmentiera millspaughiana</i> L.O. Williams	Kat kut	Ar
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Chum	A
Boraginaceae	<i>Varronia curassavica</i> Jacq.	Nej max	Ar
	<i>Varronia globosa</i> Jacq.	Hawche	Ar
Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i> L.	Chom	H
	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i> Baker	Xchu	H
Burseraceae	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	Sak chakah	Ar
	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chakah	A
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Nuum tsutsuy	H
	<i>Mammillaria gaumeri</i> (Britton & Rose) Orcutt	Pool tsakam	H
	<i>Nopalea gaumeri</i> Britton & Rose	Tsakam	Ar
	<i>Nopalea inaperta</i> Schott ex Griffiths	Tsakam soots	Ar
	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Tuna	Ar
	<i>Pilosocereus gaumeri</i> (Britton & Rose) Backeb.	Neh kisin	Ar
	<i>Pterocereus gaumeri</i> (Britton & Rose) T. MacDoug. & Miranda	Kulub	Ar
	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose subsp. <i>donkelaarii</i> (Salm-Dyck) Ralf Bauer	Choj kaan	H
	<i>Stenocereus laevigatus</i> (Salm-Dyck) Buxb.	--	A
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Bokan che	Ar
	<i>Crateva tapia</i> L.	Kolokmaax	A
	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) Iltis & Cornejo	Bokan che	Ar
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Bakha xiw	H
Celastraceae	<i>Elaeodendron trichotomum</i> (Turcz.) Lundell	--	Ar
Convolvulaceae	<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	Xia xiiw	H
	<i>Evolvulus tenuis</i> Mart. ex Choisy	--	H
	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Chok obkat	Ar
Cucurbitaceae	<i>Doyerea emetocathartica</i> Grosourdy	Xtakan	H
	<i>Ibervillea lindheimeri</i> (A. Gray) Greene	Tu kaanil	H
Cyperaceae	<i>Cyperus odoratus</i> L.	Zacate	H
	<i>Fimbristylis cymosa</i> R. Br.	Suuk	H
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium caudatum</i> (L.) Maxon	Helecho	H
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea convolvulacea</i> Schldt. & Cham.	Cheen chaak	H
Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Siliil	A
Euphorbiaceae	<i>Acalypha leptopoda</i> Müll. Arg.	Yaax chilib tux	Ar
	<i>Cnidioscolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst.	Chinchin chay	Ar
	<i>Croton cortesianus</i> Kunth	Eek baalam	Ar

Familia	Especie	Nombre común	Forma biológica
	<i>Croton flavens</i> L.	Ik aban	H
	<i>Croton glandulosepalus</i> Millsp.	X-ebalam	Ar
	<i>Croton icche</i> Lundell	Pelets kuch	A
	<i>Croton itzaeus</i> Lundell	--	Ar
	<i>Croton peraeruginosus</i> Croizat	Ek balam	Ar
	<i>Dalechampia scandens</i> L.	Molkoh	H
	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> (Miranda) Rzed.	Puts mucuy	Ar
	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Hierba del pollo	H
	<i>Euphorbia personata</i> (Croizat) V.W. Steinm.	Jaal ché	H
	<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.	Box chacah	Ar
	<i>Euphorbia tithymaloides</i> L.	--	H
	<i>Euphorbia yucatanensis</i> (Millsp.) Standl.	--	H
	<i>Jatropha curcas</i> L.	Sikilté	Ar
	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Pomolché	Ar
	<i>Manihot rhomboidea</i> Müll. Arg.		Ar
<i>Tragia yucatanensis</i> Millsp.	Popox	H	
Fabaceae	<i>Acacia californica</i> Brandege. subsp. <i>pringlei</i> (Rose) Rico.	Tsiul che	A
	<i>Acacia collinsii</i> Saff.	Subin	A
	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	Chimay	A
	<i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl	Cholul	A
	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	Kitim ché	A
	<i>Caesalpinia mollis</i> (Kunth) Spreng.	Chak té	A
	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Chiin took	Ar
	<i>Caesalpinia yucatanensis</i> Greenm.	Takin ché	A
	<i>Chamaecrista chamaecristoides</i> (Collad.) Greene	--	H
	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	Yaax eek	A
	<i>Coursetia caribaea</i> (Jacq.) Lavin. var. <i>caribaea</i>	Chiikam tuul	H
	<i>Dalea scandens</i> (Mill.) R.T. Clausen	--	H
	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	Buul kaax	H
	<i>Desmodium sp</i>	--	H
	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Tsutsuk	Ar
	<i>Erythrina standleyana</i> Krukoff	Chakmolché	Ar
	<i>Galactia striata</i> (Jacq.) Urb.	Buul baach	H
	<i>Gliricidia maculata</i> (Kunth) Walp	--	A
	<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	Palo de tinte	A
	<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose	Chukum	A
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Waxim	A
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	A
	<i>Macroptilium atropurpureum</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Urb.	Buul cho	H
	<i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urb.	Buul cho	H
	<i>Mariosousa dolichostachya</i> (S.F. Blake) Seigler & Ebinger	Cambal piich	Ar
	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	Sac catzim	Ar
	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Jabín	A
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Tziuche	Ar
	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Humb. & Bonpl. Ex	Tziuche	Ar

Familia	Especie	Nombre común	Forma biológica
	Willd.) Benth.		
	<i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.	Granadillo	A
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Mesquite	A
	<i>Senegalia gaumeri</i> (S.F. Blake) Britton & Rose	Box catzim	A
	<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	--	A
	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby. var. <i>racemosa</i>	--	A
	<i>Senna pallida</i> (Vahl) H.S. Irwin & Barneby	--	Ar
	<i>Sesbania herbacea</i> (Mill.) McVaugh	Kaanbal pich	H
	<i>Tephrosia cinerea</i> (L.) Pers.	Ix buul xiw	H
Lamiaceae	<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	Xkakaltuun	H
Loasaceae	<i>Mentzelia aspera</i> L.	Pegarropa	H
Lythraceae	<i>Cuphea gaumeri</i> Koehne	Haway xiw	H
Malpighiaceae	<i>Bunchosia swartziana</i> Griseb.	Sipché	Ar
	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Wayakté	Ar
Malvaceae	<i>Cienfuegosia yucatanensis</i> Millsp.	--	H
	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Majaua	Ar
	<i>Gossypium hirsutum</i> L.		H
	<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	Sutup	Ar
	<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	Sak le	H
	<i>Hibiscus poeppigii</i> (Spreng.) Garcke	Chinchinpool	H
	<i>Malvaoviscus arboreus</i> Cav.	Tulipán de monte	Ar
	<i>Melochia pyramidata</i> L.	Sak xiw	H
	<i>Melochia tomentosa</i> L.	Sak chichibé	H
	<i>Pseudabutilon umbellatum</i> (L.) Fryxell	Sak xiw	Ar
	<i>Sida ciliaris</i> L.	--	H
	<i>Sida urens</i> L.	--	H
	<i>Waltheria indica</i> L.	Sak xiw	H
Meliaceae	<i>Trichilia sp</i>		A
Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>		A
	<i>Eugenia foetida</i> Pers.		A
Moraceae	<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Miq.	Álamo	A
Nyctaginaceae	<i>Commicarpus scandens</i> (L.) Standl.		H
	<i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.	Tatsi	Ar
	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Beeb	Ar
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i> L.	Naap ché	Ar
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	Jamay	H
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i> (La Llave & Lex.) G.A. Romero & Carnevali	Chit kuuk	H
Passifloraceae	<i>Passiflora ciliata</i> Aiton	Pasionaria	H
	<i>Passiflora foetida</i> L.	Pochil	H
Plantaginaceae	<i>Angelonia angustifolia</i> Benth.	Yaax xiiw	H
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i> L.	--	H
	<i>Aristida ternipes</i> Cav.	--	H
	<i>Bouteloua repens</i> (Kunth) Scribn. & Merr.	--	H
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Chimes-su uk	H
	<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc.	Sit	H
	<i>Panicum amarum</i> Elliott	--	H

Familia	Especie	Nombre común	Forma biológica
	<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.	--	H
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Tsitsilché	A
	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F. Blake	Sakitsa	Ar
	<i>Podopterus mexicanus</i> Bonpl.	Puuts mukuy	Ar
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdeloga	H
	<i>Portulaca pilosa</i> L.	Mañanita	H
Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö	Limoncillo	Ar
Pteridaceae	<i>Acrostichum danaeifolium</i> Langsd. & Fisch.	--	H
Rhamnaceae	<i>Colubrina elliptica</i> (Sw.) Brizicky & W.L. Stern	--	A
	<i>Ziziphus sp</i>	--	A
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	Kanchakché	Ar
	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	Kookché	Ar
	<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Box tastaa	Ar
	<i>Guettarda gaumeri</i> Standl.	Kitché	A
	<i>Morinda royoc</i> L.	Piña de monte	Ar
	<i>Randia aculeata</i> L.	Peech kitam	Ar
	<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	Cruz kiix	Ar
	<i>Randia obcordata</i> S. Watson	Altamisa	Ar
	<i>Spermacoce tenuior</i> L.	Sak mul	H
Santalaceae	<i>Phoradendron wattii</i> Krug & Urb.	Xkew	H
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	Kanchunup	A
Sapotaceae	<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	Ha puche	Ar
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roemer & Schultes) Pennington	--	A
Scrophulariaceae	<i>Capraria biflora</i> L.	Claudiosa	Ar
Solanaceae	<i>Solanum erianthum</i> D. Don	Ukuch	Ar
	<i>Solanum tridynamum</i> Dunal	Putbalam	Ar
Ulmaceae	<i>Phyllostylon brasiliense</i> Capan. ex Benth. & Hook. f.	Kanché	A
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Corona de sol	Ar
	<i>Lippia graveolens</i> Kunth	Orégano	Ar
	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	Ich cho	H
	<i>Stachytarpheta angustifolia</i> (Mill.) Vahl	--	H
	<i>Tamonea curassavica</i> (L.) Pers.	Chanxnuk	H
Vitaceae	<i>Cissus trifoliata</i> (L.) L.	Bolon tib	H
	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	Xtab kanil	H
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	--	A

#### ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

En todas las comunidades vegetales se pueden distinguir una estructura física del ecosistema, la cual puede desarrollarse en dirección vertical y horizontal, refiriéndose en ambos casos a estratificación.

La estructura vertical representa la distribución en alturas de los individuos que forman la comunidad vegetal y nos proporciona una imagen sobre la estratificación de los organismos, reconociéndose tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo; cada uno dominado generalmente por diferentes especies.

La estructura horizontal nos indica la distribución espacial de los organismos de acuerdo al diámetro de los individuos que forman la comunidad. Así podemos reconocer zonas densamente arboladas, con apertura del dosel o zonas con dominancia de herbáceas.

**Estructura vertical**

De acuerdo a los muestreos realizados, se registraron 476 individuos, los cuales se distribuyen verticalmente de la siguiente forma: 74.58 % de los individuos se presentan en el estrato más bajo entre 1.5-4.4 m de altura, 23.53 % se presentan en el estrato entre 4.5-7.4 m, y 1.89 % se presentan en el estrato entre 7.5-10.4 m, la cual representa el estrato arbóreo superior que caracteriza a esta comunidad vegetal.

Este porcentaje de individuos registrados en el dosel superior nos da una idea del bajo grado de recuperación que presenta en el Área del Proyecto, ya que el estrato arbóreo superior está muy pobremente representado.

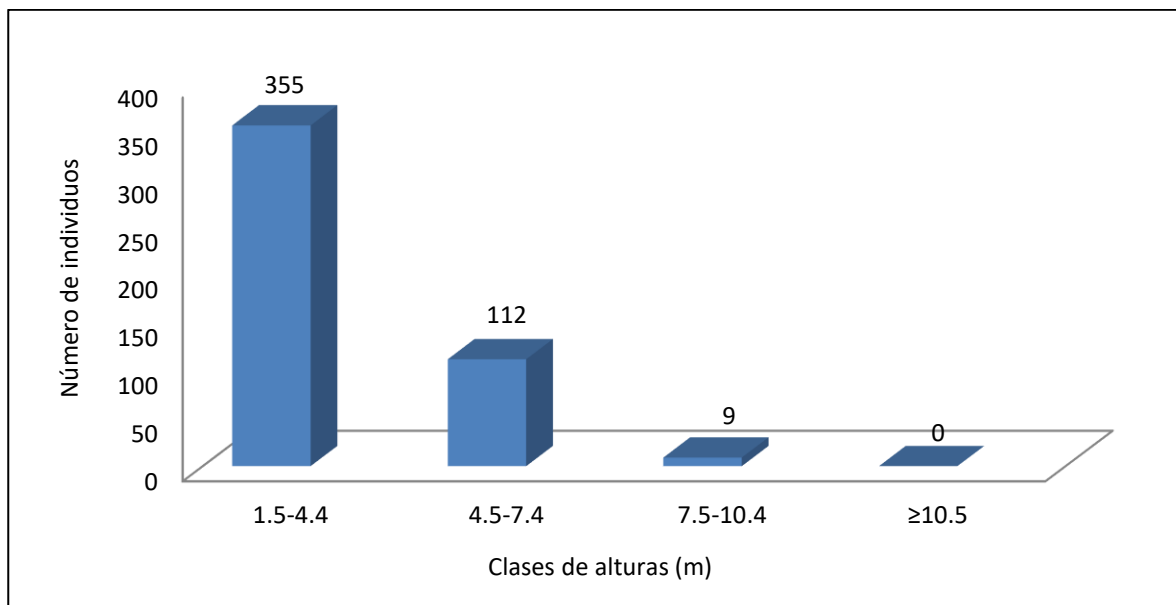


Figura IV.26 Estructura vertical de la selva baja espinosa caducifolia en el Área del Proyecto.

En las áreas en donde únicamente matorral y no existía un estrato arbóreo, se registraron 980 individuos, los cuales se distribuyen verticalmente de la siguiente forma: 77.14 % de los individuos se presentan en el estrato más bajo entre 1-50 cm de altura, 12.65 % se presentan en el estrato entre 51-100 cm, 7.05 % en el estrato entre 101-150 cm, 2.24 % en el estrato entre 151-200 cm, y 0.92 % se presentan en el estrato mayor o igual a 201 cm de altura. Estos resultados nos indican que la forma biológica dominante es herbácea con individuos que no sobrepasan los 50 cm de altura y que el 90 % de los organismos en esta zona arbustiva miden menos de 1 m de altura.

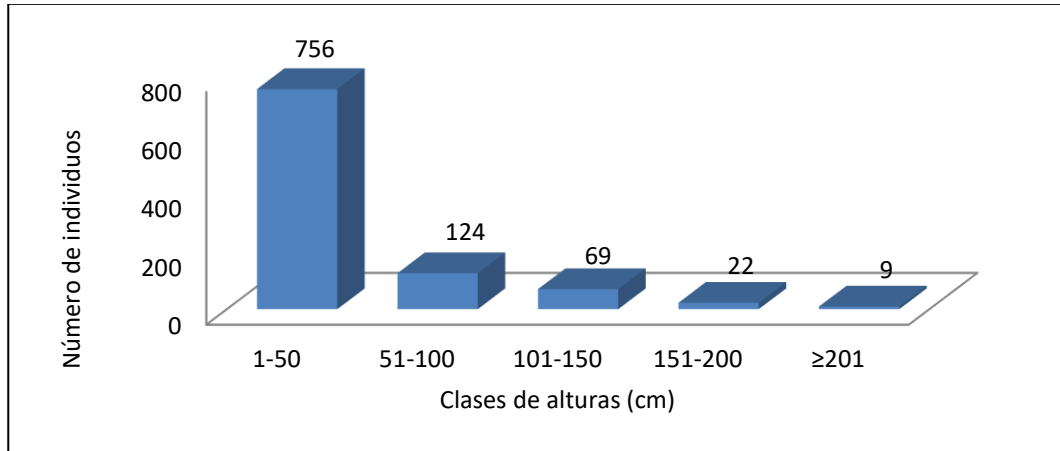


Figura IV.27. Estructura vertical de la zona de matorral en el Área del Proyecto

### Estructura horizontal

De los 476 individuos registrados en el estrato arbóreo, 38.86 % se presentan en la clase entre 0.1-10 cm<sup>2</sup> de área basal, 20.16 % se presentan en la clase entre 10.1-20 cm<sup>2</sup>, 13.44 % en la clase entre 20.1-30 cm<sup>2</sup>, 7.35 % en la clase entre 30.1-40 cm<sup>2</sup>, 5.25 % en la clase entre 40.1-50 cm<sup>2</sup>, 2.94 % en la clase entre 50.1-60 cm<sup>2</sup>, 1.69 % en la clase entre 60.1-70 cm<sup>2</sup>, 1.89 % en la clase entre 70.1-80 cm<sup>2</sup>, 0.85 % en la clase entre 80.1-90 cm<sup>2</sup>, 1.06 % en la clase entre 90.1-100 cm<sup>2</sup> y 6.51 % de los individuos muestreados tiene área basal mayor a 100 cm<sup>2</sup>.

Estos datos están relacionados con las clases de altura y nos reflejan que la mayoría de los organismos leñosos son de diámetros pequeños, y que 72 % de los organismos tienen áreas basales menores a 30 cm<sup>2</sup>, lo que nos indica un estado de recuperación temprano de la vegetación.

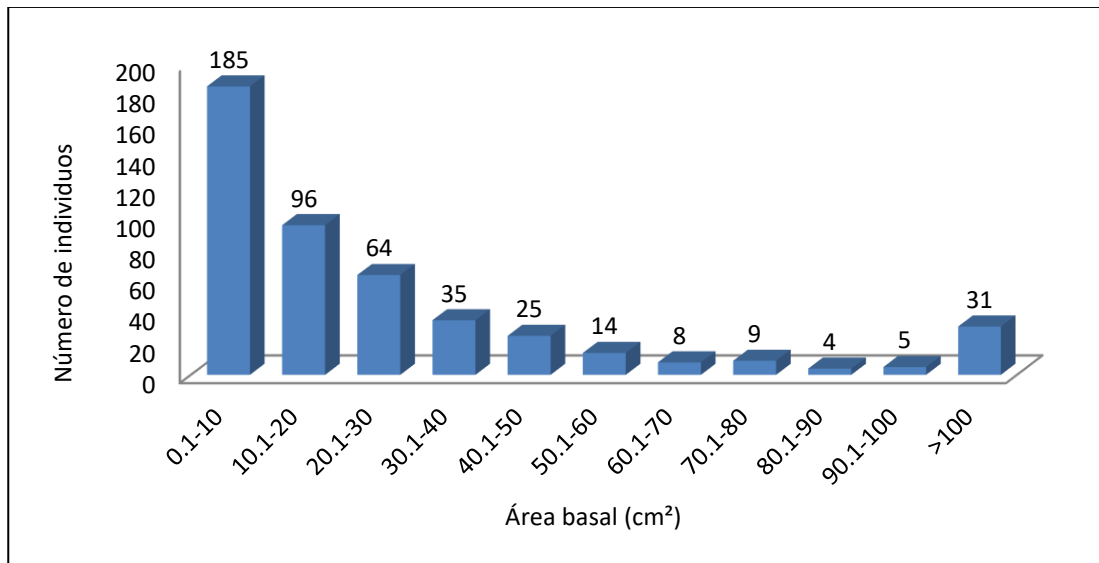


Figura IV.28 Estructura horizontal de la selva baja espinosa caducifolia con estrato arbóreo en el Área del Proyecto.



En las áreas de matorral se registraron 980 individuos en las tres parcelas que se muestrearon, 95.6 % se presentan en la clase entre 1-20000 cm<sup>2</sup> de área basal, 2.55 % se presentan en la clase entre 20001-40000 cm<sup>2</sup>, 0.92 % en la clase entre 40001-60000 cm<sup>2</sup>, 0.62 % en la clase entre 60001-80000 cm<sup>2</sup>, y 0.31 % de los individuos muestreados tiene área basal mayor a 80000 cm<sup>2</sup>. Observamos que más del 95% de los organismos se ubican en la clase de la cobertura mínima, todos ellos perteneciendo a la forma biológica herbácea.

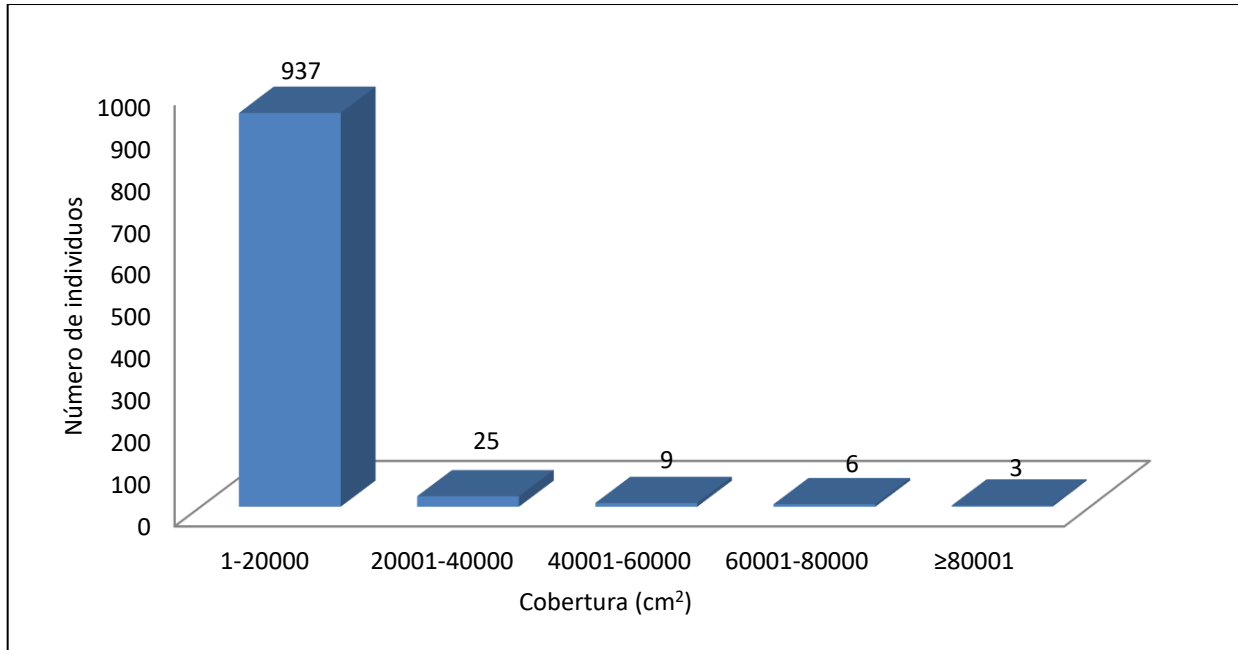


Figura IV.29 Estructura horizontal de la zona de matorrales en el Área del Proyecto.

Al interpretar la estructura vertical de las dos áreas fisonómicamente diferentes que describimos en este trabajo, podemos notar que la tercera parte de los organismos miden menos de 4.4 metros de altura, si ampliamos el rango de alturas hasta 7.4 metros, entonces observamos que un poco más de 98 % del total de los organismos están ubicados en este rango. Esto nos indica que la vegetación tiene una fisonomía baja, debido a que ha sido previamente impactada y está actualmente en un estado intermedio de recuperación. La interpretación anterior es apoyada al analizar la estructura horizontal de la comunidad vegetal, en donde encontramos que el 60 % de los organismos muestreados poseen un área basal menor a 20 cm<sup>2</sup>, lo que corresponde a tallos pequeños para elementos arbóreos que fueron los dominantes en la vegetación estudiada.

Para el caso de la zona arbustiva es más difícil interpretar su estado de conservación en base a la estructura de la vegetación, sin embargo, observamos que la mayoría de los organismos se ubican en la clase de altura y la clase de cobertura menor, lo que también debe ser un indicador del grado de perturbación de la vegetación.

Cuando analizamos los parámetros de la comunidad, observamos que fueron reportadas varias especies en los cuadrantes muestreados, todas ellas características de este tipo de vegetación. Sin embargo, es notable la ausencia de organismos importantes característicos de este tipo de vegetación, como es el *Guaiacum sanctum* (guayacán) o la baja densidad de *Beaucarnea pliabilis* (despeinada), ambos declarados bajo protección especial en la NOM059-SEMARNAT-2010.

Posiblemente esta ausencia se debe a su sobreexplotación, ya que ambos son utilizados como plantas ornamentales y la primera especie es utilizada además para la elaboración de artesanías de madera en comunidades mayas de la periferia de Mérida.

Considerando lo anterior, se interpreta que la vegetación muestreada se encuentra en recuperación temprana y que no existen elementos muy importantes con excepción de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### *Índice del valor de importancia*

Algunos de los aspectos que deben considerarse para caracterizar la estructura de las comunidades vegetales son: la composición florística y la relación de dominancia que establecen unas especies sobre otras, en términos de densidad, área basal o cobertura. Estos valores indican, en última instancia, el aprovechamiento de los recursos que el ambiente particular, donde crecen las diferentes especies, les brinda a cada una de ellas. Así, una especie con valores altos de densidad y dominancia aprovechan más y mejor los recursos que aquellas especies con valores bajos. Los parámetros que permiten estimar el valor de importancia de cada especie dentro de la comunidad son los siguientes: densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa.

Con base en estos parámetros, se establece un índice de valor de importancia (IVI), para cada especie que es igual a la suma de sus valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia, el cual proporciona información de la influencia de dicha especie dentro de la comunidad. El Índice de Valor de Importancia (IVI) el cual se obtuvo con la siguiente relación:

$$VI = \text{Densidad Relativa} + \text{Dominancia Relativa} + \text{Frecuencia Relativa}$$

El valor de cada una de las características (Densidad, Dominancia y Frecuencia) es un porcentaje que varía de 0 - 100, por lo tanto, la escala oscilará entre 0 y 300. Por lo tanto, si una especie presenta una VI = 300, significará que en la comunidad únicamente se encuentra esa especie y que canaliza todos los recursos disponibles.

La especie con el IVI más alto será la que posea la combinación más alta de densidad, dominancia y frecuencia, por lo que aprovechan la mayor parte de los recursos disponibles y determinan en gran medida el funcionamiento de la comunidad vegetal.

Destaca por su importancia ecológica en el sitio estudiado, el huaxim (*Leucaena leucocephala*), debido a la abundancia de ejemplares de esta especie, la cual se aprecia conformando un estrato arbóreo que bordea fragmentos de vegetación en recuperación. Se observa que en general las especies que presentan mayor VIR, son aquellas que en la literatura se citan como representativas del tipo de vegetación, tales como el chaká (*Bursera simaruba*), Kitinché (*Caesalpinia gaumeri*) y Putz mucuy (*Sideroxylon obtusifolium*) fueron los árboles con mayor desarrollo tanto en diámetro como en altura y fueron los que presentaron mayor frecuencia en toda el área caracterizada.

**Tabla IV.22 Índice de valor de importancia para las especies leñosas mayores a 1.5 m de altura.**

Especie	Abundancia Ind/ha	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	VIR
<i>Leucaena leucocephala</i>	62	20.1299	2.4096	20.1299	42.6694
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	36	11.6883	9.6386	11.6883	33.0152
<i>Bursera simaruba</i>	25	8.1169	10.8434	8.1169	27.0771
<i>Piscidia piscipula</i>	37	12.0130	1.2048	12.0130	25.2308
<i>Caesalpinia mollis</i>	7	2.2727	10.8434	2.2727	15.3888
<i>Phitecellobium dulce</i>	21	6.8182	1.2048	6.8182	14.8412
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	21	6.8182	1.2048	6.8182	14.8412
<i>Croton icche</i>	15	4.8701	2.4096	4.8701	12.1499
<i>Neea psychotroides</i>	15	4.8701	1.2048	4.8701	10.9451
<i>Crescentia cujete</i>	5	1.6234	4.8193	1.6234	8.0660
<i>Acacia pennatula</i>	1	0.3247	7.2289	0.3247	7.8783
<i>Senegalia gaumeri</i>	10	3.2468	1.2048	3.2468	7.6983
<i>Guettarda elliptica</i>	9	2.9221	1.2048	2.9221	7.0490
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	1	0.3247	6.0241	0.3247	6.6734
<i>Mimosa bahamensis</i>	7	2.2727	1.2048	2.2727	5.7503
<i>Hampea trilobata</i>	5	1.6234	2.4096	1.6234	5.6564
<i>Chloroleucon mangense</i>	1	0.3247	4.8193	0.3247	5.4686
<i>Senna racemosa</i>	5	1.6234	1.2048	1.6234	4.4516
<i>Gymnopodium floribundum</i>	3	0.9740	2.4096	0.9740	4.3577
<i>Dalbergia glabra</i>	1	0.3247	3.6145	0.3247	4.2638
<i>Gliricidia maculata</i>	1	0.3247	3.6145	0.3247	4.2638
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	2	0.6494	2.4096	0.6494	3.7083
<i>Haematoxylon campechianum</i>	1	0.3247	2.4096	0.3247	3.0590
<i>Prosopis juliflora</i>	2	0.6494	1.2048	0.6494	2.5035
<i>Sabal yapa</i>	2	0.6494	1.2048	0.6494	2.5035
<i>Apoplansia paniculata</i>	2	0.6494	1.2048	0.6494	2.5035
<i>Eugenia axillaris</i>	2	0.6494	1.2048	0.6494	2.5035
<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	2	0.6494	1.2048	0.6494	2.5035
<i>Erythrina standleyana</i>	1	0.3247	1.2048	0.3247	1.8542
<i>Malpighia emarginata</i>	1	0.3247	1.2048	0.3247	1.8542
<i>Stenocereus laevigatis</i>	1	0.3247	1.2048	0.3247	1.8542
<i>Plumeria obtusifolia</i>	1	0.3247	1.2048	0.3247	1.8542
<i>Jatropha gaumeri</i>	1	0.3247	1.2048	0.3247	1.8542
<i>Guaiacum sanctum</i>	1	0.3247	1.2048	0.3247	1.8542
<i>Cascabela gaumeri</i>	1	0.3247	1.2048	0.3247	1.8542
<b>Total general</b>	<b>308</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Se identificaron dos tipos asociaciones, acorde a la fisionomía de la vegetación: una zona de matorral, que corresponde a zonas con vegetación predominantemente secundaria, donde es evidente una dominancia arbustiva y otra donde la selva baja caducifolia espinosa mejor conservada, la cual presenta un estrato arbóreo mejor desarrollado y con presencia de candelabroiformes.

El estrato arbóreo conformado por ejemplares de más de 3 m de altura, se observa que las especies con mayor VIR son *Leucaena leucocephala*, *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula* y *Caesalpinia gaumeri*. Todas ellas de distribución común en la península, las dos primeras suelen ser pioneras en ecosistemas impactados.

**Tabla IV.23 Índice de valor de importancia para las especies en el estrato arbóreo (> 3 m de altura total).**

Especie	Abundancia Ind/ha	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	VIR
<i>Leucaena leucocephala</i>	64	24.7104	9.8592	23.9082	58.4778
<i>Piscidia piscipula</i>	37	14.2857	11.2676	12.6098	38.1631
<i>Bursera simaruba</i>	24	9.2664	12.6761	13.9632	35.9057
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	30	11.5830	7.0423	5.6486	24.2739
<i>Neea psychotroides</i>	14	5.4054	5.6338	10.6200	21.6592
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	18	6.9498	5.6338	5.2477	17.8313
<i>Phitecellobium dulce</i>	12	4.6332	5.6338	4.9162	15.1832
<i>Senegalia gaumeri</i>	6	2.3166	4.2254	3.6147	10.1567
<i>Guettarda elliptica</i>	7	2.7027	1.4085	3.5174	7.6286
<i>Croton icche</i>	6	2.3166	2.8169	2.3837	7.5172
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	3	1.1583	4.2254	0.4586	5.8422
<i>Crescentia cujete</i>	5	1.9305	2.8169	0.9689	5.7163
<i>Caesalpinia mollis</i>	7	2.7027	1.4085	1.1992	5.3103
<i>Stenocereus laevigatis</i>	1	0.3861	1.4085	3.4972	5.2918
<i>Senna racemosa</i>	4	1.5444	1.4085	1.1435	4.0963
<i>Prosopis juliflora</i>	2	0.7722	2.8169	0.2073	3.7964
<i>Sabal yapa</i>	2	0.7722	1.4085	0.9575	3.1381
<i>Gymnopodium floribundum</i>	2	0.7722	1.4085	0.7965	2.9772
<i>Mimosa bahamensis</i>	2	0.7722	1.4085	0.5883	2.7689
<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	1	0.3861	1.4085	0.8140	2.6086
<i>Acacia pennatula</i>	1	0.3861	1.4085	0.7559	2.5505
<i>Eugenia axillaris</i>	2	0.7722	1.4085	0.3498	2.5305
<i>Apoplanesia paniculata</i>	2	0.7722	1.4085	0.2153	2.3959
<i>Hampea trilobata</i>	1	0.3861	1.4085	0.4093	2.2039
<i>Haematoxylon campechianum</i>	1	0.3861	1.4085	0.3020	2.0965
<i>Cascabela gaumeri</i>	1	0.3861	1.4085	0.2545	2.0490
<i>Malpighia emarginata</i>	1	0.3861	1.4085	0.1926	1.9871
<i>Chloroleucon mangense</i>	1	0.3861	1.4085	0.1890	1.9835
<i>Guaiacum sanctum</i>	1	0.3861	1.4085	0.1716	1.9661

Especie	Abundancia Ind/ha	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	VIR
<i>Gliricidia maculata</i>	1	0.3861	1.4085	0.0997	1.8943
Total general	259	100	100	100	300

Con respecto al estrato arbustivo, las especies con mayor VIR fueron *Mimosa bahamensis*, *Phitecellobium dulce* y *Bursera simaruba*, principalmente. La abundancia de *Mimosa bahamensis* sugiere una etapa temprana de recuperación, la cual podría deberse al impacto observado en el Área del Proyecto, que de acuerdo con el análisis retrospectivo en el 2000 se reportaban actividades agropecuarias aunque actualmente no se lleven a cabo, el desarrollo de la infraestructura eléctrica y la cacería ilegal han disminuido y perturbado la vegetación natural, cabe destacar que por ambas actividades se han realizado la construcción de caminos y brechas.

**Tabla IV.24 Índice de valor de importancia para las especies en el estrato arbustivo (1.5 a 3 m de altura total).**

Especie	Abundancia Ind/ha	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	VIR
<i>Phitecellobium dulce</i>	9	18.3673	13.7931	17.6821	49.8425
<i>Leucaena leucocephala</i>	5	10.2041	10.3448	10.5728	31.1217
<i>Hampea trilobata</i>	4	8.1633	10.3448	9.2569	27.7650
<i>Mimosa bahamensis</i>	5	10.2041	6.8966	9.3366	26.4373
<i>Senegalia gaumeri</i>	4	8.1633	6.8966	9.5930	24.6528
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	3	6.1224	3.4483	5.9330	15.5037
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	3	6.1224	3.4483	5.7820	15.3527
<i>Croton icche</i>	2	4.0816	3.4483	4.4889	12.0188
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	2	4.0816	3.4483	4.4661	11.9960
<i>Guettarda elliptica</i>	2	4.0816	3.4483	4.0132	11.5431
<i>Bursera simaruba</i>	1	2.0408	3.4483	2.2330	7.7221
<i>Neea psychotroides</i>	1	2.0408	3.4483	2.2330	7.7221
<i>Plumeria obtusifolia</i>	1	2.0408	3.4483	2.0764	7.5655
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	1	2.0408	3.4483	1.9254	7.4145
<i>Erythrina standleyana</i>	1	2.0408	3.4483	1.7802	7.2693
<i>Gymnopodium floribundum</i>	1	2.0408	3.4483	1.7802	7.2693
<i>Cnidoscopus aconitifolius</i>	1	2.0408	3.4483	1.7802	7.2693
<i>Dalbergia glabra</i>	1	2.0408	3.4483	1.7802	7.2693
<i>Senna racemosa</i>	1	2.0408	3.4483	1.7802	7.2693
<i>Jatropha gaumeri</i>	1	2.0408	3.4483	1.5067	6.9958
Total general	49	100	100	100	300



Fotografía IV.11 *Ipomoea carnea*.



Fotografía IV.12 *Nopalera gaumeri*.



Fotografía IV.13 *Agave angustifolia*.



Fotografía IV.14 *Stenocereus laevigatus*.



Fotografía IV.15 *Bursera schlechtendalii*.

### ***Biodiversidad***

La descripción de las comunidades vegetales en función de su composición de especies y la distribución del total plantas de cada una de las especies encontradas, los índices que a continuación se describen permitieron evaluar la diversidad en el Área del Proyecto.

Para el índice de diversidad de Shannon, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Los valores máximos del índice reportados son cercanos a seis (esto último es muy raro que ocurra); por lo tanto, a mayor valor del índice, mayor es la diversidad de un área.

El índice de Shannon es independiente del tamaño de la muestra esto quiere decir que funciona bien con pocos datos de conteo. De acuerdo con el índice Shannon, todos aquellos sitios que hayan presentado valores altos, estarán más equilibrados respecto al número de especies y su abundancia. Mientras que valores de dominancia ( $\lambda$ ) bajos indican que el sitio tiene una mayor diversidad, es decir, las especies tiene una frecuencia similar en la muestra y tendrían la misma probabilidad de ser encontrarlas en muestreos consecutivos, por el contrario, en sitios con valores altos ( $\lambda = 1$ ) se presentará una baja diversidad, debido a que solo una parte de las especies presenta frecuencias altas.

**Tabla IV.25 Índices de Biodiversidad aplicados.**

Índice	Descripción	Fórmula
Riqueza específica (S)	Es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas	S=número de especies
Índice de Shannon-(H')	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 están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.	$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$ <p>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.</p>

El índice de riqueza obtenido fue de 187 especies que representa aproximadamente el 7% de las especies reportadas para el estado de Yucatán. El índice de shanon fue de 2.763 el cual se considera que es un valor medio.

Desafortunadamente no existen publicaciones que describan el tipo de vegetación que se encuentran en el área, y las únicas referencias son de bases de datos y de documentos que describen la vegetación de la península de Yucatán de una forma muy general (Miranda, 1958; Miranda y Hernández-Xolocotzin, 1963; Flores y Espejel, 1994) y algunos que no describen con mayor detalle el tipo de vegetación muestreado en este proyecto (Trejo y Dirzo, 2002; White y Hood, 2004), para hacer una comparación de los valores obtenidos en este trabajo con otros trabajos realizados para la selva baja espinosa caducifolia.

Cuando analizamos los parámetros de la comunidad, se observa que las especies registradas son características de este tipo de vegetación. Sin embargo, es notable la baja densidad de organismos importantes característicos, como es el *Guaiacum sanctum* (guayacán) o de *Beaucarnea pliabilis* (despeinada), posiblemente esta ausencia se debe a su sobreexplotación, ya que ambos son utilizados como plantas ornamentales y la primera especie es utilizada además para la elaboración de artesanías de madera en comunidades mayas de la periferia de Mérida. Considerando lo anterior y con el análisis de los resultados de los muestreos se concluye que la vegetación presente en el Área del Proyecto es de tipo secundario y en etapa temprana de recuperación.



### Especies en estatus de conservación

Se registraron cuatro especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el Área del Proyecto y otras dos especies relevantes para la conservación, las cuales se enlistan en la siguiente tabla.

**Tabla IV.26 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Espece	Nombre común	Individuos/ha	Estatus	Endemismo
<b>Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010</b>				
<i>Mammillaria gaumeri</i>	k'liix pak' am, pool miis	49	Protección	Endémica
<i>Pterocereus gaumeri</i>	Kanzacam	16	Protección	Endémica
<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán	1	Amenazada	No Endémica
<i>Beucarnea pliabilis</i>	Despeinada, soyate	1	Amenazada	Endémica
<b>Especies relevantes para la conservación</b>				
<i>Pilosocereus gaumeri</i>	tso'ots' pak'am, K'an chooch	4	--	Endémica
<i>Stenocereus leavigatus</i>	k'ulub	20	--	Endémica

Las principales características de cada una de las especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla IV.27 Distribución y principales características de las especies vegetales en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Principales características
Especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010				
Cactaceae	<i>Mamillaria gaumeri</i>	k'iix pak' am, pool miis	Es una cactácea globosa que se distribuye únicamente en la costa norte de la Península de Yucatán. Habita exclusivamente en el matorral de duna costera y la selva baja caducifolia. Es endémica al estado de Yucatán.	Presenta de 8 a 13 series de tubérculos con forma espiral, posee de 12 a 14 espinas radiales ascendentes de 5 a 14 mm de longitud, rectas, blancas, con la punta de color café, y una espina central que puede medir hasta 10 mm de longitud, recta de color castaño, con tinte púrpura y punta negra. Sus flores son blancas, rosadas o amarillas, en forma de campana, de 12 a 14 mm de longitud.  La floración ocurre de diciembre a mayo, con picos en la producción de flores en marzo y abril. El período de fructificación es de junio a diciembre, aunque en ocasiones se observan frutos maduros los primeros meses del año. La máxima producción de frutos ocurre en septiembre en sincronía con la temporada de lluvias. Se reproduce sexualmente, a través de semillas, y presenta un crecimiento reproductivo o propagación vegetativa por reiteración programada.
Cactaceae	<i>Pterocereus gaumeri</i>	Kanzacam	De las cactáceas columnares presentes en la selva baja de Yucatán, <i>Pterocereus gaumeri</i> es la especie que tiene la distribución más restringida y la de menor densidad poblacional.	Es una cactácea columnar que puede alcanzar hasta 8 m de altura, con tallos que se ramifican después de alcanzar los 2 m de altura. Las flores son de color crema o verde amarillento. Solo se produce una flor por areola. El periodo de floración inicia a principios de enero, aunque unos pocos individuos pueden empezar a producir botones a finales del mes de diciembre. La floración concluye en mayo, con un pico de floración en marzo. Son polinizados por murciélagos.  El limitado reclutamiento de nuevos individuos a las poblaciones y el lento crecimiento de sus individuos la hacen ser una especie muy vulnerable a las perturbaciones de su hábitat.
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán	Esta especie se distribuye naturalmente a lo largo del arco occidental en la amplia región del Caribe. Desde el sur de América Central hacia el norte y el este a través de las	Árbol hasta de 15 m de alto con la corteza gris amarillenta o verdosa dividida en placas algo hundidas. La madera es de corazón pardo oliváceo con vetas más oscuras; la albura es

Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Principales características
			Grandes Antillas, y más hacia el norte desde Costa Rica a México, Bahamas, Española, Puerto Rico, Cuba y el sur de Florida.	blanco amarillenta; es dura, fuerte y pesada, de 34 a 38 kilos por pie cúbico. Hojas opuestas, compuestas de 3 a 5 pares de folíolos pequeños, oblongo-lineares, coriáceos, de color verde claro. Flores estrelladas, muy vistosas, azules: Frutos capsulares, obovoides, amarillentos; semillas rojizas
Nolinaceae	<i>Beucarnea plianilis</i>	Tsipil Despeinada, soyate	Especie distribuida exclusivamente en la Península de Yucatán	Arbusto o pequeño árbol de hasta 6 mts de altura, con el tallo notablemente engrosado en la base y en gran contraste con las ramas superiores que son delgadas; con la corteza escamosa a fisurada; las flores son pequeñas de color crema, dispuestas en largas inflorescencias muy ramificadas; los frutos son cápsulas trígonos y alados.
Especies relevantes para la conservación				
Cactaceae	<i>Pilosocereus gaumeri</i>	tso'ots' pak'am, K'an chooch	Especie distribuida exclusivamente en la Península de Yucatán	Es una cactácea columnar que puede llegar a medir hasta seis metros, la época de floración es en los meses de abril y mayo, los frutos se registran en mayo y junio. Esta especie es relativamente abundante, particularmente en la formación costera rocosa y rocas volcánicas, sin embargo su población está decreciendo por lo que se le considera relevante su protección.
	<i>Stenocereus leavigatus</i>	k'ulub	Especie distribuida exclusivamente en la Península de Yucatán.	Es una cactácea columnar que florece en marzo y abril, los frutos se observan en los meses de mayo y junio

A continuación, se presentan las fotografías tomadas durante el muestreo de campo de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Fotografía IV.16 *Beaucarnea pliabilis*.



Fotografía IV.17 *Mammillaria gaumeri*.



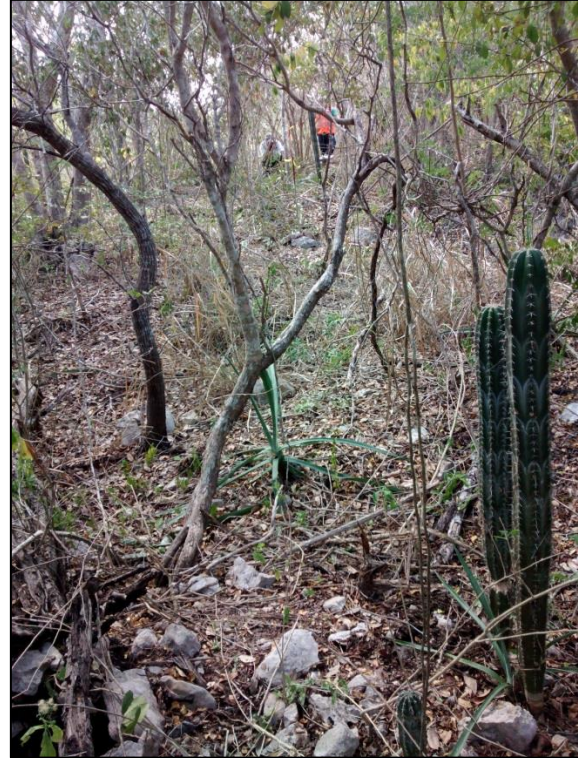
Fotografía IV.18 *Pterocereus gaumeri*.



Fotografía IV.19 *Guaiacum sanctum*.



Fotografía IV.20 *Pilosocereus gaumeri*.



Fotografía IV.21 *Stenocereus leavigatus*.

#### IV.2.2.2.2. FAUNA

Para caracterizar todos los grupos de vertebrado se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica a fin de tener una lista de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, cuyo rango de distribución potencial incluyera el SAR. En el Capítulo VIII, se presentan los listados completos de las especies de fauna con distribución potencial en el SAR y Área del Proyecto.

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, se encontró que el número de especies de fauna con una distribución potencial en el SAR, fue de 384 especies, distribuidas en 33 órdenes y 92 familias, siendo el grupo de aves el que presenta el mayor número de especies con 267, seguido por los reptiles con 64, mamíferos con 40 y anfibios con 13, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla IV.28 Número de especies con distribución potencial en el SAR.

Grupo	No. de orden	No. familias	No. de especies
Anfibios	2	7	13
Reptiles	2	16	64
Aves	21	52	267
Mamíferos	8	17	40

Para caracterizar la fauna en el Área del Proyecto, se llevaron a cabo muestreos de dos tipos:

- **Directos:** este tipo de muestreo se basan en la captura y/u observación directa de los organismos, por parte del equipo de investigadores en campo. En cada uno de los grupos se presenta la metodología aplicada.
- **Indirectos:** este muestreo se realiza mediante el rastreo de indicios de la presencia de los animales, a través de evidencias físicas recientes como madrigueras, huellas, excretas, rastros, letrinas, sitios de alimentación, muda de piel, cadáveres, vocalización, alimento, nidos y otros.

Como resultado de los muestreos realizados en el Área del Proyecto, se registraron un total de 106 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 49 familias y 20 órdenes. El grupo más representativo fue el de las aves con 72 especies registradas en campo, seguido de los reptiles con 15 especies, los mamíferos con 13 especies y finalmente los anfibios con 6 especies.

**Tabla IV.29 Riqueza de vertebrados registrados en los muestreos realizados.**

Grupo	No. de orden	No. familias	No. de especies
Anfibios	1	4	6
Reptiles	1	10	15
Aves	12	26	72
Mamíferos	6	9	13

#### *ANFIBIOS Y REPTILES*

Para determinar las especies de anfibios y reptiles, se realizaron recorridos diurnos y nocturnos con la intención de registrar especies diurnas, crepusculares y nocturnas. Estos transectos fueron recorridos en las mañanas de 7:00 am a 11:00 am y en las noches de 7:00 pm a 11:00 pm utilizando el método estandarizado para inventarios de anfibios y reptiles propuesto por Lips et al. (2001).

El cual consistió en realizar transectos de registros por encuentros visuales (REV), en los que dos personas caminaron lentamente a lo largo de estos transectos con un esfuerzo de muestreo medio; revisando cuidadosamente a los organismos en la vegetación, bajo piedras, troncos caídos, agujeros en los árboles, oquedades en las piedras con depósitos de agua (sartenejas o haltunes), agujeros en el suelo, removiendo hojarasca, etc y cualquier sitio donde se pudieran encontrar la presencia de estos organismos.



Fotografía IV.22 Búsqueda de anfibios y reptiles en el Área del Proyecto.

Se utilizaron ganchos herpetológicos y una azadilla como herramientas para la búsqueda y linternas como equipo de apoyo para los muestreos nocturnos. Un individuo de cada especie fue trasladado en bolsas de tela, jaulas de malla y botes de plástico para la obtención de material fotográfico.

Se realizaron un total de 11 transectos con una dimensión aproximada de mil metros de largo y cuatro metros de ancho y 51 horas de esfuerzo de muestreo.

Tabla IV.30 Coordenadas de ubicación de los transectos realizados.

Transecto	Longitud del transecto (m)	Coordenadas de inicio		Coordenadas finales	
		X	Y	X	Y
1	1,290	225,488	2,349,007	225,552	2,348,997
2	1,290	225,488	2,349,007	225,552	2,348,997
3	563	225,476	2,349,073	225,781	2,349,077
4	563	225,476	2,349,073	225,781	2,349,077
5	608	225,541	2,348,980	224,958	2,349,072
6	865	224,953	2,349,069	225,566	2,348,822
7	1,235	224,952	2,349,052	225,834	2,348,662
8	1,605	224,954	2,348,839	225,785	2,349,031
9	1,911	225,375	2,348,788	225,031	2,349,101
10	1,253	224,789	2,349,218	225,793	2,349,257
11	1,233	224,789	2,349,236	225,793	2,349,257

Como resultado de los trabajos de campo, se registró un total de 21 especies, 6 anfibios y 15 reptiles. El grupo de anfibios del área de estudio está conformado por 5 géneros de 4 familias. Los reptiles están representados por 14 géneros, distribuidas en 11 familias taxonómicas.

En la siguiente tabla se presenta el listado completo:

**Tabla IV.31 Especies de anfibios y reptiles registrados.**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Anura	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo común
	Hylidae	<i>Scinax staufferi</i>	Ranita trompuda
		<i>Triprrion petasatus</i>	Rana arborícola cabeza de casco yucateca
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana de labios blancos
		<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Rana de hojarasca
Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera	
Squamata	Corytophanidae	<i>Laemantcus serratus</i>	Lemancto coronado
	Dactyloidae	<i>Norops ustus*</i>	Lagartija sedosa
	Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Cuija yucateca
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija de casa
	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa de patas amarillas
		<i>Sceloporus lundelli*</i>	Lagartija espinosa de Lundell
	Scincidae	<i>Marisora brachypoda</i>	Eslizón rayado
	Teiidae	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico yucateco
		<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva arcoíris
	Colubridae	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Lagartijera común
		<i>Sibon sanniolus</i>	Culebra caracolera pigmea
		<i>Stenorhina freminvillei</i>	Culebra alacranera
<i>Tropidodipsas sartorii</i>		Culebra caracolera terrestre	
Viperidae	<i>Agkistrodon russeolus</i>	Cantil yucateca	

El número total de individuos registrados de herpetofauna durante los días de muestreo fue de 84. El grupo de los reptiles tuvo un mayor número de registros con 67 ejemplares encontrados, en comparación con los anfibios con 17 individuos.

Para los anfibios, las especies más abundantes registradas fueron la ranita trompuda (*Scinax staufferi*) y la rana termitera (*Hypopachus variolosus*) con 5 individuos cada una, mientras que la rana arborícola cabeza de casco yucateca (*Triprrion petasatus*) fue la especie con menor abundancia debido a que se encontró solamente un individuo.

En el caso de los reptiles, la lagartija espinosa de patas amarillas yucateca (*Sceloporus chrysostictus*) fue la especie más abundante registrada en el predio con 41 ejemplares observados, seguido por el huico yucateco (*Aspidoscelis angusticeps*) con 6 ejemplares, la lagartija espinosa de Lundell (*Sceloporus lundelli*) con 3 individuos, (*Coleonyx elegans*, *Hemidactylus frenatus* y *Ctenosaura similis*) con dos ejemplares cada una.



Por otro lado, se registraron 9 especies poco abundantes en el Área del Proyecto con solo un ejemplar encontrado durante los recorridos.

**Tabla IV. 32 Abundancia y densidades de las especies de anfibios y reptiles registrados.**

Familia	Especie	Nombre común	No. de individuos	Individuos por ha
Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo común	2	0.8054
Hylidae	<i>Scinax staufferi</i>	Ranita trompuda	5	2.0135
	<i>Triprrion petasatus</i>	Rana arborícola cabeza de casco yucateca	1	0.4027
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana de labios blancos	3	1.2081
	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Rana de hojarasca	3	1.2081
Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera	5	2.0135
Corytophanidae	<i>Laemantus serratus</i>	Lemancto coronado	1	0.4027
Dactyloidae	<i>Norops ustus</i>	Lagartija sedosa	1	0.4027
Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Cuija yucateca	2	0.8054
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija de casa	2	0.8054
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	2	0.8054
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa de patas amarillas	41	16.5109
	<i>Sceloporus lundelli</i>	Lagartija espinosa de Lundell	3	1.2081
Scincidae	<i>Marisora brachypoda</i>	Lizón rayado	1	0.4027
Teiidae	<i>Aspidozelis angusticeps</i>	Huico yucateco	6	2.4162
	<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva arcoíris	1	0.4027
Colubridae	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Lagartijera común	1	0.4027
	<i>Sibon sanniolus</i>	Culebra caracolera pigmea	1	0.4027
	<i>Stenorrhina freminvillei</i>	Culebra alacranera	1	0.4027
	<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Culebra caracolera terrestre	1	0.4027
Viperidae	<i>Agkistrodon russeolus</i>	Cantil yucateca	1	0.4027

Las siguientes fotografías fueron tomadas durante los trabajos de campo realizados.



Fotografía IV.23 *Incilius valliceps* (sapo común).



Fotografía IV.24 *Scinax staufferi* (ranita trompuda).



Fotografía IV.25 *Tripirion petasatus*  
(rana arbórea cabeza de casco yucateca).



Fotografía IV.26 *Leptodactylus fragilis*  
(rana de labios blancos).



Fotografía IV.27 *Leptodactylus melanonotus* (rana de hojarasca).



Fotografía IV.28 *Hypopachus variolosus*  
(rana termitera).



Fotografía IV.29 *Laemanctus serratus*  
(lemancto coronado).



Fotografía IV.30 *Coleonyx elegans*  
(cuija yucateca).



Fotografía IV.31 *Hemidactylus frenatus*  
(cuija de casa).



Fotografía IV.32 *Sceloporus chrysostictus* (lagartija  
espinosa de patas amarillas).



Fotografía IV.33 *Ctenosaura similis*  
(iguana gris).



Fotografía IV.34 *Sceloporus lundelli*  
(lagartija espinosa de Lundell).



Fotografía IV.35 *Marisora brachypoda*  
(lizón rayado).



Fotografía IV.36 *Aspidoscelis angusticeps* (huico  
yucateco).



Fotografía IV.37 *Stenorrhina freminvillei* (culebra alacranera).



Fotografía IV.38 *Sibon sanniolus* (culebra caracolera pigmea).



Fotografía IV.39 *Tropidodipsas sartorii* (culebra caracolera terrestre)..



Fotografía IV.40 *Agkistrodon russeolus* (cantil yucateca).

## AVES

Para caracterizar al grupo aves, se realizaron muestreos intensivos, para este grupo se aplicaron dos tipos de métodos directos: las redes de niebla y el transecto de banda con conteo por puntos (Ralph et al. 1994).

Se utilizaron redes de niebla que fueron colocadas en sitios estratégicos donde se observó mayor actividad de aves y en fragmentos de vegetación con mayor cobertura. En total se colocaron cinco redes de niebla, una de 12 m de largo por 2.6 m de altura y con un ancho de malla de 33 mm y seis redes de 6 m de largo por 2.6 m de altura y ancho de malla de 33 mm, las cuales estuvieron abiertas desde las 6:00 hasta las 11:00 hrs durante dos días en cada sitio para obtener un esfuerzo total de 480 MRH por sitio. Las redes fueron revisadas cada media hora y los individuos capturados fueron identificados con ayuda de guías de campo especializadas para este grupo. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación de las redes de niebla.

**Tabla IV.33** Coordenadas de ubicación de redes de niebla.

Coordenadas UTM		Coordenadas UTM	
X	Y	X	Y
225,484	2,349,092	224,887	2,349,078
225,497	2,349,020	225,000	2,349,046
225,446	2,349,012	225,015	2,349,049
225,494	2,348,997	225,020	2,349,039
225,505	2,348,959	224,989	2,349,025



**Fotografía IV.41** Vista de las redes ornitológicas y captura de especies de aves.

La técnica de transecto en banda de 1km de recorrido y un ancho de 25 m por lado (Bibby et al., 1992; Wunderle, Jr, 1994), donde se contabilizaron todas las aves observadas y escuchadas dentro y fuera del ancho de banda. Los recorridos matutinos se efectuaron, entre las 630 y 930 hrs. También se efectuaron sesiones para observaciones tardías-nocturnas y registrar con ellas las especies de hábitos crepusculares como los tapacaminos y búhos.

Las especies fueron registradas de forma auditiva y/o visual con la ayuda de binoculares e identificadas con guías especializadas. Los transectos se llevaron a cabo por cinco días, iniciándose a las 06:00 am y finalizando a las 11:00 pm y en la tarde de 18:00 a las 22:00.

**Tabla IV.34 Coordenadas de ubicación de transectos para el registro de aves.**

No de transecto	Coordenada inicial (UTM)		Coordenada final (UTM)	
	X	Y	X	Y
1	225,786	2,348,906	224,796	2,349,015
2	224,948	2,349,027	224,791	2,348,550
3	224,957	2,348,626	225,802	2,348,678
4	225,801	2,348,694	224,933	2,349,199
5	224,798	2,349,015	224,751	2,349,515

La elección de ambos métodos (redes y transectos) utilizados en el área del proyecto se justifica debido a que ambos son complementarios, de manera que permiten una mayor representatividad en el registro de especies en el área estudiada (Whitman et al., 1997). Ambos métodos son adecuados para obtener de manera rápida y confiable el mayor número de especies en períodos relativamente cortos (Ralph et al., 1994).

Como resultado del trabajo de campo, se obtuvo la verificación de 71 especies incluidas en 12 órdenes, 27 familias y 57 géneros taxonómicos. Las familias mejor representadas fueron Tyrannidae y Parulidae con nueve y seis especies respectivamente; seguidas por Trochilidae, Cardinalidae e Icteridae, con cinco especies.

De acuerdo con su estatus de residencia, el grupo de las residentes fue el mejor representado con el 79% de las especies, le siguieron en representatividad las migratorias de invierno con 13 especies; así como dos especies catalogadas como residentes con poblaciones migratorias: *Cathartes aura* y *Zenaida asiatica*. En la siguiente tabla se presenta el listado de especies registradas.

**Tabla IV.35 Especies de aves registradas en los muestreos.**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Residencia
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca común	R
Galliformes	Odontophoridae	<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	R
Galliformes	Odontophoridae	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	R
Galliformes	Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	R
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	R
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	R/MI
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla-negra menor	R
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	R
Columbiformes	Accipitridae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	R/MI
Columbiformes	Accipitridae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pico rojo	R
Columbiformes	Accipitridae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	R
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela	R
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	R
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	R
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	R
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras parauque	R
Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Residencia
Apodiformes	Trochilidae	<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	MI
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda maya	R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí Yucateco	R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	R
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus momota</i>	Momoto corona azul	R
Coraciiformes	Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto cejas azules	R
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	R
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	R
Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	R
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	R
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Campostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo	MI
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano silbador	R
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojos blancos	MI
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	R
Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón ceja rufa	R
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	R
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara Yucateca	R
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina aliaserrada	R
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirin de Carolina	R
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Matraca yucateca	R
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Chivirin moteado	R
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Uropsila leucogastra</i>	Chivirin vientre blanco	R
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azul-gris	R
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila albiloris</i>	Perlita pispirria	R
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	R
Passeriformes	Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe suelero	MI
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	R
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	MI
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolia	MI
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	MI/T
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	MI

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Residencia
Passeriformes	Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	R
Passeriformes	Emberizidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero oliváceo	R
Passeriformes	Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	R
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	R
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo pecho rosa	MI
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	MI
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	MI
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	MI
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	R
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	MI
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	R
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	R
Passeriformes	Icteridae	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro	R
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta-negra	R



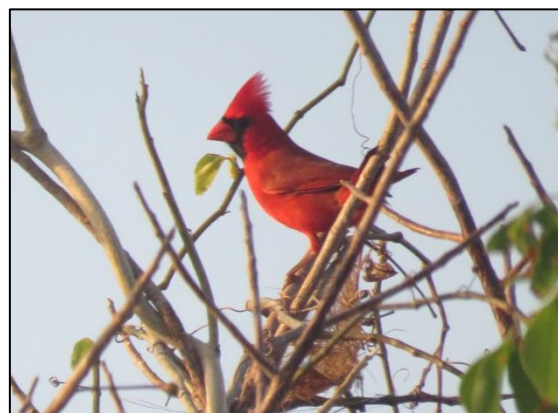
Fotografía IV.42 *Amazilia rutila*  
(colibrí canelo).



Fotografía IV.43 *Amazilia yucatanensis*  
(colibrí vientre canelo).



Fotografía IV.44 *Arremonops rufivirgatus*  
(rascador oliváceo).



Fotografía IV.45 *Cardinalis cardinalis* macho  
(cardenal rojo).

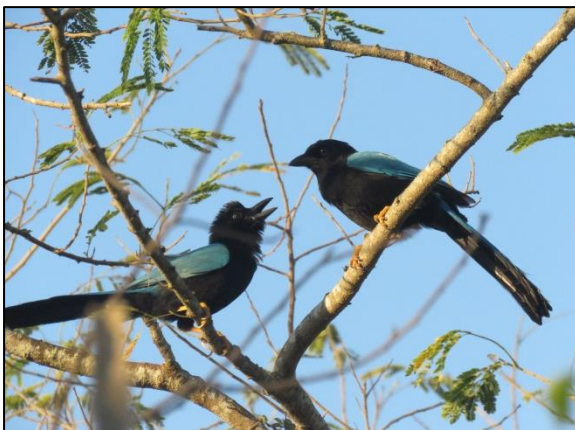




Fotografía IV.46 *Columbina passerina* hembra (tortolita pico rojo).



Fotografía IV.47 *Crotophaga sulcirostris* (garrapatero pijuy).



Fotografía IV.48 *Cyanocorax yucatanicus* (chara yucateca).



Fotografía IV.49 *Cyclarhis gujanensis* (vireón cejas canelas).



Fotografía IV.50 *Eumomota superciliosa* (momoto cejas azules).



Fotografía IV.51 *Empidonax minimus* (papamoscas chico).



Fotografía IV.52 *Geococcyx velox*  
(correcominos tropical).



Fotografía IV.53 *Glaucidium brasilianum*  
(tecolote bajoño).



Fotografía IV.54 *Mimus gilvus*  
(centzontle).



Fotografía IV.55 *Molothrus aeneus*  
(tordo ojos rojos).



Fotografía IV.56 *Momotus momota*  
(momoto corona azul).



Fotografía IV.57 *Nyctidromus albicollis*  
(chotacabras pauraque).



Fotografía IV.58 *Passerina caerulea* macho (picogordo azul).



Fotografía IV.59 *Passerina ciris* hembra (colorín sietecolores).



Fotografía IV.60 *Passerina cyanea* macho (colorín azul).



Fotografía IV.61 *Pheucticus ludovicianus* macho (pico gordo pecho rosa).



Fotografía IV.62 *Picoides scalaris* macho (carpintero mexicano).



Fotografía IV.63 *Poliptila albiloris* hembra (perlita pispirria).



Fotografía IV.64 *Seiurus aurocapilla*  
(chipe suelero).



Fotografía IV.65 *Tiaris olivaceus* macho  
(semillero oliváceo).



Fotografía IV.66 *Vireo griseus*  
(viero ojos blancos).

Considerando a las especies registradas dentro y fuera del ancho de banda del transecto; así como las capturadas en las redes de niebla, en total se obtuvo un registro de 523 individuos de aves durante el trabajo de campo.

Para la estimación de las densidades de aves, se consideraron únicamente a los individuos verificados dentro del ancho de la banda de los transectos realizados. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$D = n/2 Lw$$

Donde n es el número de individuos registrados dentro del ancho del transecto, L es el largo del transecto y w el ancho de un lado del transecto (Bibby et al., 1993). En la siguiente tabla se presenta la estimación de la abundancia de las especies de aves.

Cinco de las especies más abundantes para todo el estudio (con 20 individuos o más) que en su conjunto conforman el 24% de la abundancia total: la tortolita pico rojo (*Columbina passerina*) con 33 individuos (1.65 ind/ha), la codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis*) con 33 individuos (1.65 ind/ha), la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) con 29 individuos (1.45 ind/ha), la paloma arroyera (*Leptotila verreauxi*) con 22 individuos (1.1 ind/ha) y el vireo manglero (*Vireo pallens*) con 22 individuos (1.1 ind/ha). Por otra parte, fueron 15 las especies que presentaron abundancias muy bajas (con 1 individuo). Algunos ejemplos son: *Caracara cheriway*, *Cardellina pusilla*, *Icterus spurius*, *Passerina caerulea* y *Setophaga magnolia*.

En la siguiente tabla se presenta la abundancia y densidades para las especies de aves registradas.

**Tabla IV.36 Abundancia de las especies de aves registradas en los transectos.**

Especies	Nombre común	Abundancia	Densidades Ind/ha
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	5	0.25
<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí Yucateco	4	0.2
<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro	1	0.05
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	5	0.25
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	3	0.15
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	2	0.1
<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	3	0.15
<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Matraca yucateca	13	0.65
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	1	0.05
<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	1	0.05
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	10	0.5
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda maya	1	0.05
<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	33	1.65
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pico rojo	33	1.65
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	2	0.1
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	9	0.45
<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	1	0.05
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara Yucateca	29	1.45
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón ceja rufa	2	0.1
<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	2	0.1
<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo	9	0.45
<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto cejas azules	4	0.2
<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta-negra	2	0.1
<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	7	0.35
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	1	0.05
<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	2	0.1
<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	3	0.15
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	3	0.15
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	5	0.25

Especies	Nombre común	Abundancia	Densidades Ind/ha
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	11	0.55
<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	1	0.05
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	22	1.1
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	5	0.25
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	2	0.1
<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	9	0.45
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	2	0.1
<i>Momotus momota</i>	Momoto corona azul	2	0.1
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	3	0.15
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	2	0.1
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco	2	0.1
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	2	0.1
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras parauque	2	0.1
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca común	7	0.35
<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	1	0.05
<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	5	0.25
<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	11	0.55
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo pecho rosa	1	0.05
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Chivirín moteado	5	0.25
<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela	1	0.05
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	5	0.25
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	5	0.25
<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria	13	0.65
<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azul-gris	7	0.35
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	1	0.05
<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe suelero	1	0.05
<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolia	1	0.05
<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	1	0.05
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de Carolina	2	0.1
<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero oliváceo	6	0.3
<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano silbador	1	0.05
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	6	0.3
<i>Uropsila leucogastra</i>	Chivirín vientre blanco	3	0.15
<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojos blancos	4	0.2
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	22	1.1
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	9	0.45
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	4	0.2

### MAMÍFEROS

Como resultado de los trabajos de campo, se registraron veinticuatro especies de mamíferos, correspondientes a ocho órdenes y a dieciséis familias. Para caracterizar a los mamíferos en el Área del Proyecto, se utilizaron diferentes metodologías, las cuales se describen a continuación:

#### *Mamíferos pequeños*

Para el muestreo de los mamíferos pequeños se colocaron 80 trampas sherman, con una distancia entre trampas y entre líneas de 10 m. Estas estuvieron activas durante dos a tres noches consecutivas por sitio sumando un total de cinco noches activas. En la siguiente tabla se indica las coordenadas de ubicación para cada sitio de muestreo.

**Tabla IV.37 Coordenadas de ubicación de trampas Sherman.**

Sitio	Coordenada inicial		Coordenada final	
	X	Y	X	Y
1	225,561	2,348,942	225,091	2,349,126
2	225,532	2,348,824	225,5144	2,348,829

La longitud total de la línea fue de 790 m abarcando diversos microhabitats. En cada estación de trampeo se ubicó una Sherman (8x9x23 cm) usando como cebo semillas de girasol (*Helianthus annuus*) y esencia de vainilla. Para cada ejemplar se anotó lo siguiente: especie, nombre común, sexo, condición reproductiva y estatus de conservación de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para la identificación de estos roedores se siguió la guía de campo de Reid (2009).



**Fotografía IV.67 Vista de la ubicación de las trampas Sherman.**



Fotografía IV.68 Vista del manejo de los roedores.

*Mamíferos medianos*

Transectos

El registro de este grupo se realizó mediante métodos indirectos a través de rastros como huellas, excretas, madrigueras, residuos de alimento, letrinas, talladeros, entre otros (Aranda, 2000; Reid, 2010), a través de la realización de transectos en línea. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación.

**Tabla IV. 38 Coordenadas de ubicación de los transectos.**

No. de transecto	Coordenadas inicio		Coordenadas final	
	X	Y	X	Y
1	225,669	2,349,062	225,037	2,349,081
2	225,037	2,349,081	225,126	2,348,868
3	225,037	2,349,081	225,223	2,348,953
4	225,020	2,349,039	224,903	2,348,902
5	224,953	2,349,048	224,953	2,349,048
6	224,834	2,349,124	224,943	2,349,238





Fotografía IV.69 Restos de coatí (*Nasua narica*).



Fotografía IV.70 Huella de venado (*Odocoileus virginianus*).

También se utilizaron tres trampas Tomahawk cebadas con sardina y naranja dulce. Estas se colocaron a 200 metros entre ellas y se estuvieron activas durante dos a tres noches consecutivas por sitio sumando un total de cinco noches activas, en la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación.

Tabla IV.39 Coordenadas de ubicación de las trampas Tomahawk.

Coordenadas		Coordenadas	
X	Y	X	Y
225,561	2,348,942	225,545	2,348,839
225,378	2,349,103	225,343	2,348,827
225,037	2,349,081	225,122	2,348,822

Para cada ejemplar se anotó lo siguiente: especie, nombre común, sexo, condición reproductiva y estatus de conservación de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La densidad relativa de mamíferos medianos se calculó considerando el número de ejemplares capturados de cada especie entre el esfuerzo de muestreo expresada como individuos/noches trampa.



Fotografía IV.71 Vista de la preparación del cebo para las trampas.



**Fotografía IV.72 Vista de una trampa Tomahawk.**

Fototrampas

Además, se colocaron fototrampas para el registro de mamíferos medianos. Esta técnica es una herramienta confiable y no invasiva que ofrece ciertas ventajas en comparación con otros métodos como el trampeo directo que podrían alterar el comportamiento de los individuos (Monroy-Vilchis et al., 2011).

Se emplearon seis fototrampas colocadas a 200 metros de distancia entre ellas, ajustándolas a una altura de entre 50 a 80 cm del suelo, fuera de senderos y caminos. Las cámaras se mantuvieron activas de manera continua durante los días de muestreo.

**Tabla IV.40 Coordenadas de ubicación de las fototrampas.**

Coordenadas		Coordenadas	
X	Y	X	Y
225,572	2,348,964	225,126	2,348,868
225,363	2,349,063	225,020	2,349,039
225,091	2,349,126	225,317	2,349,092
225,701	2,348,848	224,771	2,349,420
225,413	2,348,825	224,800	2,349,079

Se programaron las cámaras para la toma de una secuencia de tres fotografías de la mayor calidad posible por evento. En cada estación de fototrampeo se colocó como atrayente sardinas y naranja dulce. Las especies registradas por este método solo se incluyeron al listado general debido al corto tiempo de muestreo y a que no se cumple los requerimientos recomendados (500 m entre cámaras y al menos un esfuerzo de 100 días/trampa; Monroy-Vilchis et al., 2011).



Fotografía IV.73 Vista de una fototrampa.



Fotografía IV.74 Vista de la colocación de una fototrampa.



Fotografía IV.75 Vista de las imágenes captadas con las fototampas.

### *Murciélagos*

Para el caso de los quirópteros se utilizaron cinco redes de niebla de 12 m de longitud y con una altura de 2.5 m por cada sitio. Estas se mantuvieron abiertas durante tres horas por noche a partir de la puesta de sol, horario en el cual se presenta una mayor actividad de diferentes grupos de murciélagos. Se realizaron revisiones aproximadamente cada 20 minutos.

Para cada ejemplar se anotó lo siguiente: especie, nombre común, sexo, condición reproductiva y estatus de conservación de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



**Fotografía IV.76 Vista de la captura de los murciélagos a través de redes.**

La densidad relativa de los murciélagos se calculó considerando el número de ejemplares capturados de cada especie entre el esfuerzo de muestreo expresado en horas/red (número de redes por el número de horas activas). Esta cifra se expresa como Individuos/horas/red (cantidad de ejemplares capturados por unidad de esfuerzo de muestreo). Para la identificación de las especies se siguió la guía de campo de Medellín et al. (2008).

En la siguiente tabla se presenta la ubicación de las redes de niebla utilizadas para la captura de los murciélagos.

**Tabla IV. 41 Coordenadas de ubicación de redes de niebla.**

Coordenadas		Coordenadas	
X	Y	X	Y
225,484	2,349,092	224,887	2,349,078
225,497	2,349,020	225,000	2,349,046
225,446	2,349,012	225,015	2,349,049
225,494	2,348,997	225,020	2,349,039
225,505	2,348,959	224,989	2,349,025

### **Resultados de los muestreos**

Como resultado del trabajo de campo, se logró verificar la presencia de trece especies incluidas en nueve familias y seis órdenes.

El Orden mejor representado fue Carnívora con cinco especies seguido por Chiroptera con tres especies, Rodentia con dos especies y el resto de los órdenes uno cada uno. Las especies de mamíferos registrados en el presente estudio, representa el 13% (13/99) de los mamíferos terrestres del Estado de Yucatán. El orden de las especies y la nomenclatura del listado general de mamíferos están basados en Ramírez-Pulido et al., 2014.

**Tabla IV.42 Especies de mamíferos registrados durante el trabajo de campo.**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo
Rodentia	Heteromyidae	<i>Heteromys gaumeri</i>	Ratón espinoso de abazones
	Muridae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón venado de Yucatán
Carnivora	Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	Jaguarundi, leoncillo
		<i>Panthera onca</i>	Jaguar
	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coati
		<i>Procyon lotor</i>	Mapache
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago-lengüetón de Pallas
		<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago-frutero de Jamaica
		<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago-frutero gigante

En las siguientes páginas se presentan las fotografías de los organismos que fueron capturados o registrados a través de rastros.



**Fotografía IV.77 *Heteromys gaumeri*.**



Fotografía IV.78 *Peromyscus yucatanicus*.



Fotografía IV.79 *Didelphis virginiana* (tlacuache).



Fotografía IV.80 *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris).



Fotografía IV.81 *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris) imagen capturada en la fototrampa.



Fotografía IV.82 *Procyon lotor* (mapache).



Fotografía IV.83 *Glossophaga soricina*.



Fotografía IV.84 *Artibeus lituratus*.



Fotografía IV.85 *Artibeus jamaicensis*.



En las siguientes fotografías se presentan las huellas y excretas de algunas de las especies de fauna que se registraron en los muestreos.



Fotografía IV.86 Excreta de *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca).



Fotografía IV.87 Huella de *Nasua narica* (coatí).



Fotografía IV.88 Huella de *Sylvilagus floridanus* (conejo).



Fotografía IV.89 Excreta de *Puma yagouaroundi* (jaguarundi).



Fotografía IV.90 Excreta de *Panthera onca* (jaguar).



### **Mamíferos pequeños**

Con un esfuerzo de muestreo de 400 noches/trampa, se capturó 24 individuos de dos especies y dos familias de roedores (Heteromyidae: *H. gaumeri*; Muridae: *P. yucatanicus*). Estas especies representan el 15% (2/13) de pequeños roedores reportados para el estado de Yucatán.

Se cubrió una superficie de 3,900 m<sup>2</sup> por sitio, haciendo un total de 7,800 m<sup>2</sup> por dos sitios en el área de estudio. La densidad absoluta de *H. gaumeri* (un registro) fue de 1.28 ind/ha (densidad relativa: 0.0025 ind/noches-trampa), mientras que la de *P. yucatanicus* (23 registros) fue de 29.48 ind/ha (densidad relativa: 0.0575 ind/noches-trampa).

### **Mamíferos medianos**

Como resultados de los transectos, con una distancia recorrida de 7.71 km se obtuvieron 40 registros (huella, excreta, madriguera y/o rastros) de ocho especies de mamíferos, pertenecientes a seis familias y cuatro órdenes. Las especies mejor representadas por este método fueron: *O. virginianus* (Venado cola blanca) con 17 registros y una densidad relativa de 2.2 rastros/km, seguido por *Sylvilagus floridanus* con siete registros y una densidad relativa de 0.9 rastros/km.

**Tabla IV. 43 Abundancias relativas de mamíferos registrados por transectos.**

Especie	No. de individuos	Tipo de registro	Densidad relativa
<i>Didelphis virginiana</i>	3	Excreta, huella	0.389105058
<i>Sylvilagus floridanus</i>	7	Visual, excreta, huella	0.907911803
<i>Puma yagouaroundi</i>	4	Excreta	0.518806744
<i>Panthera onca</i>	1	Excreta	0.129701686
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	Excreta	0.129701686
<i>Nasua narica</i>	6	Restos óseos, marcas en árbol, excreta, visual, huella	0.778210117
<i>Procyon lotor</i>	1	Excreta	0.129701686
<i>Odocoileus virginianus</i>	17	Excreta, huella, astas	2.204928664

Con un esfuerzo de muestreo de 15 noches/trampa se registró tres individuos de dos especies y dos familias (Didelphidae: *D. virginiana*; Canidae: *U. cinereoargenteus*). La densidad relativa de *D. virginiana* (dos registros) fue de 0.1333 ind/noches-trampa, mientras que la de *U. cinereoargenteus* (un registro) fue de 0.0666 ind/noches-trampa.

Se registraron tres especies: *D. virginiana* (Zarigüeya), *U. cinereoargenteus* (Zorrita gris) y *P. lotor* (Mapache). La zorrita gris se presentó en cinco de los diez puntos de ubicación de las cámaras, mientras que la zarigüeya y el mapache, en dos y uno respectivamente. Estas especies solo se integran en la lista general de especies, ya que con esta técnica aplicada en el Área del Proyecto no es factible estimar las densidades.

### **Murciélagos**

Con un esfuerzo de muestreo de 70 horas/red se capturó cinco individuos de tres especies: *G. soricina*, *A. jamaicensis* y *A. lituratus*, pertenecientes a la familia Phyllostomidae. La riqueza de especies de murciélagos registrados representa el 6.9% (3/43) de las reportadas para el estado de Yucatán.

La especie con mayor densidad relativa fue *G. soricina* con 0.042 ind/hora/red. *A. jamaicensis* y *A. lituratus* obtuvieron 0.014 ind/hora/red cada uno. Cabe destacar que las tres especies de murciélagos registradas (*G. soricina*, *A. jamaicensis* y *A. lituratus*) son especies generalistas y tolerantes a la perturbación, además su capacidad de movimiento les permitirá aprovechar áreas de vegetación adyacentes al área del proyecto

Entre los registros destaca la identificación de *Panthera onca* (Jaguar) por medio de excretas, a pesar de que existen probabilidades de que la excreta pudiera ser de puma, se evaluó que la excreta registrada pertenecía a un jaguar debido a que en ella se encontró rastros de pelo de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), si bien, la dieta del jaguar y el puma puede ser similar, se ha demostrado que los pumas tienden a cambiar las presas usadas acorde a las preferencias del jaguar, y que este último en general consume presas grandes (Chávez et al., aceptado). Por otro lado la excreta se encontró sobre camino transitado por personas en una zona que llega a inundarse durante la temporada de lluvias y el puma aunque habita en cualquier tipo de vegetación en general evita zonas inundables y manglares (Aranda, 2012).

Por otro lado es factible que la excreta sea de jaguar debido a que en el área de influencia de la Ciudad de Mérida se considera un área de conflicto entre el hombre y el jaguar (Chavez y Zarza, 2009; Rodríguez-Soto et al., 2011), además de acuerdo al monitoreo de felinos de la temporada 2014, Pronatura Península de Yucatán, se obtuvieron registros del jaguar a unos 50 o 60 km de la ciudad de Mérida, en un ejido perteneciente a Sisal (<http://www.pronatura-ppy.org.mx/>) y considerando que el área de actividad del jaguar es entre 25 a 90 km<sup>2</sup> (Chávez y Zarza, 2009) es factible que este registro sea de jaguar.

Con respecto a los registros obtenidos de los mamíferos se puede decir que especies como las zarigüellas (*D. virginiana*) y el conejo (*S. floridanus*) y pequeños roedores (*P. yucatanicus* y *H. gaumeri*), son generalistas y tolerantes a diversos ambientes, incluso áreas de actividades humanas.

Los carnívoros como el Jaguarundi (*P. yagouaroundi*), la zorra gris (*U. cinereoargenteus*), el coati (*N. narica*) y el mapache (*P. lotor*) son especies tolerantes a la perturbación, por lo que podrían desplazarse a las áreas adyacentes del predio. Para el caso del jaguar (*P. onca*) y el resto de los mamíferos medianos y grandes, debido a su amplia capacidad de movimiento, a los pocos registros (rastros o avistamientos) en el estudio y al tamaño del área del predio, se puede sugerir que este último es utilizado como sitio de desplazamiento a otras áreas.

El venado cola blanca (*O. virginianus*), es una especie generalista y altamente tolerante a ambientes perturbados, por lo que podría desplazarse hacia el Área de Influencia.

Las tres especies de murciélagos registradas (*G. soricina*, *A. jamaicensis* y *A. lituratus*) son especies generalistas y tolerantes a la perturbación, además su capacidad de movimiento les permitirá aprovechar áreas de vegetación del Área de Influencia del Proyecto.

### BIODIVERSIDAD

Para determinar la diversidad de la fauna se utilizó como índice el de Riqueza específica (S), que es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. Su fórmula es,  $S = \text{número de especies}$ .

La comunidad de vertebrados terrestres registrada durante los trabajos de campo realizados, estuvo conformada por una riqueza específica (S) de 123 especies; lo que representa aproximadamente el **29.5%** respecto al total de especies potenciales registradas para el SAR.

### ESPECIES DE FAUNA EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN

Durante los trabajos de campo realizados, se registraron **14 especies en estatus de conservación** de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales **8 se encuentran en la categoría de protección especial, 3 amenazadas y 3 en peligro de extinción**. En la siguiente tabla se presenta el número de especies por grupo de vertebrados.

Tabla IV.44 Número de especies en estatus de conservación por categoría de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y grupo de vertebrados.

Grupo	Peligro de extinción	Amenazada	Protección especial	Total
Anfibios y reptiles	0	1	3	4
Aves	2	1	5	8
Mamíferos	1	1	0	2

### Anfibios y reptiles

No se registraron especies de anfibios en estatus de conservación, se observaron en el Área del Proyecto cuatro especies de reptiles se encuentran en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se enlistan en la siguiente tabla.

Tabla IV.45 Especies de anfibios y reptiles en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Nombre común	Estatus de conservación
Corytophanidae	<i>Laemanctus serratus</i>	Lemancto coronado	Protección especial
Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Cuija yucateca	Protección especial
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	Amenazada
Viperidae	<i>Agkistrodon russeolus</i>	Cantil yucateca	Protección especial

A continuación, se presentan las fotografías de las especies que fueron tomadas durante los trabajos de campo.



Fotografía IV.92 *Ctenosaura similis* (iguana gris).



Fotografía IV.91 *Coleonyx elegans* (cuija yucateca).



Fotografía IV.93 *Laemanctus serratus* (lemanto coronado)..



Fotografía IV.94 *Agkistrodon russeolus* (cantil yucateca).

A continuación se presenta la distribución y principales características de las especies de anfibios y reptiles que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla IV.46 Distribución y principales características de las especies de anfibios y reptiles en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Principales características
Corytophanidae	<i>Laemantus serratus</i>	Lemancto coronado	Se distribuye desde el suroeste de Tamaulipas por la vertiente del Golfo y desde Oaxaca por la vertiente del Pacífico hacia el sureste hasta la Península de Yucatán. Se ha reportado para los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Querétaro, Guanajuato, Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.	El hábitat de la especie varía de acuerdo con los tipos de vegetación que presente el área. En general acostumbra esconderse entre las ramas de los árboles, en los troncos o arbustos con los que se camuflajea. Con frecuencia se encuentra perchando en lianas o troncos cercanos al suelo. Es una especie arborícola de colores crípticos, por lo que la mayor parte de tiempo está perchando a la espera de alguna presa. Es mayormente diurno, aunque también se ha reportado activo durante las noches
Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Cuija yucateca	Se distribuye desde el sur de Nayarit en la vertiente del Pacífico y desde el Sur de Veracruz por la vertiente del Atlántico, incluyendo la Península de Yucatán. También se distribuye desde Veracruz y Tabasco por el atlántico y desde el Istmo de Tehuantepec por el Pacífico. Hay reportes de la especie para Jalisco en la estación de Chamela y se hace el comentario de que previamente ha sido reportado en Colima, Michoacán, Morelos y Oaxaca.	Acostumbra vivir en cuevas, oquedades o entre construcciones abandonadas o viejas. También se le puede encontrar en áreas rocosas, cuevas o grutas. En la selva suele encontrarse por las noches caminando a las orillas de los caminos en busca de alimento. Es de hábitos nocturnos, carece de laminillas adhesivas por lo que es mayormente terrestre. Es de las pocas especies de lagartija capaz de emitir sonidos, presenta además desarrollo de técnicas de defensa, ya que al sentirse amenazado emite sonidos y realiza movimientos similares a un gato y da la apariencia de que va a atacar al agresor.

Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Principales características
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	El rango de distribución son las áreas costeras del Istmo de Tehuantepec en la Costa del Pacífico y centro de Veracruz hasta Panamá, y en México se reporta para los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Oaxaca y Chiapas.	<p>Habita en climas calientes y húmedos. son territoriales y predominantemente terrestres.</p> <p>Se alimentan principalmente de vegetación, flores y frutos; y en lugares donde esta es abundante. Se ha observado conducta agresiva por defender su territorio, cada iguana defiende su madriguera y puede luchar con otro miembro de su misma especie si es necesario, principalmente si el rival es similar en tamaño o sobrepasa aproximadamente el primer año de edad. Estas luchas se dan principalmente entre machos</p>
Viperidae	<i>Agkistrodon russeolus**</i>	Cantil yucateca	Siguiendo la costa atlántica aparece en Tamaulipas y Nuevo León y, de forma ocasional, en Veracruz y Chiapas. Es posible hallarla a lo largo de la península de Yucatán. Su presencia es frecuente en la vertiente pacífica. La vemos en Sonora, así como en casi toda Centroamérica: Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y el noroeste de Costa Rica.	<p>Es una especie terrestre, se les puede hallar ocultos entre el ramaje o escondidos bajo troncos y raíces de árboles en el mismo suelo. Suele hacer uso de su cola para atraer a sus presas, simulando con su movimiento el de un gusano. Ranas, lagartijas y roedores constituyen la mayor parte de su dieta diaria. Es una víbora de tamaño medio que, en ocasiones, llega a alcanzar una longitud máxima de 140 cm, aunque la mayoría no sobrepasan los 70 cm.</p> <p>Se reproducen en primavera, como la mayoría de las víboras de foseta. Son ovovivíparos y sus camadas se componen de entre cinco y 20 crías, cuyo nacimiento se produce durante los primeros meses de verano.</p> <p>El veneno del cantil tiene propiedades hemolíticas y necróticas. Su mordedura puede ser mortal en los casos más severos.</p>

Fuente: \*www.conabio.gob.mx \*\* www.serpientes.mx/

Aves

Las especies registradas en el Área del Proyecto que se encuentran en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010; no son de distribución restringida y presentan amplios intervalos de distribución, razón por la cual la probabilidad de que se registren incluso en dos sitios diferentes de la Península de Yucatán es alta.

En la siguiente tabla se enlistan las especies de aves que se encuentran en estatus de conservación y que fueron registradas durante los trabajos de campo.

**Tabla IV.47 Especies de aves en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus de protección
Odontophoridae	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	Protección especial
Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	Amenazada
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Peligro de extinción
Trochilidae	<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	Protección especial
Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Protección especial
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Protección especial
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Matraca yucateca	Peligro de extinción
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Protección especial



**Fotografía IV.95 *Buteogallus anthracinus* (juvenil) (aguililla negra menor).**



**Fotografía IV.96 *Doricha eliza* macho (colibrí cola hendida).**





Fotografía IV.97 *Campylorhynchus yucatanicus*  
(matraca yucateca).



Fotografía IV.98 *Eupsittula nana*  
(Perico pecho sucio).



Fotografía IV.99 *Passerina ciris* (Colorín sietecolores).



**Fotografía IV.100 Pluma de *Meleagris ocellata* (Pavo ocelado).**

En la siguiente tabla se presentan las principales características y distribución de las especies de aves enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla IV.48 Distribución y principales características de las especies de aves en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Principales características
Odontophoridae	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	Distribución discontinua. En la vertiente del Pacífico, desde el oeste de Jalisco, probablemente en el centro de Colima y en la Sierra Madre del Sur en Guerrero. En la vertiente del Atlántico en la Sierra Madre Oriental (entre los 100 y 2300 msnm) desde del suroeste de Tamaulipas y este de San Luis Potosí al centro de Veracruz (sur de Córdoba y Orizaba), incluyendo el noreste de Hidalgo y este de Puebla. Al sur del Istmo de Tehuantepec en ambas vertientes y en el Macizo Central de Chiapas (entre los 800 y 3000 msnm) desde el este de Oaxaca y Chiapas hasta El Salvador y el centro de Honduras. Finalmente, en la Península de Yucatán, excepto en la costa norte (entre el nivel del mar y los 300 msnm).	Es una especie que puede tolerar paisajes que representen un hábitat relativamente fragmentado, sin embargo, requiere que dichos paisajes contengan una alta proporción de área selvática o boscosa, debido a su sensibilidad a la fragmentación. Utiliza tanto el interior como el borde de las selvas y bosques que habita. Prefiere los sitios con un sotobosque denso o zonas próximas a un sotobosque denso. Utiliza fundamentalmente el suelo del sotobosque. Es una especie de hábitos terrestres. Fuera de la temporada reproductiva forma parvadas desde cuatro o cinco individuos hasta de una docena. Los grupos pequeños probablemente constituyen familias y las parvadas grandes, agregaciones de familias. Al aproximarse la temporada reproductiva, las parvadas se dividen. Cuando esta ave se ve amenazada, permanece inmóvil, pero si la amenaza es inminente corre rápidamente en zig-zag, sobre todo cuando el terreno es irregular.
Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	El pavo ocelado se encuentra distribuido únicamente en una región de unos 130 000 kilómetros cuadrados en la península de Yucatán, que incluye los estados mexicanos de Quintana Roo, Campeche y Yucatán, así como partes del sur de Tabasco y noreste de Chiapas. Además de Belice y el norte de Guatemala.	Habita en las selvas Bajas y medianas subcaducifolias Es un ave grande, de entre 70-90 cm y 3 kg (hembra) a 4 kg (macho) de peso. Los pavos pasan la mayor parte del día en el suelo y prefieren correr para escapar al peligro durante el día a volar, a pesar de que pueden hacerlo rápida y poderosamente por distancias cortas, como la mayoría de aves en este orden, sólo lo hacen por necesidad. Duermen regularmente en árboles altos que los mantienen alejados de predadores nocturnos como los jaguares, y usualmente lo hacen en grupos familiares.

Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Principales características
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	En México como residente se le encuentra en tierras bajas, en laderas de colinas desde Sonora, Chihuahua y Tamaulipas, hacia el sur, a través de la costa del Pacífico y del Golfo, hasta Chiapas y la Península de Yucatán.	<p>Por lo general se encuentra solo o en parejas. Perchan durante mucho tiempo, por lo que fácilmente pasan desapercibidas dentro del follaje. Cuando ve a su presa se deja. Rara vez vuela pero incrementa los vuelos cuando está criando, también se le puede ver volar sobre áreas quemadas.</p> <p>Se alimentan principalmente cangrejos, ranas, serpientes, peces, insectos, roedores y muy ocasionalmente pájaros pequeños.</p> <p>Especie monógama, la anidación ocurre a finales del febrero y finales del mayo.</p>
Trochilidae	<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	Se ha reportado en el centro de Veracruz, cerca de la ciudad de Xalapa, también en la costa norte y oeste de la Península de Yucatán. La población de Yucatán aunque vulnerable, parece no estar en peligro inmediato, salvo que el desarrollo turístico del norte de la Península de Yucatán llegue a afectar las áreas en que está presente.	<p>La población de Yucatán se encuentra principalmente en zonas costeras áridas, en el ecotono de éstas con manglar. Los individuos de la población de Yucatán han sido vistos forrajeando en plantas del género <i>Ipomea</i> (Convolvulaceae) y menos frecuentemente, en flores del género <i>Justicia</i> (Acanthaceae). Se ha reportado que los machos forrajean con la cola cerrada y casi vertical, mientras que las hembras lo hacen con balanceos rápidos de la cola (Howell y Webb 1995). La especie también ha sido reportada usando jardines. La anidación en la población de Yucatán ocurre entre febrero y agosto.</p> <p>Forrajea en estratos bajos y medios, frecuentemente cerca del suelo, construyen sus nidos en arbustos o árboles bajos, aunque puede construirlos en lo alto de palmas. No se tienen datos sobre el tamaño de la población.</p>
Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Reside en la vertiente del Atlántico desde el sur de Tamaulipas hacia el sur incluyendo la Península de Yucatán	Son monógamas, anidan en los termiteros o en arboles con huecos naturales o hechos por algún ave carpintera, aunque también utilizan palmas secas, ponen de 3 a 6 huevos. Se alimentan de semillas, frutos, leguminosas, hojas y flores. Se pueden observar comiendo en los árboles, en los maizales y otros cultivos o sobrevolando en bandadas de 20 ejemplares o en parejas.

Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Principales características
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Se distribuye por el oeste, sur y sureste de México, de forma discontinua, por Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua hasta el oeste de Costa Rica.	Su hábitat preferencial es la vegetación de manglar por arriba de la línea más alta de las mareas y los bosques secos tropicales y subtropicales. La UICN no considera que la población sea vulnerable debido a su amplia distribución. No se encontraron datos de hábitos.
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Matraca yucateca	Se trata de una especie endémica de la costa norte del estado de Yucatán, México. La localidad tipo es Ría Lagartos, Yucatán. Se tienen registros por literatura de las siguientes localidades, todas pertenecientes al estado de Yucatán; Progreso, El Palmar, Celestún; Ría Lagartos; Santa Clara; 3 km S Progreso; 4.8 km SO Sisal.	Es común en sitios parcialmente perturbados con arbustos bajos y malezas, cerca de manglares, palmeras y playas; siendo los mesquites, yucas, sisal y Opuntia las plantas dominantes del hábitat de estas aves. Se trata de una especie residente. Con frecuencia se observa en ramas externas y volando ocasionalmente en lugares abiertos. Permanecen ocultas en los arbustos. Es una especie insectívora.
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	La especie se distribuye a lo largo de las dos costas de México, durante el invierno, para su reproducción se distribuye al norte de México y sure de EUA.	En todas las estaciones prefiere las áreas semiabiertas con vegetación densa y de poca altura. Se reproduce cerca de matorrales, setos, claros y lindes de bosques y sotobosque de bosques abiertos. Su alimentación es basada en semillas, fundamentalmente, aunque puede ingerir frutas. Es muy común verlas en formaciones vegetales secundarias o en áreas que colinden con zonas donde existan gramíneas.

### Mamíferos

Se registraron dos especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010, ambas pertenecen a la familia Felidae y se enlistan en la siguiente tabla.

**Tabla IV.49 Especies de mamíferos en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus de protección
Felidae	<i>Puma yagouarondi</i>	Jaguarundi, leoncillo	Amenazada
	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	Peligro de extinción

En la siguiente tabla se presentan las principales características y distribución de las especies de mamíferos registradas en los trabajos de campo y que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla IV.50 Distribución y principales características de las especies de mamíferos en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Principales características
Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	Jaguarundi, leoncillo	Presenta una amplia distribución geográfica, desde el sur de Texas y Arizona, descendiendo por la costa del Pacífico y del Atlántico en México, todo Centroamérica hasta la parte centro de Argentina (Oliveira, 1998). En México se le encuentra más frecuentemente en las planicies de Tamaulipas y norte de Yucatán, y en las tierras bajas a lo largo de la costa del Pacífico.	Esta especie prefiere ambientes con densa cobertura arbustiva, raramente se encuentran en la profundidad de un bosque con dosel cerrado, por lo general se encuentran en el borde del bosque y en áreas abiertas próximas a ellos. Son organismos solitarios excepto en el apareamiento o cuando aún los juveniles son dependientes de la madre. Esta especie no es de interés en el mercado de pieles, sin embargo, los pobladores locales la cazan si se aproxima a los gallineros o si se la encuentran cuando cazan otras especies. Se estima que su área de actividad es de 2000-8800 ha
Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	El jaguar presenta una alta preferencia por ambientes húmedos Actualmente en México se le encuentra de manera fragmentada en las serranías de Sonora en la Sierra Madre Occidental, en las planicies costeras del pacífico de México en los Estados de Sinaloa, Jalisco, Nayarit, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, en las planicies costeras y serranías de Tamaulipas, en zonas costeras al sur de Veracruz, Tabasco, Campeche y en los Estados de Yucatán y Quintana Roo.	El jaguar es el felino de mayor tamaño en América. La reproducción es anual y depende de la distribución geográfica, aunque parece ser más frecuente de diciembre a febrero. A nivel nacional se está desarrollando el CENJAGUAR, que es un censo nacional para determinar los niveles poblacionales para esta especie. De este proyecto se cuenta con resultados preliminares de una densidad estimada de cerca de 2000 individuos para la península de Yucatán. Siendo este sitio el que resguarde a la población mas grande en todo México. Se estima que su área de actividad es 2,800-4,000 ha

#### IV.2.2.2.3. PAISAJE

El concepto de paisaje tiene varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. De manera general, se puede afirmar que el estudio del paisaje puede enfocarse desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual. (Mártinez, V.J et al. 2003).

En la primera, en lo que concierne al paisaje total, el interés se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan. En la segunda aproximación, referente al paisaje visual, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en ese territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad.

Para evaluar la calidad del paisaje, existe la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: **(i) la visibilidad, (ii) la calidad paisajística y (iii) la fragilidad visual**, los cuales se definen a continuación:

La visibilidad: se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.

- La calidad paisajística: incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.
- La fragilidad del paisaje: es la capacidad que tiene el paisaje, para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Además, se consideraron otros dos criterios:

- Frecuencia de la presencia humana: No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.
- Singularidades paisajísticas: Son elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

El paisaje del SAR se caracteriza por que predomina la selva baja espinosa con diferentes grados de conservación, así como por el desarrollo urbano y la construcción de importantes vías de comunicación.



La evaluación de cada uno de los criterios enlistados para el SAR, se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla IV.51 Criterios de evaluación del Paisaje.**

Criterios	Calificación	Sustento
Visibilidad	Baja	El SAR presenta una visibilidad baja debido a que se localiza en una llanura, por lo que es difícil apreciar el paisaje desde otros puntos. El Área del Proyecto presentan una visibilidad baja debido a que la mayor parte se encuentra lejos de la carretera y la vegetación evita que sea visible.
Calidad paisajísticas	Media	El SAR presenta en su mayor parte cobertura vegetal sin embargo esta ha sido fragmentada por la infraestructura vial y eléctrica, así como por el desarrollo urbano. En el Área del Proyecto la calidad del paisaje al igual que en el SAR se ha disminuido por la construcción de la línea de alta tensión, así como la construcción de veredas.
Fragilidad	Media	Debido a que es una llanura y a que predomina vegetación secundaria arbustiva el paisaje tiene una capacidad media para absorber los cambios.
Frecuencia de la presencia humana	Media	En el Área de Influencia y Área del Proyecto se registra la presencia de cazadores, así como de trabajadores que dan mantenimiento a las líneas de alta tensión de CFE.
Singularidades paisajísticas	Media	Entre las singularidades que se pueden observar se encuentran los ojos de agua, así como la presencia de agujeros de diversos tamaños debido a las características geológicas.

#### **IV.2.2.2.4. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO**

##### *DEMOGRAFÍA*

El SAR abarca parcialmente la superficie de cuatro municipios: Progreso, Mérida, Chicxulub Pueblo y Conkal. En la siguiente tabla se presenta una síntesis de las principales características de cada municipio. Se incluyó la clasificación de los municipios que realiza el INAFED según el tamaño de sus localidades, basándose en estudios del PNUD (2005) e INEGI; la cual comprende los siguientes rangos:

**Tabla IV.52 Principales características de los municipios que abarca el SAR.**

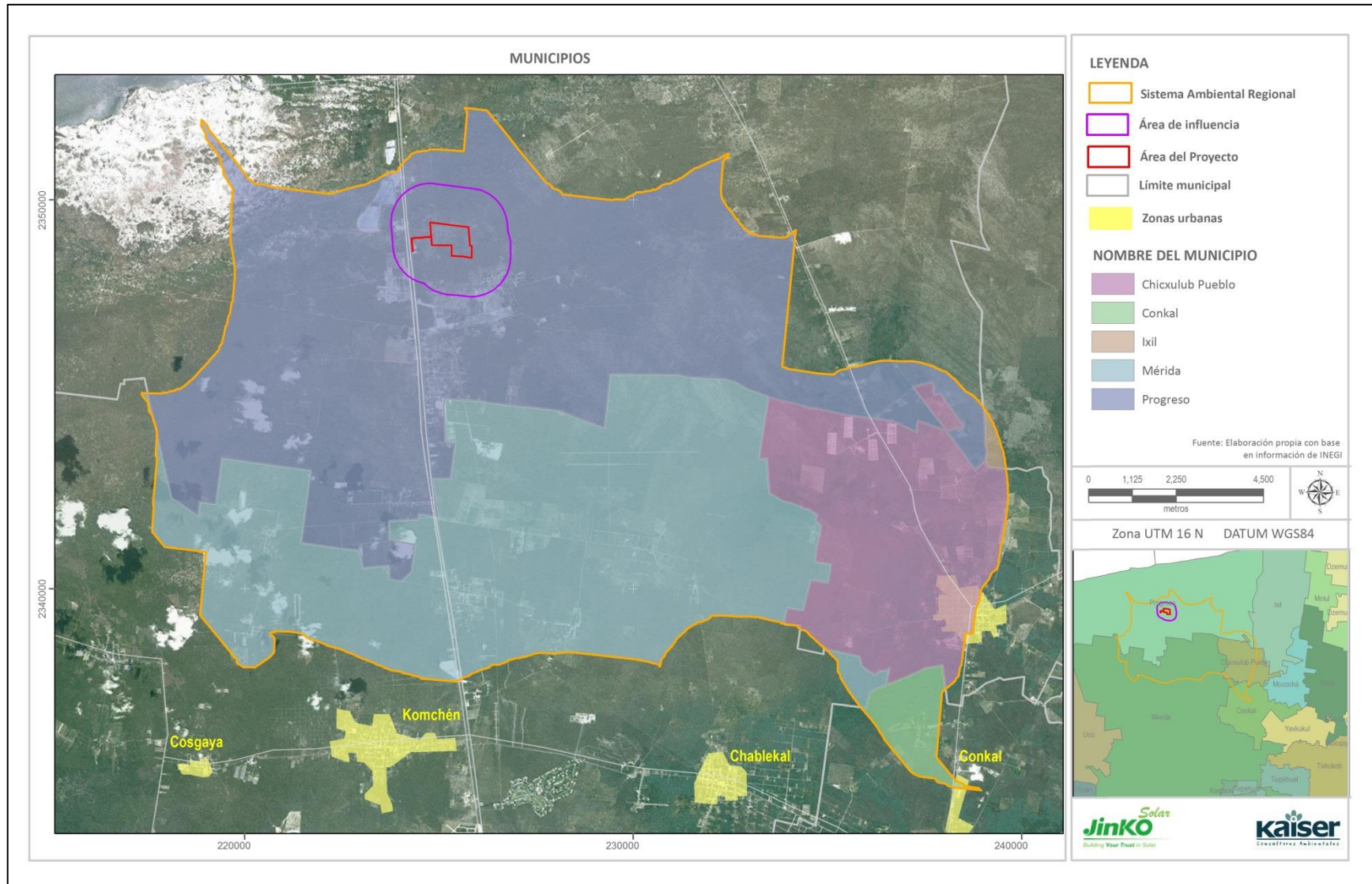
Municipio	Principales características territoriales	Superficie incluida en el SAR
Progreso	<p>Abarca una superficie de 430.32 km<sup>2</sup> y ocupa el 1.15% de la superficie estatal. Se ubica en la región VI influencia metropolitana de Yucatán, entre los paralelos 21°07' y 21°20' de latitud norte; los meridianos 89°29' y 89°52' de longitud oeste; altitud entre 0 y 100 m. Colinda al norte con el Golfo de México y el municipio de Ixil; al este con los municipios de Mérida y Ucu'y al oeste con los municipios de Ucu'y Hunucma' y el Golfo de México.</p> <p>Según el Censo de Población y Vivienda de 2010, se registraban 15 localidades por lo que se clasifica como un municipio urbano medio.</p>	<p>10905.70 ha (47.62%)</p>
Mérida	<p>Su superficie de 883.40 km<sup>2</sup> representa el 2% del territorio estatal, Se encuentra entre los paralelos 20° 45' y 21° 15' de latitud norte y los meridianos 89° 30' y 89° 45' de longitud oeste. Su altura promedio, sobre el nivel del mar, es de 9 metros. Limita al norte con los municipios de Progreso y Chicxulub; al sur con los de Abalá, Tecoh y Timucuy; al este con los de Conkal; Kanasín y Tixpeual y al oeste con los de Ucu'y Umán.</p> <p>Según el Censo de Población y Vivienda de 2010, se registraban 156 localidades por lo que se clasifica como un municipio urbano grande.</p>	<p>8366.54 ha (36.54%)</p>
Chicxulub Pueblo	<p>Ocupa una superficie de 44.21 Km<sup>2</sup>, se localiza en la región denominada centro norte del estado. Queda comprendido entre los paralelos 21° 08' y 21° 13' de latitud norte y 89° 30' y 89° 35', longitud oeste; posee una altura promedio de 2 metros sobre el nivel del mar. Colinda con los siguientes municipios: al norte con Ixil, al sur con Conkal, al este con Ixil y Mocochoa y al oeste con Progreso.</p> <p>Según el Censo de Población y Vivienda de 2010, se registraban 13 localidades por lo que se clasifica como un municipio semiurbano.</p>	<p>3171.08 ha (13.85%)</p>
Conkal	<p>Su superficie es de 63.18 km<sup>2</sup>, representa el 0.132 por ciento del total estatal. Localizado en la región centro norte del estado. Se localiza entre los 21° 02' y 21° 08' latitud norte y 89° 29' y 89° 35' longitud oeste, tiene una altura promedio de 8 msnm. Limita al norte con el municipio de Chicxulub Pueblo; al sur con el municipio de Mérida; al este con los municipios de Yaxkukul, Mocochoa y Tixkokob; y al oeste con el municipio de Mérida.</p> <p>Según el Censo de Población y Vivienda de 2010, se registraban 27 localidades por lo que se clasifica como un municipio semiurbano.</p>	<p>406.11 ha (1.77%)</p>
Ixil	<p>El municipio se localiza en la región centro norte del estado, está situado entre los paralelos 21° 09' y 21° 19' de latitud norte y los meridianos 89° 25' y 89° 34' de longitud oeste; tiene una altura promedio de 9 metros sobre el nivel del mar y ocupa una superficie de 136.62 km<sup>2</sup> que representa el 0.34% de la superficie estatal.</p> <p>Colinda con los siguientes municipios: al norte con el Golfo de México, al sur con Mocochoa y Chicxulub Pueblo, al este con Telchac Puerto, Dzemu'l y Motul y al oeste con Progreso.</p> <p>Según el Censo de Población y Vivienda de 2010, se registraban 9 localidades por lo que se clasifica como un municipio semiurbano.</p>	<p>49.71 ha (0.22%)</p>

Fuente: [www.inafed.gob.mx](http://www.inafed.gob.mx)

Las categorías para clasificar a los municipios por parte del INAFED son los siguientes:

- 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%.

En la siguiente figura se presenta la distribución de los municipios dentro del SAR.



**Figura IV.30 Municipios que abarca el SAR.**

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

Todos los municipios que integran al SAR presentan una tasa de crecimiento positivo, destaca obviamente Mérida, Progreso y Conkal. En la siguiente tabla se presentan los datos de población por municipio en el periodo de 1990-2010.

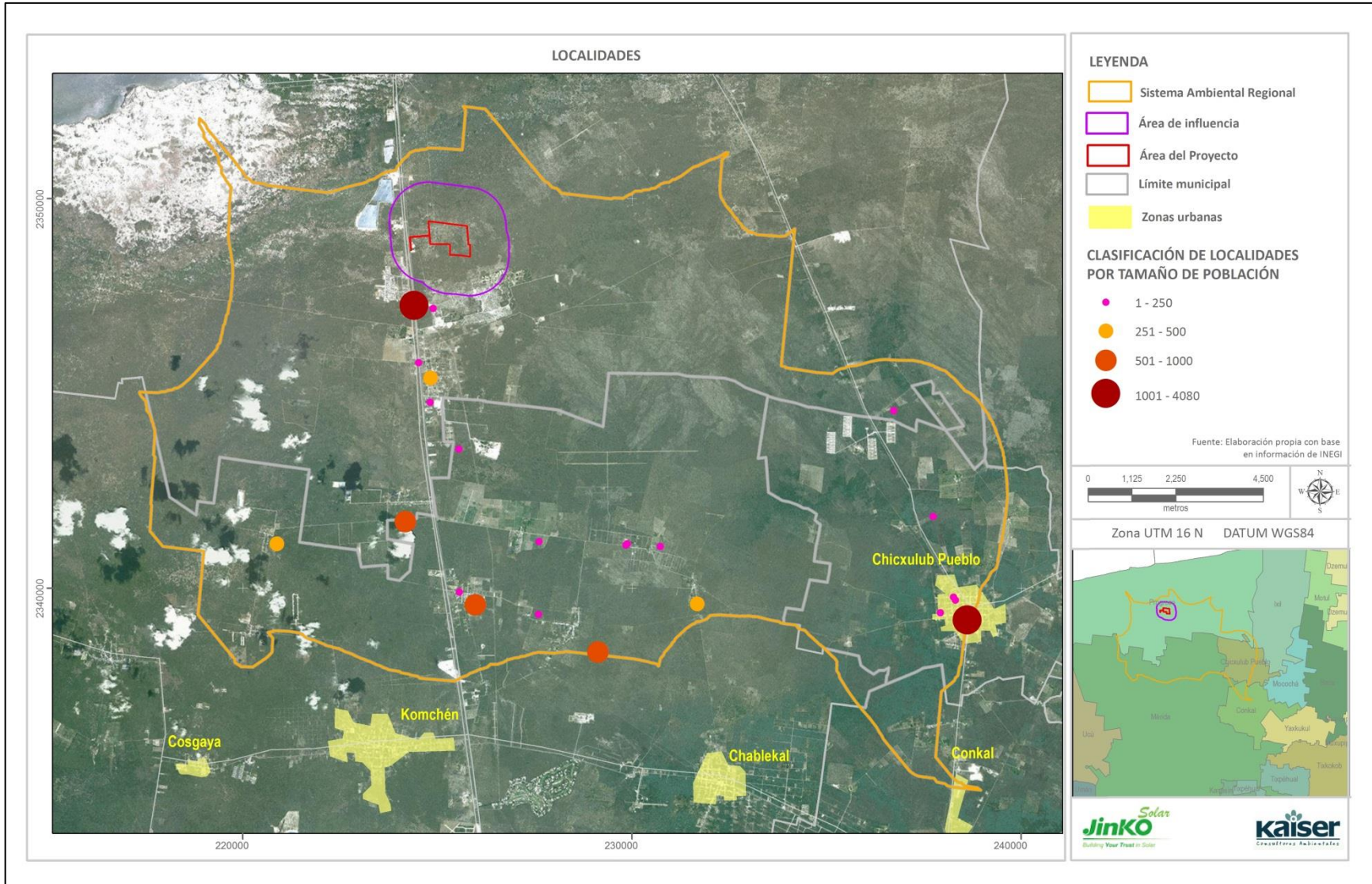
Tabla IV.53 Población en los municipios que abarca el SAR.

Concepto	1990	1995	2000	2005	2010
<b>Municipio de Progreso</b>					
Hombres	18,945	22,080	24,544	24,671	26,925
Mujeres	18,861	21,812	24,253	24,783	27,033
Población total	37,806	43,892	48,797	49,454	53,958
<b>Municipio de Mérida</b>					
Hombres	267,917	314,703	339,543	377,158	401,340
Mujeres	288,902	335,067	365,512	403,988	429,392
Población total	556,819	649,770	705,055	781,146	830,732
<b>Municipio de Chicxulub Pueblo</b>					
Hombres	1,595	1,782	1,825	2,006	2,123
Mujeres	1,466	1,641	1,678	1,842	1,990
Población total	3,061	3,423	3,503	3,848	4,113
<b>Municipio de Conkal</b>					
Hombres	3,317	3,566	3,881	4,267	4,584
Mujeres	3,113	3,437	3,739	4,228	4,559
Población total	6,430	7,003	7,620	8,495	9,143
<b>Municipio de Ixil</b>					
Hombres	1,310	1,454	1,640	1,854	1,946
Mujeres	1,287	1,413	1,586	1,744	1,857
Población total	2,597	2,867	3,226	3,598	3,803

Fuente: www.inafed.gob.mx

El SAR abarca 23 localidades, con 11,358 personas, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2010, su distribución por municipio.

En la siguiente figura se representa la distribución de las localidades por tamaño de población en el SAR.



**Figura IV.31** Localidades ubicadas dentro del SAR.

### POBLACIÓN INDÍGENA

De acuerdo al último censo de población y vivienda, en los tres municipios que registran localidades al interior del SAR, durante el Censo de Población y Vivienda 2010, se contabilizaron 1,354 personas de más de tres años que hablan alguna lengua indígena, de los cuales 761 son hombres y 593 mujeres.

**Tabla IV.54 Población de 3 años y más que habla lengua indígena que se ubica dentro del SAR por municipio.**

Municipio	Población de más de 3 años que habla lengua indígena		
	Total	Hombres	Mujeres
Progreso	345	181	164
Mérida	551	298	253
Chicxulub Pueblo	458	282	176
Conkal*	0	0	0
Ixil	0	0	0

Nota\*: El municipio de Conkal no registró localidades dentro del SAR delimitado.

En el Área de Influencia ni en el Área del Proyecto NO se registraron personas de tres años y más que hable alguna lengua indígena de acuerdo al Censo de Población y Vivienda, 2010.

#### IV.2.2.2.5. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

##### POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA, INACTIVA, OCUPADA Y DESOCUPADA

De acuerdo con el INEGI, la Población Económicamente Activa (PEA) se refiere a todas las personas en edad de trabajar, o bien que contaban con una ocupación durante el periodo de referencia o no contaban con una, pero estaban buscando emplearse con acciones específicas. Al primer grupo se les denomina ocupados y el segundo corresponde a los abiertamente desempleados. En la siguiente tabla se presentan los datos de la población económicamente activa, ocupada, desocupada por municipio.

**Tabla IV. 55 Población económicamente activa, inactiva, ocupada y desocupada, datos municipales, 2010.**

Municipio	Población			
	Económicamente Inactiva	Económicamente activa	Ocupada	Desocupada
Progreso	19,233	22,707	22,336	371
Mérida	292,739	366,166	356,372	9,974
Chicxulub Pueblo	1,505	1,677	1,642	35
Conkal	3,451	3,755	3,681	74
Ixil	1,211	1,704	1,690	14

Nota: \*SD: Sin datos

De acuerdo con el plano de usos del suelo y vegetación de INEGI, serie V, en el SAR se registran 1,244 ha dedicadas a las actividades agrícolas y 27.80 ha con pastizales que representan el 5.43 y 0.12% respectivamente de la superficie total del SAR. En el Área de Influencia y Área del Proyecto no existen parcelas donde se desarrolla la agricultura sin embargo si se registró la existencia de cacería ilegal.

#### IV.2.2.2.6. FACTORES SOCIOCULTURALES

##### PATRIMONIO HISTÓRICO

En la siguiente tabla se presenta la síntesis del patrimonio histórico y arqueológico de los municipios que abarcan el SAR, cabe destacar que el Proyecto no afectará de ninguna forma al patrimonio histórico y arqueológico.

**Tabla IV.56 Principal patrimonio histórico por municipio.**

Municipio	Descripción del patrimonio
Progreso	A diferencia de otras localidades del Estado de Yucatán, el Municipio de Progreso no tuvo orígenes históricos o arqueológicos sino otros de naturaleza más práctica: el comercio. En el Municipio de Progreso destaca el antiguo edificio que ocupó la aduana marítima, que fue construido en el pasado siglo; el Palacio Municipal; el Faro, y el Muelle Aduanal considerado el más largo del país. La exhacienda San Ignacio, la Parroquia de San José y la capilla de San Antonio Yaxactún.
Mérida	Entre otros edificios destacan por su singular belleza e importancia: La Casa de Montejo (1549); el Palacio del Ayuntamiento de Mérida (1735); el Edificio Central de la actual Universidad Autónoma de Yucatán (1864); el Palacio de Gobierno (1892); El Teatro Mérida, el Teatro Peón Contreras (1908); el Palacio Federal de Correos (1908); los exhospitales Ayala y O'Horán (1908); el Palacio Cantón (1911); el Ateneo Peninsular (1918); La Estación Central de los Ferrocarriles Unidos de Yucatán (1920); la Casa del Pueblo (1928). La Catedral de Mérida (1599); Templo de San Juan de Dios (S.XVI); Templo de la Mejorada (1640); Iglesia del Jesús o de la Tercera Orden (S:XVII); la Iglesia de San Cristobal (1796); la Iglesia de San Sebastián (1706); La Ermita de Santa Isabel o del Buen Viaje (S:XVII); la iglesia de San Juan Bautista, y los museos de Antropología e Historia, de Arte Popular y de Goddiener; el Edificio del diario del Sureste, Fonhapas, Centro Artesanal y cultural. Las exhaciendas San Antonio Cucul, Chichí, Petkanché, Santa Gertrudis Copó, San Antonio, San Pedro Tahdzibichen, Xcumpich, San Antonio Kuché, Dzibichaltún, X'cunuyá, Chenkú, San Manuel, Tanil, Tecoh, Timucuy, Komchen y Tamanché.
Chicxulub Pueblo	La Iglesia de Santiago, construida en el siglo XVII. Este templo tiene una característica que lo hace diferente a otros: el campanario se encuentra en el techo del altar ubicado al frente. También se cuenta con monumentos arqueológicos como: Chakán y Lactún.
Conkal	El exconvento de San Francisco de Asís construido en el siglo XVII, ubicado en la cabecera municipal restaurado en los años 2000 y 2001, y habilitado como museo de arte sacro en el estado. La exhacienda San Lorenzo Kantul.
Ixil	El templo en honor a San Bernabé, construido en el siglo XVII, y el sitio conocido como "Las Trincheras" que se encuentra a 24 kilómetros al norte de la cabecera, donde se puede apreciar una muralla baja que se construyó con fines de seguridad en la época colonia.

Fuente: [http:// Fuente: www.inafed.gob.mx](http://www.inafed.gob.mx)



### ÍNDICE DE MARGINACIÓN

La marginación social se define como aquella situación, que tiene una población humana que ha quedado al margen de los servicios que en general, tiene la sociedad, dichos servicios son básicos como la disponibilidad del agua en la vivienda, el acceso al drenaje de las aguas servidas y la disponibilidad de energía eléctrica. Para el desarrollo adecuado de las personas son relevantes los servicios educativos, que proporcionan la escolaridad que al no darse con suficiente cobertura, propician el analfabetismo, uno de los principales indicadores de marginación social; resultan también importantes, los ingresos económicos y otros aspectos dados por la dispersión de los asentamientos humanos, lo cual dificulta el establecer las obras de infraestructura básica para las localidades (CONAPO, 1995).

El índice de marginación es una medida-resumen, que permite diferenciar municipios y localidades según el impacto global de las carencias que padece la población y mide su intensidad espacial como porcentaje de la población que no participa del disfrute de bienes y servicios esenciales, para el desarrollo de sus capacidades básicas. La construcción del índice por municipio considera cuatro dimensiones estructurales de la marginación: (i) falta de acceso a la educación, (ii) residencia en viviendas inadecuadas, (iii) percepción de ingresos monetarios insuficientes y (iv) residir en localidades pequeñas; e identifica nueve formas de exclusión.

De acuerdo a la Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el 2010, el Municipio de Progreso en donde se llevará a cabo el Proyecto, registró un índice de marginación bajo al igual que el municipio de Conkal, mientras que el municipio de Mérida la marginación es muy baja y en el municipio Chicxulub Pueblo tuvo una marginación media.

Los indicadores que presentan mayor rezago es el nivel de ingreso ya que todos los municipios que integran el SAR, más del 40% de su población ocupada tienen un ingreso de hasta 2 salarios mínimos. En la siguiente tabla se presentan los valores para cada uno de los indicadores que integran el índice de marginación.

**Tabla IV.57 Índice de marginación 2010 y los indicadores socioeconómicos utilizados a nivel municipal.**

Concepto	Progreso	Mérida	Chicxulub Pueblo	Conkal	Ixil
Grado de marginación	Bajo	Muy bajo	Medio	Bajo	Medio
Población total (número de personas) en el 2010	53,958	830,732	4,113	9,143	
Población analfabeta de 15 años o más (%)	4.01	3.27	9.90	7.76	8.30
Población sin primaria completa de 15 años o más (%)	19.59	13.32	26.99	24.60	32.10
Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario (%)	1.29	2.96	13.70	8.53	17.84
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica (%)	0.64	0.58	1.35	0.85	0.45

Concepto	Progreso	Mérida	Chicxulub Pueblo	Conkal	Ixil
Ocupantes en viviendas sin agua entubada (%)	0.82	1.30	0.86	6.49	3.90
Viviendas con algún nivel de hacinamiento (%)	43.36	29.93	50.66	44.08	54.58
Ocupantes en viviendas con piso de tierra (%)	1.14	0.76	1.60	0.55	0.95
Población en localidades con menos de 5000 habitantes (%)	19.61	4.85	100	21.55	100
Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos (%)	46.62	41.24	50.49	44.78	61.75

### IV.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Para el diagnóstico del SAR se utilizaron los indicadores por componente ambiental. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), un indicador ambiental es un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo (SEMARNAT, 2005, Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México).

La definición formal de indicador es: *“Relativo a indicar. Dar a entender o significar una cosa con indicios o señales. Señalar, advertir, manifestar, apuntar, mostrar”*. En otras palabras, la información clave que usamos para conocer algo de forma frecuentemente, tomar una decisión, es un indicador. Los indicadores de impacto deben cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- **Relevantes:** La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
- **Fiabiles:** Representativos del impacto que se quiere medir
- **Exclusivos:** Es decir que en su valor intervenga principalmente el impacto a medir y no otros factores
- **Realizables:** Identificables y cuantificables (aunque el hecho de cuantificarlo todo no debe obsesionarnos, puesto que siempre se puede acudir a categoría semicuantitativas o a medidas cualitativas).

Por lo antes mencionado, se elaboró una lista de indicadores ambientales del estado del SAR, la cual se muestra en la siguiente tabla en la que se hace una descripción del estado actual de cada uno de los componentes ambientales para el medio físico, biótico y socioeconómico.

**Tabla IV.58 Diagnóstico integral del SAR.**

Componente ambiental	Indicador	Estado actual
<b>Sistema abiótico</b>		
Clima	Modificación del microclima	<p>En el SAR se registran básicamente dos tipos de clima: el clima semiseco que se distribuye en la mayor parte de la superficie mientras que el clima cálido subhúmedo se presenta solo en la porción sur. En el Área del Proyecto se presenta un clima semiseco, muy cálido. La temperatura promedio es de 26.3°C, las temperaturas más altas arriba de los 28°C se registran en el periodo de mayo a septiembre, enero es el mes con temperaturas más bajas con 22.5°C. La precipitación promedio anual es 1,096.6 mm, el periodo más lluvioso es de junio a octubre mientras que los meses más secos son enero, noviembre y diciembre.</p> <p>En el SAR se ha disminuido la cobertura vegetal para el desarrollo de las zonas urbanas, así como por la construcción de la infraestructura vial y eléctrica modificado el microclima debido al incremento de la temperatura por mayor insolación.</p>
Atmósfera	Fuentes de contaminación atmosférica	<p>La calidad del aire en el SAR es buena debido a que no existen desarrollos industriales que puedan generar contaminantes; aunque existe ausencia de barreras físicas (macizos o cadenas montañosas) que dificulten su dispersión; y a que los vientos que soplan todo el año no permiten la acumulación de contaminantes. Es posible que se generen emisiones puntuales por la presencia de bancos de materiales. Los incendios forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes.</p> <p>Los incendios forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes. La temporada de incendios, fuertemente vinculada con la de sequía, se establece a partir de enero, llegando a su máximo en abril y mayo.</p>
	Emisiones de gases de efecto invernadero	El SAR y el Área del Proyecto, actúan como sumidero debido a que mantiene en la mayor parte de la superficie cobertura con vegetación secundaria principalmente arbustiva y herbácea y en menor grado con vegetación secundaria arbórea de selvas bajas espinosas y caducifolias.
	Radiación solar	El SAR se encuentra dentro del cinturón solar, por lo que el área es ideal para la producción de energía fotovoltaica, sin embargo, actualmente no se encuentra operando ningún parque fotovoltaico. La Península de Yucatán presenta una radiación entre 4.8 y 4.9 Kwh/m <sup>2</sup> .
Ruido	Fuentes de emisión de ruido	Las emisiones de ruido en el SAR se deben principalmente al tránsito de vehículos sobre las principales carreteras y caminos, particularmente en el Área de Influencia y Área del Proyecto, el ruido proviene del tránsito de los vehículos sobre la carretera No. 261 Mérida-Progreso.
Relieve	Superficie con cortes, excavaciones o rellenos	El SAR se localiza en una llanura kárstica, se registran altitudes que van de aproximadamente de 2 a 23 msnm, las cotas más elevadas que van del rango de 19 a 23 msnm. El Área del Proyecto la altitud se encuentra en el rango de 2 a 5 m.s.n.m.

Componente ambiental	Indicador	Estado actual
		En el SAR y Área de Influencia, las modificaciones al relieve se deben principalmente por la explotación de banco de materiales. En el Área del Proyecto no se observaron modificaciones al relieve.
Hidrología superficial	No. de cuerpos de agua	El SAR carece de ríos, debido a la naturaleza cárstica de las rocas de la entidad; donde el agua de lluvia se infiltra rápidamente. Por esta misma razón se registran ojos de agua que se forman en las oquedades de las rocas que sirven de hábitat para algunos anfibios. En el Área del Proyecto se registraron seis ojos de agua.  En algunas zonas se registran inundaciones temporales que rápidamente se infiltran por las características geológicas.
	Fuentes de contaminación	Las principales fuentes de contaminación del agua en el SAR es el depósito de basura a cielo abierto y por las descargas de aguas residuales sin tratar.  En el Área del Proyecto, no existen fuentes de contaminación, dado que no se desarrollan actividades agrícolas, se observaron tiraderos de basura en el Área de Influencia en las inmediaciones de la carretera No.261 Mérida-Progreso.
Hidrología subterránea	Grado de explotación del acuífero	El SAR se encuentra en la Unidad Regional denominada “Acuífero Península de Yucatán” el cual tiene un volumen disponible de 5,759,221,028 m <sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones por lo que no está sobreexplotado.  En el Área de Influencia y Área del Proyecto el acuífero se localiza en un rango de dos a tres metros de profundidad. Cabe destacar que de acuerdo al estudio geotécnico realizado no se registró la presencia de cenotes.
	Fuentes de contaminación	La principal fuente de contaminación es la falta de sistema de alcantarillado, mal funcionamiento de las plantas de tratamiento, otra fuente de contaminación son las áreas en donde se utilizan fertilizantes como en viveros, otras fuentes puntuales son las granjas, gasolineras, etc.
Suelos	Superficie con problemas de erosión	En el SAR se identificaron tres tipos de suelo el Leptosol que domina en el SAR y Área del Proyecto, Feozem y Solonchack que se distribuye de forma limitada al noroeste. En la mayor parte de la superficie los suelos presentan textura gruesa.  En el SAR se registra principalmente una degradación ligera del suelo por el desarrollo de las actividades agrícolas y el sobrepastoreo, hacia el norte se registra una degradación fuerte por la deforestación y la remoción de la vegetación. En el SAR no se presenta erosión hídrica ya que es una llanura donde prácticamente no existen pendientes y la mayor parte de la superficie presenta cobertura vegetal, es probable que se presente erosión ligera para las áreas ocupadas por actividades agrícolas o áreas sin vegetación.

Componente ambiental	Indicador	Estado actual
Suelos	Problemas de contaminación	En el SAR se registra la contaminación del suelo por el depósito de residuos sólidos en sitios no autorizados, así como descargas de aguas residuales
<b>Sistema biótico</b>		
Vegetación	Superficie desmontada	En el SAR predominan los ecosistemas naturales abarcan aproximadamente el 80.54% (18,442.93 ha), constituidos principalmente por vegetación secundaria de selvas bajas espinosas y caducifolias, los ecosistemas modificados ocupan el 8.5% (1,947.93 ha) y los ecosistemas artificiales representan el 10.95% (2,508.28 ha). La superficie desmontada en el Área de Influencia es de 109.63 ha que representan el 14.92%, en el Área del Proyecto no existe área desmontada.
	Fragmentación	En el SAR y Área de Influencia la fragmentación de la selva se ha dado principalmente por el crecimiento de las zonas urbanas y la construcción de infraestructura vial y eléctrica. En el Área del Proyecto la fragmentación registrada se debe a las líneas eléctricas existentes.
	Riqueza de especies	De acuerdo a los resultados obtenidos en los trabajos de campo, a la revisión bibliográfica y de herbario, en total en el SAR potencialmente se pueden registrar 187 especies distribuidas en 58 familias. Cabe destacar que las especies registradas en el Área del Proyecto son muy comunes a la Península de Yucatán y además algunas de ellas son pioneras de ecosistemas impactados.
Especies vegetales en estatus de conservación	Presencia/ausencia	En el Área del Proyecto se registraron cuatro especies en estatus de conservación, dos amenazadas y dos en protección especial. Las especies son: <i>Mammillaria gaumeri</i> (k'iix pak' am, pool mis), <i>Pterocereus gaumeri</i> (Kanzacam), <i>Guaiacum sanctum</i> (Guayacán) y <i>Beucarnea pliabilis</i> (Despeinada, sollate). Además de otras dos especies relevantes para la conservación: <i>Pilosocereus gaumeri</i> (tso'ots' pak'am, K'an chooch) y <i>Stenocereus leavigatus</i> (k'ulub).
Fauna	Calidad del hábitat	El SAR presenta una calidad regular del hábitat para la fauna, ya que, aunque la mayor parte de su superficie presenta cobertura vegetal ésta se encuentra fragmentada por la infraestructura eléctrica, vial y el desarrollo urbano.
	Riqueza de especies	De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, se encontró que el número de especies de fauna con una distribución potencial en el SAR, fue de 384 especies, distribuidas en 33 órdenes y 92 familias, siendo el grupo de aves el que presenta el mayor número de especies con 267, seguido por los reptiles con 64, mamíferos con 40 y anfibios con 13. Como resultado de los muestreos realizados en el Área del Proyecto, se registraron un total de 106 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 49 familias y 20 órdenes. El grupo más representativo fue el de las aves con 72 especies registradas en campo, seguido de los reptiles con 15 especies, los mamíferos con 13 especies y finalmente los anfibios con 6 especies.

Componente ambiental	Indicador	Estado actual
Especies de fauna en estatus de conservación	Presencia/ausencia	<p>Durante los trabajos de campo realizados, se registraron 14 especies en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 8 se encuentran en la categoría de protección especial, 3 amenazadas y 3 en peligro de extinción.</p> <p>Reptiles: <i>Laemanctus serratus</i> (lemancto coronado), <i>Coleonyx elegans</i> (cuija yucateca), <i>Ctenosaura similis</i> (iguana gris) y <i>Agkistrodon russeolus</i> (cantil yucateca).</p> <p>Aves: <i>Dactylortyx thoracicus</i> (codorniz silbadora), <i>Meleagris ocellata</i> (pavo ocelado), <i>Buteogallus anthracinus</i> (aguililla negra menor), <i>Doricha eliza</i> (colibrí cola hendida), <i>Eupsittula nana</i> (perico pecho sucio), <i>Vireo pallens</i> (vireo manglero), <i>Campylorhynchus yucatanicus</i> (matraca yucateca), <i>Passerina ciris</i> (colorín sietecolores).</p> <p>Mamíferos: <i>Puma yagouaroundi</i> (jaguarundi, leoncillo), <i>Panthera onca</i> (jaguar).</p>
<b>Sistema socioeconómico</b>		
Paisaje	Calidad	<p>El paisaje del SAR presenta una calidad media, debido a que si bien la mayor parte de la superficie presenta cobertura vegetal está es de carácter secundario y en su mayoría predomina el estrato arbustivo y herbáceo.</p> <p>El paisaje natural ha sido fragmentado por la construcción de vialidades e infraestructura eléctrica así como por el desarrollo urbano.</p>
Demografía	Tasa de crecimiento	<p>El SAR abarca parcialmente a cinco municipios: Progreso, Mérida, Conkal, Chicxulub Pueblo e Ixil. La tasa de crecimiento ha sido positiva durante el periodo de 1990-2010 en los cinco municipios, los que presentaron mayor crecimiento fueron los municipios de Mérida, Conkal y Progreso.</p>
Calidad de vida de la población	Índice de Marginación	<p>De acuerdo a la Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el 2010, el Municipio de Progreso en donde se llevará a cabo el Proyecto, registró un índice de marginación bajo al igual que el municipio de Conkal, mientras que el municipio de Mérida la marginación es muy baja y en el municipio Chicxulub Pueblo tuvo una marginación media.</p> <p>Los indicadores que presentan mayor rezago es el nivel de ingreso ya que todos los municipios que integran el SAR, más del 40% de su población ocupada tienen un ingreso de hasta 2 salarios mínimos. En la siguiente tabla se presentan los valores para cada uno de los indicadores que integran el índice de marginación.</p>
Actividades productivas	Superficie dedicada a actividades agropecuarias	<p>En el SAR se registran 1,244.01 ha ( 5.43%) dedicadas a las actividades agrícolas y 27.88 ha (0.12%) con pastizales. En el Área de Influencia y Área del Proyecto no se realizan actividades agropecuarias.</p>

Componente ambiental	Indicador	Estado actual
Factores socioculturales	Presencia o ausencia de sitios con valor cultural o histórico	En el Estado de Yucatán incluyendo el SAR existe un gran número de vestigios arqueológicos registrados por el Centro INAH Yucatán. El Área del Proyecto NO se observaron vestigios arqueológicos y se cuenta un oficio de liberación del predio por parte del INAH.
Infraestructura	Vial	La infraestructura vial está representada principalmente por la carretera federal No.261 Mérida-Progreso, así como caminos secundarios y veredas. En el Área del Proyecto existen camino y veredas para dar el mantenimiento de la línea de alta tensión de CFE.
	Eléctrica	Actualmente en el SAR no existen operando parques solares fotovoltaicos a pesar de ser un área con alta radiación solar. La infraestructura eléctrica está constituida por la SE San Ignacio y varias líneas de alta tensión de CFE.

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

## CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....	4
V.1. Descripción de la metodología aplicada.....	4
V.2. Identificación de las interacciones .....	6
V.2.1. Identificación de las actividades del proyecto .....	7
V.2.2. Identificación de los componentes ambientales.....	9
V.2.2. Construcción de la matriz de interacciones.....	10
V.2.3. Descripción de las interacciones identificadas .....	14
V.2.4. Criterios para la Evaluación de los impactos ambientales .....	20
V.2.5. Evaluación de los impactos ambientales.....	23
V.3 Caracterización de los impactos .....	28
V.3.1 Modificación del microclima .....	28
V.3.2 Contribución al cambio climático .....	28
V.3.3. Modificación de la calidad del aire .....	29
V.3.4. Modificación de la calidad acústica .....	30
V.3.5. Modificación de la topografía.....	30
V.3.6. Modificación de las características fisicoquímicas del suelo .....	30
V.3.7. Modificación del patrón de drenaje .....	31
V.3.8. Modificación de las características fisicoquímicas del agua superficial .....	32
V.3.9. Disminución de la superficie de recarga del acuífero .....	32
V.3.10 Modificación de las características fisicoquímicas del acuífero .....	32
V.3.11 Disminución de la cobertura vegetal .....	33
V.3.12 Modificación de la distribución y abundancia de las especies vegetales .....	35
V.3.13. Modificación de la distribución y abundancia de las especies vegetales en estatus de conservación .....	37
V.3.14. Afectación al hábitat de las especies de fauna silvestre .....	38
V.3.15. Modificación de la distribución y abundancia de las especies de anfibios y reptiles .....	39
V.3.16. Modificación de la distribución y abundancia de las especies de aves .....	42
V.3.17. Modificación de la distribución y abundancia de las especies de mamíferos .....	45
V.3.18. Modificación de la distribución y abundancia de las especies de fauna silvestre en estatus de conservación .....	47
V.3.19 Disminución de la calidad del paisaje .....	50
V.3.20 Incremento de la calidad de vida .....	50
V.3.21 Modificación del flujo vehicular.....	51
V.3.22 Afectación a las actividades productivas .....	52
V.3.23 Fortalecimiento de la infraestructura para la generación de energía eléctrica .....	52
V.4. Impactos residuales .....	53



V.5. Impactos acumulativos .....	53
V.6. Conclusiones.....	54

## TABLAS

Tabla V.1 Descripción de las técnicas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales.....	4
Tabla V.2. Síntesis de la metodología aplicada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que generará el Proyecto.....	5
Tabla V.3. Actividades del Proyecto que pueden generar algún impacto ambiental. ....	7
Tabla V.4 Lista de componentes ambientales que podrían verse afectados por la ejecución del Proyecto.....	9
Tabla V.5. Total de interacciones identificadas.....	10
Tabla V.6. Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio abiótico. ....	11
Tabla V.7. Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio biótico. ....	12
Tabla V.8. Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio socioeconómico. ....	13
Tabla V.9 Identificación de las interacciones identificadas.....	14
Tabla V.10. Criterios básicos.....	20
Tabla V.11. Valores para los criterios básicos y complementarios de Evaluación.....	21
Tabla V.12. Escala considerada para la asignación de valores de los criterios básicos para la evaluación de los impactos identificados para el Proyecto. ....	21
Tabla V.13 Criterios complementarios.....	22
Tabla V.14 Fórmulas aplicadas para obtener el valor de los criterios. ....	22
Tabla V.15 Clases de significancia de acuerdo a lo valores de significancia. ....	23
Tabla V.16. Total de Impactos evaluados.....	24
Tabla V.17. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio abiótico. ....	25
Tabla V.18. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio biótico. ....	26
Tabla V.19. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio socioeconómico. ....	27
Tabla V.20 Número de equipo que se requerirá para la preparación del sitio y construcción.....	29
Tabla V.21. Superficie de los usos del suelo y vegetación del SAR. ....	33
Tabla V.22 Estimación de densidades y número de individuos a afectar por el desmonte para las especies registradas en el Área del Proyecto. ....	35
Tabla V.23 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies relevantes para la conservación.....	37
Tabla V.24 No de individuos estimados por especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	37
Tabla V.25 Número de especies con distribución en el Área del Proyecto.....	38
Tabla V.26 Descripción de los impactos a las especies de anfibios y reptiles registrados.....	41
Tabla V.27 Estimación del número de individuos por especie que serán afectadas por el Proyecto.....	43
Tabla V.28 Especies de mamíferos registrados durante el trabajo de campo. ....	46
Tabla V.29 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 registrados durante los trabajos de campo.....	47

Tabla V.30 Descripción de los impactos sobre las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. .... 48

Tabla V.31 Requerimientos de personal durante la etapa de preparación del sitio y construcción. .... 50

Tabla V.32 Requerimientos de personal durante la etapa de operación y mantenimiento.....51

Tabla V.33 Número de viajes que se requerirán para la preparación del sitio y construcción.....51

## FIGURAS

Figura V.1 Ubicación de la distribución de los tipos de vegetación herbácea y arbustiva que será afectada por el Proyecto. .... 34

Figura V.2 Crecimiento medio anual de la demanda máxima bruta por área en %. .... 52

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

Existen numerosas técnicas para identificar e interpretar impactos ambientales, dentro de las cuales destacan las siguientes: métodos ad hoc, lista de verificación, redes, sobreposición de mapas, diagramas conceptuales y matrices.

**Tabla V.1 Descripción de las técnicas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales.**

Técnica	Descripción
Métodos ad hoc	Proporcionan una orientación mínima a la evaluación de impacto más allá de lo que sugiere como amplias zonas de posibles impactos (por ejemplo, impactos sobre la flora y fauna, impactos en un ecosistema por ejemplo un bosque un lago, etc.) en vez de definir parámetros específicos a ser investigados.
Lista de verificación	Se basa en presentar una lista específica de parámetros ambientales para que se investiguen los posibles impactos, pero no requieren el establecimiento de los vínculos causa-efecto directamente de las actividades de los proyectos. Éstos pueden o no incluir las pautas de cómo medir e interpretar los datos de los parámetros.
Redes	Se desarrollan a partir de una lista de las actividades del proyecto para establecer las relaciones causa-estado-efecto. Son un intento por reconocer una serie de impactos que pueden desencadenarse por una acción del proyecto. Estos métodos definen por lo común un conjunto de posibles redes y permiten identificar los impactos, la selección de acciones y el seguimiento del proyecto correspondiente.
Sobreposición de mapas	Estos mapas se basan en un conjunto de mapas de características ambientales (clima, geología, tipos de suelos, vegetación, etc.). Estos mapas se superponen con el proyecto para identificar espacialmente el impacto.
Matrices	Se desarrolla una lista de las actividades del proyecto y otra de los componentes ambientales potencialmente impactables. Estas dos listas se relacionan en una matriz que identifican relaciones causa-efecto.

Fuente: Jonathan, F.L. 2015. Evaluación del impacto ambiental

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales generados por este Proyecto se eligió el método de matrices que incorporan el uso de indicadores del impacto a través de sistemas de ponderación, esto permite no solo establecer la relación entre las actividades del proyecto y los factores ambientales sino evaluar la magnitud del impacto.

### V.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA APLICADA

En este trabajo se utilizó la metodología elaborada por Bojorquez-Tapia et al, 1998 que consiste en elaborar una matriz de interacción entre las actividades del proyecto que podrían generar un impacto (columnas) sobre los componentes ambientales (renglones). Cada impacto es evaluado a través de índices. En la Tabla V.2 se sintetiza la metodología aplicada. En cada apartado se hace una descripción detallada de cómo se aplicó la metodología a este Proyecto.

**Tabla V.2. Síntesis de la metodología aplicada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que generará el Proyecto.**

Actividad	Descripción
Identificación de las interacciones	Se hace el listado de las actividades que contempla la ejecución del Proyecto en todas sus etapas (Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento), posteriormente se hace el listado de los componentes ambientales (clima, suelo, geología, geomorfología, vegetación, fauna, etc), que pudieran ser afectados por alguna de las actividades del Proyecto.
Construcción de la matriz de interacciones	Se construye la matriz de doble entrada en donde las columnas son las actividades del Proyecto y se clasifican por etapa de ejecución. Los renglones estarán constituidos por los componentes ambientales y se agrupan por sistema (abiótico, biótico y socioeconómico).  Finalmente se identifican las interacciones entre actividades del Proyecto y componentes ambientales y se obtiene una matriz de interacción.
Descripción de las interacciones e identificación de los impactos ambientales	Una vez que se obtiene la matriz de interacciones se describen las interacciones entre las actividades del Proyecto con los componentes ambientales y que sirven de base posteriormente para la identificación de los impactos ambientales.
Evaluación de los impactos ambientales	Se evalúa cada una de las interacciones identificadas entre las actividades del Proyecto y los componentes ambientales.  En la evaluación, se asume que cualquier impacto tiene, al menos, carácter, magnitud, extensión y duración, por lo que estos se consideran como criterios básicos y son indispensables para definir las características directas e inmediatas.  Además, existen cuatro criterios complementarios: sinergia, acumulación, controversia y mitigación. Se definen como aquellos que toman en cuenta las relaciones de orden superior entre impactos y pueden no existir.  Una vez calificados los criterios básicos y en su caso los criterios complementarios, se procede al cálculo de los índices y la clasificación de los impactos en bajos, moderados, altos y muy altos.
Caracterización de los impactos	Una vez aplicada la metodología se hace una descripción de los impactos encontrados y se hace énfasis en los impactos que obtuvieron la significancia más alta.

A continuación, se describen paso a paso los resultados de la metodología aplicada.

## V.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS INTERACCIONES

Se realizó un listado tanto de las actividades del Proyecto como de los factores ambientales que pudieran ser afectados. Para la identificación de las actividades del Proyecto que pudieran tener un impacto directo o indirecto sobre el ambiente, se consideraron los siguientes aspectos:

- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que implican un deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre la infraestructura
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural

Para las acciones a realizar en la ejecución del Proyecto se consideraron las tres etapas:

- Etapa de preparación del sitio
- Etapa de construcción
- Etapa de operación y mantenimiento

**No se contempla abandono del sitio del Proyecto** ya que por el tiempo de vida útil del Proyecto se esperarán mejoras continuas en tecnología y técnicas para el desmantelamiento de la infraestructura o ampliación de tiempo de vida útil, por lo que proponer un Plan o Programa de Abandono del Sitio no es viable por el momento.

Algunas de las actividades identificadas forman parte de una actividad general, por ejemplo la contratación de personal, sin embargo se colocan como una actividad independiente, siendo que los principales impactos directos o indirectos que generan actúan en diferentes componentes del entorno, por otra parte, considerar actividades repetitivas (por ejemplo: la contratación de personal es necesaria para cada actividad del proceso constructivo, mientras que el desmonte es efectuado para varias obras como la construcción del camino de acceso, vialidades internas, estación de switcheo, edificio de control, edificio de operación y mantenimiento, línea de distribución y el mismo parque fotovoltaico) como parte del impacto de cada una de las actividades en donde se requiere, diluye su valor de importancia durante la evaluación del impacto ocasionado.

De igual manera, se consideró como una actividad independiente el uso de maquinaria pesada, ya que tiene interacciones específicas y exclusivas con algunos componentes ambientales como son la calidad del aire y el ruido.

### V.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

En total se identificaron **dieciocho actividades** que podrían afectar a los componentes ambientales; siete se realizarán durante la etapa de preparación del sitio; siete en la etapa de construcción; y cuatro en la etapa de operación y mantenimiento. A continuación, se presenta el listado y descripción de que cada una las actividades que se llevarán a cabo para la Preparación del Sitio, Construcción y Operación del Proyecto.

**Tabla V.3. Actividades del Proyecto que pueden generar algún impacto ambiental.**

Actividad	Descripción de la metodología
<b>Preparación del sitio</b>	
1. Arrendamiento o servidumbre de paso	Consiste en firmar los contratos de arrendamiento de los terrenos o servidumbre de paso en donde se llevará a cabo el Proyecto.
2. Trazo y delimitación	El trazo es básicamente la señalización de los vértices de las áreas donde se construirá el Proyecto. Se realizará por medio de estacas de madera e hilos o cinta de seguridad.
3. Contratación de personal	Esta actividad además de la contratación de trabajadores, comprende la estancia de los trabajadores (generación de aguas residuales, residuos sólidos, etc.) durante la jornada de trabajo en el área donde se llevará a cabo el Proyecto. Durante la Preparación del sitio y construcción se contratarán 233 trabajadores.
4. Uso de maquinaria y equipo	En este concepto se incluye no solo el uso de la maquinaria sino también su traslado al sitio de construcción. Si bien en la mayoría de las actividades del Proyecto se utiliza la maquinaria pesada, ésta se consideró como una actividad independiente por tener afectaciones directas en algunos componentes ambientales, como son la calidad del aire, el ruido, contaminación del suelo, etc.
5. Instalaciones temporales	Durante la construcción del Proyecto se tiene contemplado oficinas, área de sanitarios, comedor, estacionamiento, área de acopio, zona de generadores, zona de abastecimiento de combustible, área de almacenamiento de residuos, estas instalaciones serán retirados una vez que se complete la etapa de Preparación del sitio y construcción.
6. Desmonte	Esta actividad consiste en la eliminación de la cubierta vegetal. Se hará de forma direccional.
7. Despalse	Es la remoción de la capa superficial del terreno natural, eliminando el material que se considera inadecuado para la construcción, esto se llevará a cabo en las áreas donde se ejecutará el Proyecto.
<b>Construcción</b>	
8. Movimiento de tierras	Incluye las nivelaciones, relleno del terreno que se realizarán de acuerdo a cotas de nivel y dimensiones establecidas en los planos de Proyecto. Además de la compactación que incrementará la resistencia, reducirá la deformabilidad y permeabilidad de los materiales.  Se integra en este concepto, las excavaciones para las cimentaciones de las siguientes instalaciones: estación de switcheo, edificio de control, edificio de operación y mantenimiento, tanque séptico, postes de la línea de distribución, así como postes para la cerca perimetral y estaciones de poder. También se requiere hacer excavaciones para las zanjas para la instalación del cableado eléctrico subterráneo, así como para la instalación de las estructuras para el montaje de los paneles fotovoltaicos.
9. Transporte y acarreo de materiales y equipo	Incluye la adquisición y transporte de equipo, materiales e insumos que se

Actividad	Descripción de la metodología
	requieren para la construcción del Proyecto.
10. Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	Incluye el hincado y montaje de estructuras y paneles fotovoltaicos, así como de las instalaciones de las estaciones de poder con los inversores y transformadores.
11. Estación de switcheo e instalaciones auxiliares	Incluye la construcción de la estación de switcheo y las instalaciones auxiliares, edificio de control, edificio de operación y mantenimiento, tanque séptico y depósito de agua, así como la instalación del sistema de seguridad para control, vigilancia y detección de situaciones de alarma el cual estará conectado a un sistema de alarma remota y al activarse personal de la empresa ira al lugar.  Se integra a este concepto la instalación de la cerca perimetral de malla metálica galvanizada de 2 metros de altura libre con postes de acero galvanizado.
12. Vialidades internas	Las vialidades internas darán acceso a las cinco estaciones de poder, tendrán un ancho de 3.5 m y en total ocuparán una superficie de <b>1.92 ha</b> y esta será de terracería.
13. Línea de distribución	Incluye las actividades de colocación de los postes de concreto, tendido y tensado del cable y las conexiones necesarias.
14. Camino de acceso	En este concepto solo se incluye la construcción del camino de acceso que no cuenta con autorización en materia de impacto ambiental y que ocupará una superficie total de <b>0.30 ha</b> y esta será impermeable. Incluye el tendido de sub-base, base y carpeta asfáltica.
<b>Operación y mantenimiento</b>	
15. Contratación de personal	Esta actividad además de la contratación de personal, comprende la estancia de los trabajadores durante la jornada de trabajo (generación de aguas residuales, residuos sólidos, etc.). Durante la etapa de operación y mantenimiento se contratarán 14 trabajadores, de los cuáles, 8 serán empleos permanentes y 6 temporales.
16. Operación y Mantenimiento del Parque Fotovoltaico	Incluye la generación en el día de energía eléctrica en corriente continua, en una cantidad directamente proporcional a la radiación solar existente. Durante la noche los inversores dejarán de inyectar energía a la red y se mantendrá en estado <i>stand-by</i> con el objetivo de minimizar el autoconsumo del parque.  Otra actividad que se integra, son las pruebas que se realizarán para evitar accidentes propios de instalaciones que trabajan con corriente continua, así como las labores de mantenimiento del parque fotovoltaico, que consiste en limpieza de los paneles solares.
17. Operación y Mantenimiento de la línea de distribución	Se realizarán las podas a lo largo de la trayectoria de la línea de distribución, solo en caso de que la vegetación interfiera con el cableado y pongan en riesgo la operación segura de la línea.  Se harán inspecciones periódicas para verificar que todos los elementos que conforman la línea de distribución se encuentren en condiciones óptimas y en caso contrario proceder a su sustitución en caso necesario.
18. Operación y mantenimiento del camino de acceso	Incluye el uso del camino por parte de los 14 trabajadores así como el mantenimiento que se requiere para mantenerlo en condiciones seguras de tránsito.

## V.2.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

Se identificaron 23 componentes ambientales que serán modificados de forma positiva o negativa por las acciones del Proyecto, en sus sucesivas fases (Preparación del Sitio, Construcción y Operación).

Los componentes ambientales son representativos del entorno afectado, relevantes, excluyentes (que no sean redundantes), de fácil identificación y cuantificación en la medida de lo posible se agruparon en tres: sistema abiótico, biótico y socioeconómico.

**Tabla V.4 Lista de componentes ambientales que podrían verse afectados por la ejecución del Proyecto.**

Componente ambiental		Afectación potencial
Abiótico	Clima	1. Modificación del microclima por variaciones de precipitación y temperatura.
		2. Cambio climático por la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) o por la eliminación de la vegetación que funciona como sumidero o zona de captura de CO <sub>2</sub> .
	Aire	3. Alteración de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión y por polvos.
		4. Generación de ruido en dB (A) en las áreas de trabajo y hacia las áreas colindantes.
	Relieve	5. Cambios en el relieve por rellenos y nivelaciones.
	Suelo	6. Características físicas (condiciones en la estructura del suelo (por ejemplo, compactación, erosión) y químicas (contaminación del suelo).
	Hidrología superficial	7. Modificación del patrón de drenaje o escurrimiento.
8. Modificación de la calidad del agua (características fisicoquímicas).		
Hidrología subterránea	9. Disminución de la superficie de infiltración al acuífero	
	10. Contaminación del agua subterránea	
Biótico	Vegetación	11. Disminución de la cobertura.
		12. Modificación de la abundancia y distribución de las especies vegetales.
		13. Afectación a especies de flora en estatus de conservación.
	Fauna	14. Modificación del hábitat de las especies de fauna
		15. Modificación de la abundancia y distribución de las especies de anfibios y reptiles.
		16. Modificación de la abundancia y distribución de las especies de aves.
		17. Modificación de la abundancia y distribución de las especies de mamíferos.
		18. Afectación de especies de fauna silvestre en estatus de conservación.
Socioeconómico	Paisaje	19. Disminución de la calidad paisajística.
	Población	20. Variación en la calidad de vida de la población.



Componente ambiental		Afectación potencial
	Economía local	21. Afectación a las actividades productivas.
	Infraestructura	22. Afectación al flujo vehicular de la carretera federal 261 Mérida-Progreso por el tránsito de los camiones que se requieren para el transporte materiales, insumos, residuos vegetales, así como el ingreso al Área del Proyecto.
		23. Incremento en la infraestructura para la generación de energía eléctrica.

### V.2.2. CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INTERACCIONES.

La matriz de interacciones se construyó a partir de 23 renglones que conforman los componentes ambientales del medio abiótico, biótico y socioeconómico que potencialmente serán afectados por 18 actividades del Proyecto que se llevarán a cabo en las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento del Proyecto.

Se identificaron un total de 101 interacciones, de las cuales, 38 se presentan en el medio abiótico, 39 en el medio biótico y 24 en el medio socioeconómico. A continuación, se presentan las matrices de interacciones para el medio abiótico, biótico y socioeconómico.

**Tabla V.5. Total de interacciones identificadas.**

Medio	Preparación del Sitio	Construcción	Operación y Mantenimiento	Total
Abiótico	22	15	1	38
Biótico	21	9	9	39
Socioeconómico	9	8	7	24
Total	52	32	17	101

Tabla V.6. Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio abiótico.

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción					Operación y mantenimiento					
			Arrendamiento o servidumbre de paso	Trazo y delimitación	Contratación de personal	Uso de maquinaria y equipo	Instalaciones temporales	Desmonte	Despalme	Movimiento de tierras	Transporte y acarreo de materiales y equipo	Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	Estación de switcheo e Instalaciones auxiliares	Vialidades internas	Camino de acceso	Línea de distribución	Contratación de personal	Operación y mantenimiento del Parque Fotovoltaico	Operación y mantenimiento de la línea de distribución	Operación y mantenimiento del camino de acceso
Sistema abiótico	Clima	Microclima																		
		Cambio climático																		
	Aire	Calidad del aire																		
		Calidad acústica																		
	Relieve	Topografía																		
	Suelo	Características fisicoquímicas																		
	Hidrología superficial	Patrón de drenaje																		
		Características fisicoquímicas del agua superficial																		
	Hidrología subterránea	Superficie de infiltración y volumen																		
		Características fisicoquímicas del agua subterránea																		

Tabla V.7. Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio biótico.

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción							Operación y mantenimiento			
			Arrendamiento o servidumbre de paso	Trazo y delimitación	Contratación de personal	Uso de maquinaria y equipo	Instalaciones temporales	Desmonte	Despalme	Movimiento de tierras	Transporte y acarreo de materiales y equipo	Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	Estación de switcheo e Instalaciones auxiliares	Vialidades internas	Camino de acceso	Línea de distribución	Contratación de personal	Operación y mantenimiento del Parque Fotovoltaico	Operación y mantenimiento de la línea de distribución	Operación y mantenimiento del camino de acceso
Sistema biótico	Vegetación	Cobertura vegetal																		
		Distribución y abundancia de las especies																		
		Especies en estatus de conservación																		
	Fauna	Hábitat																		
		Distribución y abundancia de anfibios y reptiles																		
		Distribución y abundancia de aves																		
		Distribución y abundancia de mamíferos																		
		Especies de fauna en estatus de conservación																		

**Tabla V.8. Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio socioeconómico.**

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción						Operación y mantenimiento			
			Arrendamiento o servidumbre de paso	Trazo y delimitación	Contratación de personal	Uso de maquinaria y equipo	Instalaciones temporales	Desmante	Despalme	Movimiento de tierras	Transporte y acarreo de materiales y equipo	Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	Instalaciones auxiliares	Vialidades internas	Camino de acceso	Línea de distribución	Contratación de personal	Operación y mantenimiento del Parque Fotovoltaico	Operación y mantenimiento de la línea de distribución
Sistema socioeconómico	Paisaje	Calidad																	
	Población	Calidad de vida																	
		Flujo vehicular																	
	Economía local	Actividades productivas																	
	Infraestructura	Eléctrica																	

### V.2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS INTERACCIONES IDENTIFICADAS

En la siguiente tabla, se presenta la descripción de las interacciones identificadas en las matrices que se mostraron en las páginas anteriores.

**Tabla V.9 Identificación de las interacciones identificadas.**

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
<b>Etapa preparación del sitio</b>	
Arrendamiento	La calidad de vida del dueño del predio y su familia se incrementará, derivado del pago de arrendamiento.
Trazo y delimitación	El trazo y delimitación de las áreas permitirá que se respeten las áreas en donde se desarrollarán los diferentes componentes del proyecto evitando que otras áreas sean afectadas por desmonte, despalme, nivelación, excavación, y garantizando la integridad de las áreas de conservación.
Contratación de personal	Se consideró que esta actividad no solo contempla la contratación de personal, sino también la estancia de los trabajadores en el área donde se llevará a cabo el Proyecto durante las jornadas de trabajo y mientras se realiza la construcción del mismo. El Proyecto contratará a 233 trabajadores que durante su estancia generarán ruido.
	Lo residuos sólidos generados durante la estancia de los trabajadores, los cuales si no reciben un manejo adecuado podrían contaminar el suelo.
	Existe la posibilidad de que los trabajadores extraigan especies vegetales en estatus de conservación que son atractivas como especies comerciales o de ornato como las cactáceas.
	La estancia de los trabajadores, podría perturbar a la fauna por el ruido, destrucción de nidos y madrigueras tanto de aves y mamíferos, así como también es frecuente que el personal se sienta amenazado por serpientes y víboras, lo cual podría resultar en su eliminación, independientemente de que sean o no venenosas, modificando así la distribución y la abundancia de estos reptiles. Así como especies que pudiese estar en estatus de conservación.
	Por otro lado, durante la Preparación del Sitio se generarán 233 empleos que se verán reflejados en la calidad de vida de los trabajadores sobre todo para aquellos de localidades cercanas.
Uso de maquinaria pesada	El uso de la maquinaria pesada incrementará los niveles de emisiones de partículas y gases de combustión que afectarían la calidad del aire.
	El ruido que se produce al operar la maquinaria, generan entre 85 y 110 dB, que podría molestar a los habitantes de

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
	las localidades cercanas durante las horas laborales y ahuyentará a la fauna de las áreas inmediatas donde se estén realizando las obras.
	El riesgo de contaminación del suelo por el derrame de gasolina, aceites y grasas, siempre existe cuando se utiliza este tipo de maquinaria.
	De igual forma por el derrame de estas sustancias se podría contaminar los escurrimientos superficiales intermitentes modificando las características fisicoquímicas del agua superficial en temporadas de lluvias.
	La inadecuada operación del manejo de la maquinaria pesada podría invadir zonas fuera del Área del Proyecto, afectando a la distribución y abundancia de las especies vegetales, incluyendo las que se encuentran en la NOM-059-2010.
	El uso de maquinaria pesada, provoca de manera directa la destrucción de madrigueras y nidos subterráneos de anfibios y reptiles, afectando al hábitat.
	El tránsito de la maquinaria podría a atropellar a las especies de lento desplazamiento, por lo que también generaría un impacto sobre la abundancia de estas especies. Principalmente anfibios, reptiles y pequeños mamíferos de lento desplazamiento y/o que recorren distancias cortas. Y que a su vez puedan pertenecer al grupo de especies en estatus por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	La maquinaria pesada disminuirá la calidad del paisaje junto con el almacenamiento de materiales y equipo, aunque de manera temporal.
	La maquinaria pesada deberá ser trasladada al Área del Proyecto lo que generará tráfico vehicular sobre la carretera federal No. 261 Mérida-Progreso
Instalaciones temporales	El almacenamiento de materiales granulares o el suelo fértil, y el movimiento de tierra podría provocar emisiones a la atmósfera por la dispersión de partículas por el viento.
	Siempre existe el riesgo de contaminación local del suelo por el mal manejo, tanto de los materiales que se almacenan, como por la disposición inadecuada de los residuos que se generan como son grasas y aceites.
	Derivado del mal manejo de los residuos y posibles derrames de aceites, grasas o combustibles; podría contaminar el suelo que a su vez afectaría a los escurrimientos superficiales intermitentes y al agua subterránea.
	Se tiene contemplado el uso de un geotextil en el área de almacenamiento de residuos para disminuir el riesgo de contaminación del agua, en esta área temporalmente no habrá infiltración del agua hacia el acuífero.
	La introducción de elementos artificiales como las instalaciones temporales disminuirá la calidad del paisaje, aunque de forma temporal.

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
	<p>Proporcionar los servicios para los trabajadores, como área de comedor, servicios sanitarios contribuirá a la calidad de vida de los trabajadores durante las jornadas de trabajo y esta demanda de servicios también se traducirá en beneficios en la economía local.</p>
Desmante	<p>Esta actividad implica la eliminación de la cubierta vegetal, constituida principalmente por vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja espinosa caducifolia en diferentes grados de conservación, esto podrá generar un cambio en el microclima, por el incremento de la temperatura debido a mayor exposición solar, esto será temporal durante la Preparación del Sitio y Construcción.</p>
	<p>El desmante de la vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja espinosa caducifolia provocará la disminución de la captura de carbón.</p>
	<p>Durante el desmante habrá emisiones de polvos y por el empleo de maquinaria pesada emisiones por gases de combustión que disminuirán la calidad del aire en el Área del Proyecto, aunque esto será temporal.</p>
	<p>Con la realización del desmante propiciara un cambio a las características fisicoquímicas del suelo.</p>
	<p>Provocará una disminución de la cobertura vegetal</p>
	<p>Afectará la distribución y abundancia de las especies vegetales. También afectará al banco de semillas, al eliminar individuos maduros y por la eliminación de la capa superficial de suelo.</p>
	<p>Los impactos a la distribución y abundancia de las especies vegetales incluyen a las que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>
	<p>La eliminación de la cobertura vegetal, resulta de manera directa en la pérdida de hábitat para la fauna donde se incluyen: madrigueras, sitios de anidación, alimentación, reproducción y refugio de los diferentes grupos de vertebrados.</p>
	<p>La pérdida de hábitat ocasionará el desplazamiento de la fauna, modificando la distribución y abundancia de las especies de vertebrados (reptiles, anfibios, aves y mamíferos) que se sitúan en el Área del Proyecto.</p>
<p>La pérdida de hábitat también afectará a las especies de fauna terrestre que se encuentran en estatus de conservación, según la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	
<p>La calidad del paisaje disminuirá debido a la pérdida de cobertura vegetal.</p>	
Despalme	<p>Durante el despalme habrá emisiones de polvo por el movimiento de tierras y por el empleo de maquinaria pesada, esto será puntual y temporal.</p>
	<p>Se perderá el suelo fértil al mezclarlo con el material inerte que se encuentra en las capas más profundas y con material proveniente de banco, Por lo que se modificarían las características fisicoquímicas del suelo.</p>

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
	El despalme tendrá efectos sobre la distribución y abundancia de las especies vegetales al perderse el banco de semillas que se encuentra en el suelo fértil o capa orgánica.
<b>Etapas de Construcción</b>	
Movimiento de tierras	Habrá emisiones de partículas por las nivelaciones, excavaciones, compactaciones, etc., por lo que se afectará a la calidad del aire
	Se generarán cambios mínimos en la topografía en caso de que se requiera de realizar nivelaciones del terreno.
	Se modificarán las características del suelo al mezclar las diferentes capas del suelo y en algunos casos en donde se requiera con material de banco.
	Al modificar la topografía se modificará de forma puntual el patrón de drenaje.
Transporte y acarreo de materiales y equipo	En el transporte de materiales habrá emisiones a la atmósfera y con ello una generación de ruido por los camiones que serán utilizados.
	La mayor frecuencia de viajes que se realizarían incrementa la probabilidad de atropellamiento de fauna local como lo son anfibios, reptiles y mamíferos, principalmente sobre aquellos que se caracterizan por un desplazamiento más lento o que recorren distancias cortas. Al igual pueden verse involucrados algunos de estos individuos que pueden pertenecer a una especie en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Por la construcción del Proyecto se incrementará el flujo vehicular de la Carretera Federal No. 261 Mérida-Progreso, por lo que se incrementará el tráfico en esta vía de comunicación que podría afectar a los trabajadores que se dirigen hacia la localidad de Progreso.
	Para la construcción del Proyecto se adquirirán en la región la mayoría de los materiales e insumos, de igual forma se incrementará el consumo de algunos productos como son: gasolina, aceites, agua, etc., reflejándose en beneficios en la economía local.
Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	La instalación de los paneles fotovoltaicos proporcionará áreas con sombra por lo que se modificarán las características del microclima.
	La instalación de los paneles fotovoltaicos y todos sus componentes cambiarán el paisaje natural.
Estación de switcheo e instalaciones auxiliares	La construcción de la estación de switcheo y de las instalaciones auxiliares modificará el patrón de drenaje superficial.



Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
	La ocupación del espacio por las instalaciones superficiales no permitirá la infiltración del agua al acuífero, por lo que se disminuirá la superficie de recarga, aunque de forma mínima en comparación con toda el Área del Proyecto.
	Parte de las instalaciones auxiliares, está la cerca perimetral, está impedirá el paso de la fauna principalmente de mamíferos de tamaño mediano. Algunas de estas especies se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	La introducción de elementos artificiales como son las instalaciones auxiliares disminuirá la calidad del paisaje natural.
Línea de distribución	La instalación de los 19 postes y los cables, modificarán la calidad del paisaje natural que actualmente existe al introducir elementos artificiales.
Vialidades internas	Las vialidades internas modificarán la superficie y las características fisicoquímicas del suelo debido a que colocará material de banco para conformar las terracerías.
	Al colocar material de banco se disminuirá la infiltración del agua hacia el acuífero.
	La construcción de las vialidades internas contribuirán a la modificación del paisaje natural debido a que se requerirá el desmonte de vegetación natural y no se permitirá el crecimiento de la vegetación arbustiva y herbácea.
Camino de acceso	El camino de acceso modificará la superficie y las características fisicoquímicas del suelo debido a que contará con carpeta asfáltica.
	El camino de acceso no permitirá la infiltración del agua disminuyendo la superficie puntual para la infiltración del acuífero.
	La construcción del camino contribuirá a la modificación del paisaje natural debido a que se requerirá el desmonte de vegetación natural.
	El camino de acceso permitirá que exista un flujo continuo de los vehículos evitando que se estacionen sobre la carretera federal 261 Mérida-Progreso.
<b>Etapas de Operación y Mantenimiento</b>	
Contratación de personal	Se contratarán 14 personas (8 permanentes y 6 temporales) los cuáles generarán residuos durante su estancia, de no recibir un manejo y disposición adecuado podrían afectar a las características fisicoquímicas del suelo
	Existe el riesgo de que los trabajadores extraigan especies vegetales en estatus de conservación como las cactáceas afectando la distribución y abundancia de las especies.

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
	<p>La estancia de los trabajadores, podría perturbar a la fauna como a reptiles, aves y mamíferos además de que podrían sentirse amenazados por serpientes y víboras, lo cual podría resultar en su eliminación, independientemente de que sean o no venenosas, modificando así la distribución y la abundancia de las especies, algunas de las cuales están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Durante la Operación del Proyecto se generarán empleos que se verán reflejados en la calidad de vida de los 14 trabajadores.</p>
Operación y mantenimiento del Parque fotovoltaico	<p>Contribuirá a generar energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y se evitará la emisión de gases de efecto invernadero por la disminución del uso de combustibles fósiles como fuentes para la transformación a energía eléctrica, por lo que contribuye a mitigar el cambio climático.</p> <p>Proporcionar energía a través de fuentes renovables, se evita la emisión de gases de combustión que afectan la calidad del aire y propician al cambio climático, por lo que el fortalecimiento de la infraestructura para la generación de energía eléctrica aumentará la calidad de vida de las personas de manera directa.</p> <p>Permitirá la generación y la venta de 18 MW de energía solar fotovoltaica para CFE, contribuyendo con el aumento de la capacidad instalada a nivel nacional de la generación de energía eléctrica renovable y contribuir a satisfacer la demanda del Sistema Interconectado Peninsular, donde se localiza el Proyecto y que a su vez se conectará con el Sistema Eléctrico Nacional (SEN).</p>
Operación y mantenimiento de la línea de distribución	<p>El mantenimiento de la línea de distribución, consiste en podar a aquellos árboles que podrían interferir con el cableado, por lo que periódicamente se realizará esta poda disminuyendo la cobertura vegetal, y por lo tanto el hábitat de algunas especies de fauna, principalmente aves y reptiles.</p> <p>La calidad del paisaje se afectará por la poda de la vegetación que provocará cambios en el paisaje natural.</p> <p>La operación de la línea de distribución contribuye al fortalecimiento de la infraestructura para la generación de energía eléctrica.</p>
Operación y mantenimiento del camino de acceso	Se incrementará el riesgo de atropellamiento de la fauna de lento desplazamiento principalmente mamíferos y reptiles y que podrían incluir algunas especies de en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### V.2.4. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Se asume que cualquier impacto tiene, al menos, carácter, magnitud, extensión y duración, por lo que estos se consideran como criterios básicos y son indispensables para definir las características directas e inmediatas. A continuación, se definen cada uno de los criterios.

Tabla V.10. Criterios básicos.

Criterio	Descripción
Carácter	Puede ser adverso (-) o benéfico (+)
Magnitud	Intensidad del impacto en el sistema ambiental, que se evalúa si el componente ambiental resulta muy afectado o perturbado, o sufre un gran daño por la implementación del Proyecto, (lo que exige la superación de problemas técnicos de gran envergadura y en consecuencia aumenta los costos y disminuye la eficiencia y factibilidad del Proyecto); o el componente ambiental resulta relativamente perturbado, (esto origina dificultades técnicas pero no cuestiona la factibilidad técnica o económica del Proyecto); o el componente resulta poco modificado por la implementación del Proyecto, (causa pequeñas dificultades técnicas que no afectan en gran medida el presupuesto).
Extensión	Área de afectación del impacto con respecto al SAR. Este criterio se califica como local cuando el impacto afecta más allá del área afectada directamente por el Proyecto y puntual, cuando el impacto solo afecta el área en donde se presenta el impacto y no llega a afectar al área de influencia.
Duración	Temporalidad del impacto. Puede ser temporal cuando el impacto benéfico o negativo se disipa con el tiempo, permanente cuando continua a través del tiempo

En la asignación de valores a cada uno de criterios se tomó en consideración la cantidad y calidad de información que soporte la predicción, la probabilidad de ocurrencia del impacto, la incertidumbre de la predicción y la relación entre el impacto y los estándares que puedan existir en normas ambientales.

A cada uno de los **criterios** se les asignó un valor comprendido:

- **Criterios básicos:** rango de **1 a 9**.
- **Criterios complementarios:** rango de **0 a 9** (comienza en cero ya que pueden no existir).

Estos valores corresponden a expresiones relacionadas con el efecto de una actividad sobre el factor o componente ambiental.

En el caso de dos actividades que actúan sobre el mismo factor o componente ambiental y en la misma superficie, pero en diferente tiempo de ejecución, *la evaluación del impacto se realizó en la actividad que se ejecuta en primer término. Lo anterior no aplica en el caso que la segunda actividad provoque un impacto significativamente mayor que el primero.*

Cuando el equipo evaluador no llegó a conciliar el valor asignado a un criterio se asignó el máximo valor mencionado, con lo cual se disminuye la probabilidad de subestimar un impacto al considerar un impacto como significativo cuando falta evidencia de lo contrario.

La escala usada para asignar el valor a cada uno de los criterios (básicos y complementarios) fue la siguiente:

**Tabla V.11. Valores para los criterios básicos y complementarios de Evaluación.**

Valor ordinal	Valor nominal	Valor ordinal	Valor nominal
0	Nulo (sólo para criterios complementarios)	5	Moderado
1	Nulo a Muy Bajo	6	Moderado a Alto
2	Muy Bajo	7	Alto
3	Bajo	8	Muy Alto
4	Bajo a Moderado	9	Extremadamente Alto

En la siguiente tabla se describen los criterios para la asignación de los valores básicos para la evaluación de los impactos identificados.

**Tabla V.12. Escala considerada para la asignación de valores de los criterios básicos para la evaluación de los impactos identificados para el Proyecto.**

Escala		Criterio		
Nominal	Ordinal	Magnitud	Extensión	Duración
Alto	7-9	La afectación está entre el 65 y 100% de las existencias del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.	La afectación se manifiesta más allá del Área del Proyecto, en el Sistema Ambiental Regional.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten aún después de terminada la actividad que lo provocó.
Moderado	4-6	La afectación está entre el 30 y 65% de las existencias del Sistema Ambiental Regional.	La afectación se produce en el Área del Proyecto.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten solamente durante el tiempo en que se realiza la actividad que lo provoca.
Bajo	1-3	La afectación es menor del 30% del Sistema Ambiental Regional.	La afectación sucede en forma puntual donde se realiza la actividad.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten de manera intermitente durante el tiempo en que se realiza la actividad que lo provoca.

Se consideran además cuatro criterios complementarios: sinergia, acumulación, controversia y mitigación. Se definen como aquellos que toman en cuenta las relaciones de orden superior entre impactos y pueden no existir.

**Tabla V.13 Criterios complementarios.**

Criterio	Descripción
Sinergia	Interacciones de orden mayor entre impactos
Acumulación	Presencia de efectos aditivos de los impactos
Controversia	Oposición de los sectores sociales a los proyectos
Mitigación	Existencia y eficiencia de medidas de mitigación

El valor que se asignó a los criterios complementarios está en función de las condiciones y actividades que se desarrollan en el Área del Proyecto, con las cuales pueden suscitarse relaciones de orden superior (por ejemplo: superficies desmontadas, generación de ruidos, etc.), así como por la existencia de una medida de compensación o mitigación.

Asignados los valores de cada criterio básico y en su caso complementarios se procede al cálculo del **índice básico y complementario** y posteriormente se obtiene la significancia parcial y final. En la siguiente tabla se presentan las fórmulas.

**Tabla V.14 Fórmulas aplicadas para obtener el valor de los criterios.**

Índice	Fórmula	Variables	Observaciones
Básico (MEDij)	$MEDij = \frac{1}{27^*} (Mij + Eij + Dij)$	Mij = Magnitud Eij = Extensión Dij = Duración * 27 es el valor máximo que resulta de multiplicar el valor máximo (9) por la cantidad de criterios (3) considerados.	Los valores deberán fluctuar en el siguiente rango: $0.11 (*) \leq (MEDij) \leq 1$ (*) Debido a que los criterios básicos no pueden ser evaluados como nulos.
Complementario (SACij)	$SACij = \frac{1}{27^*} (Sij + Aij + Cij)$	Sij = Sinergia Aij = Acumulación Cij = Controversia	Los valores deberán fluctuar en el siguiente rango: $0 \leq (SACij) \leq 1$
Significancia parcial (Iij)	$(Iij) = (MEDij)^{(1-SACij)}$	(MEDij)= índice básico (SACij)= índice complementario.	De acuerdo con esta fórmula en ausencia de los criterios complementarios el impacto queda definido únicamente por los criterios básicos, pero en el caso de estar presentes la importancia del impacto se incrementa.
Significancia final (Sij)	$Sij = Iij \left( 1 - \left( \frac{1}{9} * Tij \right) \right)$	Iij= significancia parcial Tij= medidas de mitigación	La Significancia Final (Sij) del impacto identificado en cada interacción deberá de considerar las medidas de mitigación (Tij).

Para facilitar el balance de los impactos, una vez obtenida la significancia final (Sij) se clasifican los impactos ambientales y se agrupan en las siguientes clases:

**Tabla V.15 Clases de significancia de acuerdo a lo valores de significancia.**

Rango	Nivel de significancia
0.00 < (Sij) < 0.25	Significancia Baja (B)
0.26 < (Sij) < 0.50	Significancia Moderada (M)
0.51 < (Sij) < 0.75	Significancia Alta (A)
0.76 < (Sij) < 1.00	Significancia Muy Alta (MA)

Con lo cual se clasifican los impactos con base a su nivel de significancia que van de Muy Alta, Alta, Moderada y Baja, donde se facilita el balance de los impactos.

### V.2.5. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Como resultado del análisis realizado se identificaron un total de 101 impactos de los cuáles 16 son benéficos y 85 adversos, cabe destacar que la mayor parte de los impactos adversos son bajos, temporales ya que solo se presentarán en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción y por su carácter preventivo pueden ser mitigables mediante buenas prácticas. El principal impacto adverso será el desmonte que provocará la disminución de la cobertura vegetal y por lo tanto el hábitat de las especies de fauna silvestre.

Los impactos benéficos son en su mayoría de altos a muy altos. Entre los impactos benéficos está el incremento de la calidad de vida de la población por la generación de empleos, incremento de la actividad comercial que se traduce en beneficios en la economía local y por supuesto el impacto benéfico más relevante es el uso de fuentes renovables para la generación de 18 MW que contribuirá a fortalecer la infraestructura para la generación de energía eléctrica.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los impactos evaluados por nivel de significancia.

**Tabla V.16. Total de Impactos evaluados.**

Impacto	Significancia Final				Total de Impactos
	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto	
Medio abiótico					
Positivo	0	1	1	0	2
Negativo	33	3	0	0	36
Medio biótico					
Positivo	0	0	0	0	0
Negativo	31	2	6	0	39
Medio socioeconómico					
Positivo	2	4	5	3	14
Negativo	9	1	0	0	10
Impactos por significancia					
				Positivos	16
				Negativos	85
Total de impactos positivos y negativos					101

En las siguientes tablas se presentan las matrices de evaluación de los impactos en el medio físico, biótico y socioeconómico, ya con la clasificación con base a su significancia. En el Capítulo VIII se presentan las matrices con los valores asignados para cada uno de los criterios básicos y complementarios.

Tabla V.17. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio abiótico.

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción						Operación y mantenimiento			
			Arrendamiento o servidumbre de paso	Trazo y delimitación	Contratación de personal	Uso de maquinaria y equipo	Instalaciones temporales	Desmonte	Despalme	Movimiento de tierras	Transporte y acarreo de materiales y equipo	Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	Estación de switcheo e Instalaciones auxiliares	Vialidades internas	Camino de acceso	Línea de distribución	Contratación de personal	Operación y mantenimiento del Parque Fotovoltaico	Operación y mantenimiento de la línea de distribución
Sistema abiótico	Clima	Microclima						M				M							
		Cambio climático						B									A		
	Aire	Calidad del aire				B	B	B	B	B	B								
		Calidad acústica			B	B					B								
	Relieve	Topografía								B									
	Suelo	Características fisicoquímicas			B	B	B	M	M	B			B	B	B		B		
	Hidrología superficial	Patrón de drenaje								B			B	B	B				
		Características fisicoquímicas del agua superficial			B	B	B										B		
	Hidrología subterránea	Superficie de infiltración y volumen											B	B	B				
		Características fisicoquímicas del agua subterránea			B		B										B		



Tabla V.18. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio biótico.

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción							Operación y mantenimiento			
			Arrendamiento o servidumbre de paso	Trazo y delimitación	Contratación de personal	Uso de maquinaria y equipo	Instalaciones temporales	Desmonte	Despalme	Movimiento de tierras	Transporte y acarreo de materiales y equipo	Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	Estación de switcheo e instalaciones auxiliares	Vialidades internas	Camino de acceso	Línea de distribución	Contratación de personal	Operación y mantenimiento del Parque Fotovoltaico	Operación y mantenimiento de la línea de distribución	Operación y mantenimiento del camino de acceso
Sistema biótico	Vegetación	Cobertura vegetal		B				M									B	B		
		Distribución y abundancia de las especies				B		M											B	
		Especies en estatus de conservación			B	B		A												
	Fauna	Hábitat			B	B		A										B	B	
		Distribución y abundancia de anfibios y reptiles			B	B		A			B			B	B		B			B
		Distribución y abundancia de aves			B			A												
		Distribución y abundancia de mamíferos			B	B		A			B			B	B					B
		Especies de fauna en estatus de conservación			B	B		A			B			B	B					B

Tabla V.19. Matriz de evaluación de impactos sobre el medio socioeconómico.

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción							Operación y mantenimiento			
			Arrendamiento o servidumbre de paso	Trazo y delimitación	Contratación de personal	Uso de maquinaria y equipo	Instalaciones temporales	Desmonte	Despalme	Movimiento de tierras	Transporte y acarreo de materiales y equipo	Instalación y montaje de los paneles fotovoltaicos	Instalaciones auxiliares	Vialidades internas	Camino de acceso	Línea de distribución	Contratación de personal	Operación y mantenimiento del Parque Fotovoltaico	Operación y mantenimiento de la línea de distribución	Operación y mantenimiento del camino de acceso
Sistema socioeconómico	Paisaje	Calidad				B	B	B				B	B	B	B	B				
	Población	Calidad de vida	A		A		A										B	A	A	
		Flujo vehicular				B					M				M					
	Economía local	Actividades productivas			M	M					M						B			
	Infraestructura	Eléctrica																MA	MA	MA

 Impacto benéfico  Impacto adverso

## V.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

### V.3.1 MODIFICACIÓN DEL MICROCLIMA

En el Área del Proyecto se presenta un clima semiseco, muy cálido. La temperatura promedio es de 26.3°C, las temperaturas más altas arriba de los 28°C se registran en el periodo de mayo a septiembre, enero es el mes con temperaturas más bajas con 22.5°C. La precipitación promedio anual es 1,096.6 mm, el periodo más lluvioso es de junio a octubre mientras que los meses más secos son enero, noviembre y diciembre.

El Proyecto requiere el desmonte de **49.60 ha** de vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja espinosa caducifolia por lo que en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción del Proyecto se modificará el microclima en el área del desmonte, donde se incrementarán las temperaturas particularmente durante el periodo de mayo a septiembre por mayor exposición a la insolación. El impacto se evaluó como adverso moderado, temporal, local y mitigable.

Al término de la construcción y una vez instalados todos los paneles fotovoltaicos, se disminuirá la superficie expuesta a mayor insolación por el desmonte, ya que estos proporcionarán sombra y contribuirá a retener la humedad del suelo. El impacto se evaluó como benéfico, moderado, permanente y local.

### V.3.2 CONTRIBUCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

El carbono inorgánico en forma de dióxido de carbono, se incorpora a compuestos orgánicos por acción de los organismos fotosintéticos. De esta manera el servicio ambiental principal de la vegetación es la mitigación de los gases con efecto invernadero, mediante la fijación reducción y almacenamiento de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases con efecto invernadero (Espinoza, et al. 1999). La reducción de la cobertura vegetal conlleva el riesgo en la obvia reducción de organismos que favorecen la captación del carbono y de generación de oxígeno.

El SAR, Área de Influencia y Área del Proyecto, actúan como sumidero de CO<sub>2</sub>, debido a que la mayor parte de la superficie presenta cobertura vegetal, constituida por la vegetación secundaria y arbustiva de selva baja espinosa caducifolia y selva baja caducifolia.

La cobertura de la selva baja espinosa caducifolia del SAR ocupa una superficie de **666.4 ha** almacena **11,559.97 toneladas de CO<sub>2</sub>e**, por el desmonte de **49.60 ha** de vegetación secundaria y arbustiva de selva baja espinosa caducifolia, se estimó que se dejarán de capturar anualmente hasta **860.406 toneladas de CO<sub>2</sub>e que representan el 7.44%** de la captura de CO<sub>2</sub>e del SAR, por lo que se evaluó como un impacto adverso bajo, permanente, local y mitigable.

En el Capítulo VIII de esta manifestación se presenta la metodología aplicada para realizar el cálculo de captura de CO<sub>2</sub>e.

El Proyecto consiste en un parque de generación de energía solar fotovoltaica, con una capacidad nominal de **18 MW** Corriente Alterna (CA), equivalentes a 19.764 MWp Corriente Directa (CD), con una generación anual estimada de 48, 748 MWh/año, es decir **7.7425 MWh**.

En la Operación se considera que el Proyecto contribuirá a disminuir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) ya que con la ejecución del Proyecto se dejarán de emitir a la atmosfera **3.54 toneladas de CO<sub>2</sub>** al día contribuyendo a la mitigación al cambio climático. El impacto se evaluó como benéfico, bajo, permanente y local. Para el cálculo del CO<sub>2</sub> se tomó el factor de 0.458 ton de CO<sub>2</sub>/MWh para el cálculo de emisiones indirectas por consumo de electricidad para el periodo 2015, cuando el proveedor sea Comisión Federal de Electricidad establecido en el Registro Nacional de Emisiones.

### V.3.3. MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

En términos generales se puede decir que el SAR presenta buena calidad del aire debido a que no existen fuentes importantes de emisiones como zonas industriales y a que existen buenas condiciones de dispersión de contaminantes. La calidad del aire del SAR se puede ver disminuida por de forma puntual por incendios forestales y emisiones de partículas por la explotación de bancos de materiales.

La calidad del aire disminuirá debido a la emisión de gases de combustión (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, etc.) por la operación del equipo y maquinaria. La afectación solo se dará en el Área del Proyecto, así como por el tránsito de los camiones que se requieren para el traslado de los 74,880 módulos policristalinos. El impacto se evaluó como un impacto adverso, bajo, temporal, puntual y mitigable.

En la siguiente tabla se presenta el listado de equipo y maquinaria que se utilizará durante la etapa de preparación de sitio y construcción del Proyecto y que generará gases de combustión.

**Tabla V.20 Número de equipo que se requerirá para la preparación del sitio y construcción.**

Concepto	Total	Concepto	Total
Hincadoras hidráulicas	5	Vibradores	3
Retroexcavadoras	3	Tractores sobre llantas / orugas	2
Traccionadoras	2	Manipuladores telescópicos	3
Plantas soldadoras	2	Tractores con remolque	3
Cortadores manuales	3	Cargadoras de cuatro ruedas directrices	5
Compresores de aire 250 psi	3	Moto conformadoras	1
Camiones de carga pesada	3	Desbrozadora industrial	3
Camiones de transporte de cableado y varios	2	Moto conformadoras	2
Camiones de transporte de equipos	1	Vibro	1

Se contempla un área de acopio, en está la calidad del aire se verá afectada por la emisión de partículas durante el almacenamiento de material granular. Se evaluó como un impacto, adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

Durante el desmonte y el despalme de las **49.60 ha**, habrá emisiones de partículas que disminuirán la calidad del aire. Este impacto se evaluó como adverso bajo, temporal y mitigable.

Durante el movimiento de tierras que se llevarán a cabo por las actividades de nivelación, excavación y compactación, se generará polvo, que disminuirán la calidad del aire sin embargo, esto solo se presentará de forma puntual, temporal y es mitigable con el riego periódico particularmente durante la temporada de secas, considerando lo anterior se evaluó como un impacto adverso bajo.

Además, durante el transporte de material a granel para la construcción, puede resultar en fuga de polvos y partículas. El impacto se evaluó como adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable mediante la instalación de lonas para evitar la fuga de partículas.

#### **V.3.4. MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD ACÚSTICA**

La calidad acústica se verá modificada por la generación de ruido, debido a la presencia de 233 trabajadores y al uso del equipo y maquinaria, sin embargo, esto será únicamente en las áreas de trabajo y durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Considerando lo anterior se evaluó que ambas actividades generarán un impacto adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

El transporte de insumos y materiales, disminuirá la calidad acústica por el tránsito de los camiones sobre la carretera No.261 Mérida-Progreso, esto se evaluó como un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable, ya que los camiones y maquinaria recibirán el mantenimiento requerido.

#### **V.3.5. MODIFICACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA**

En el SAR se pueden observar básicamente dos tipos de topofomas, la llanura kárstica que abarca la mayor parte del territorio y unas porciones aisladas al norte que según INEGI corresponden a una playa o barrera. El Área de Influencia y Área del Proyecto se ubican en una llanura kárstica, es decir una superficie relativamente plana, a veces suavemente quebrada y ondulada, pero sin elevaciones o depresiones prominentes.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se requiere realizar movimientos de tierras, principalmente las excavaciones para las diferentes cimentaciones, esto modificará temporalmente el relieve. El impacto se evaluó como un impacto adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

#### **V.3.6. MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL SUELO**

La contratación de 233 trabajadores, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, puede contaminar el suelo por el inadecuado manejo de los residuos sólidos generados durante su estancia. Se evaluó un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

El riesgo de contaminación del suelo por el derrame de gasolina, aceites y grasas, siempre existe cuando se utiliza equipo y maquinaria. El impacto potencial se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable ya que se dará mantenimiento periódico a la maquinaria para evitar derrames.

Se estima que un trabajador genera aproximadamente **1.5 kg** por día de residuos sólidos domésticos, considerando 233 trabajadores se producirán **349.5 kg** por día. En caso de que no se lleve a cabo un almacenamiento adecuado de los residuos sólidos, residuos peligrosos y otras sustancias en las instalaciones temporales se podría contaminar el suelo. Se evaluó que el impacto que podría presentarse sería adverso, bajo, puntual y permanente, mitigable.

Las actividades que generarán mayor impacto sobre la estructura del suelo, son el desmonte y despalle, pues se realiza la remoción de la vegetación, así como el retiro de la capa de suelo fértil (corresponde al suelo constituido por la tierra vegetal). Estas actividades tendrán un impacto adverso moderado, puntual, permanente y mitigable.

La construcción de las instalaciones auxiliares, así como la estación de switcheo, el camino de acceso, vialidades internas y la instalación de los 19 postes de concreto de la línea de distribución, tendrán un efecto permanente sobre la estructura del suelo, puesto que se llevarán a cabo también, movimientos de tierra (nivelaciones, excavaciones, cimentaciones, rellenos, compactación, etc.) que alterarán la estructura del suelo. Se evaluó como un impacto adverso, permanente, puntual, bajo y mitigable.

Durante la operación y mantenimiento se contratarán 14 personas (8 permanentes y 6 temporales) durante su estancia, podrían contaminar el suelo por el inadecuado manejo de los residuos sólidos generados. Se estima una generación de **128 kg mensuales**. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, permanente y mitigable cumpliendo con la normatividad ambiental vigente aplicable.

Para el manejo de las aguas residuales se contempla la instalación de un biodigestor que de no realizarse el mantenimiento requerido podría contaminar el suelo. Se evaluó un impacto adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

### V.3.7. MODIFICACIÓN DEL PATRÓN DE DRENAJE

La modificación del patrón de drenaje se verá afectada durante las actividades realizadas para el almacenamiento de materiales, que se ubicarán en las instalaciones temporales, porque pueden obstruir el flujo de escurrimientos estacionales. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, permanente y mitigable.

Durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, se requiere realizar movimientos de tierras, principalmente las excavaciones y nivelaciones, ambas actividades modificarán el relieve y por lo tanto el patrón de drenaje de los escurrimientos temporales. El impacto se evaluó como adverso bajo, local, permanente y mitigable.

La construcción de las instalaciones auxiliares, la estación de switcheo, el camino de acceso y la instalación de los 19 postes de concreto de la línea de distribución, modificarán el patrón de drenaje de los escurrimientos temporales. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, permanente y mitigable, ya que se contemplan obras de drenaje que garanticen el libre flujo del agua.

### V.3.8. MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL AGUA SUPERFICIAL

La contratación de **233 personas**, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, podría contaminar a los escurrimientos superficiales, por el inadecuado manejo de los residuos sólidos generados durante su estancia. Se evaluó un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable, ya que se contempla la renta de sanitarios y se contratará a una empresa para su mantenimiento periódico y para que el manejo de los residuos se realice de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.

El riesgo de contaminación por el derrame de gasolina, aceites y grasas, siempre existe cuando se utiliza maquinaria pesada, en caso de no realizar la recuperación del suelo contaminado, durante la temporada de lluvias, los escurrimientos temporales podrían contaminarse. Se evaluó que el impacto que podría presentarse sería adverso, bajo, puntual y permanente, mitigable.

En las instalaciones temporales se tiene contemplado el almacenamiento de diesel, este en caso de que existiera un derrame podría contaminar los escurrimientos temporales. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

### V.3.9. DISMINUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE RECARGA DEL ACUÍFERO

El área ocupada por las instalaciones auxiliares, así como la estación de switcheo y el camino de acceso ocasionarán una reducción de las superficies de infiltración de forma puntual y permanente, sin embargo, la superficie considerada para esta infraestructura es de solo **0.38 ha** que corresponden solo al 0.58 % de la superficie total del Área del Proyecto. El impacto se considera adverso, permanente, mitigable, puntual y bajo.

### V.3.10 MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACUÍFERO

El Proyecto contempla instalar de forma temporal un área destinada para instalar un tanque de combustible con capacidad de 5,000 litros. El área será cercada y cumplirá con la normatividad ambiental vigente, contará con señalamiento, sistema de contención de derrames. El tanque de combustible, será visible, al menos a 3 metros de distancia, la identificación del combustible que contiene.

Aun cuando se contemplan medidas para evitar cualquier incidente con el manejo de combustibles, el riesgo de contaminar o modificar las características fisicoquímicas del acuífero, se presentaría en caso de que hubiera un derrame accidental de combustibles de tal magnitud que pudiese verse afectado. Todo ello dependiendo de factores como la profundidad y el volumen del combustible. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable, mediante el establecimiento de buenas prácticas.

La estancia del personal contratado durante la Operación y Mantenimiento del Proyecto generará residuos sanitarios que de no realizarse cumpliendo con la normatividad ambiental aplicable, podría generar contaminación del acuífero por lo que el impacto se evaluó como adverso, puntual, permanente y mitigable.

### V.3.11 DISMINUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

De acuerdo a la carta de usos del suelo y vegetación, serie V de INEGI, en el SAR delimitado se registran cuatro tipos de vegetación: selva baja caducifolia, selva baja espinosa caducifolia, manglar y pastizal halófilo. Predomina la selva baja caducifolia ocupando el 76.52% del SAR, seguido por la selva baja espinosa caducifolia con el 2.91, en conjunto estas selvas ocupan el 79.43% el resto está ocupado por el manglar y el pastizal halófito ambos con una baja representación en el SAR y ubicados hacia el extremo noreste.

El Proyecto se localiza en un área con vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja espinosa caducifolia, esta vegetación está formada por tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo formados principalmente por especies espinosas. La altura de los árboles oscila entre 3 y 8 metros, con un DAP que generalmente no rebasa los 20 cm. La mayoría de las plantas pertenecen a la familia Leguminosae de las subfamilias Mimosoidea y Caesalpinoidea, que son caducifolias ya que pierden sus hojas en la temporada de seca. Las zonas más cercanas al mar, están dominadas por cactáceas, agaváceas, palmas pequeñas y espinosas.

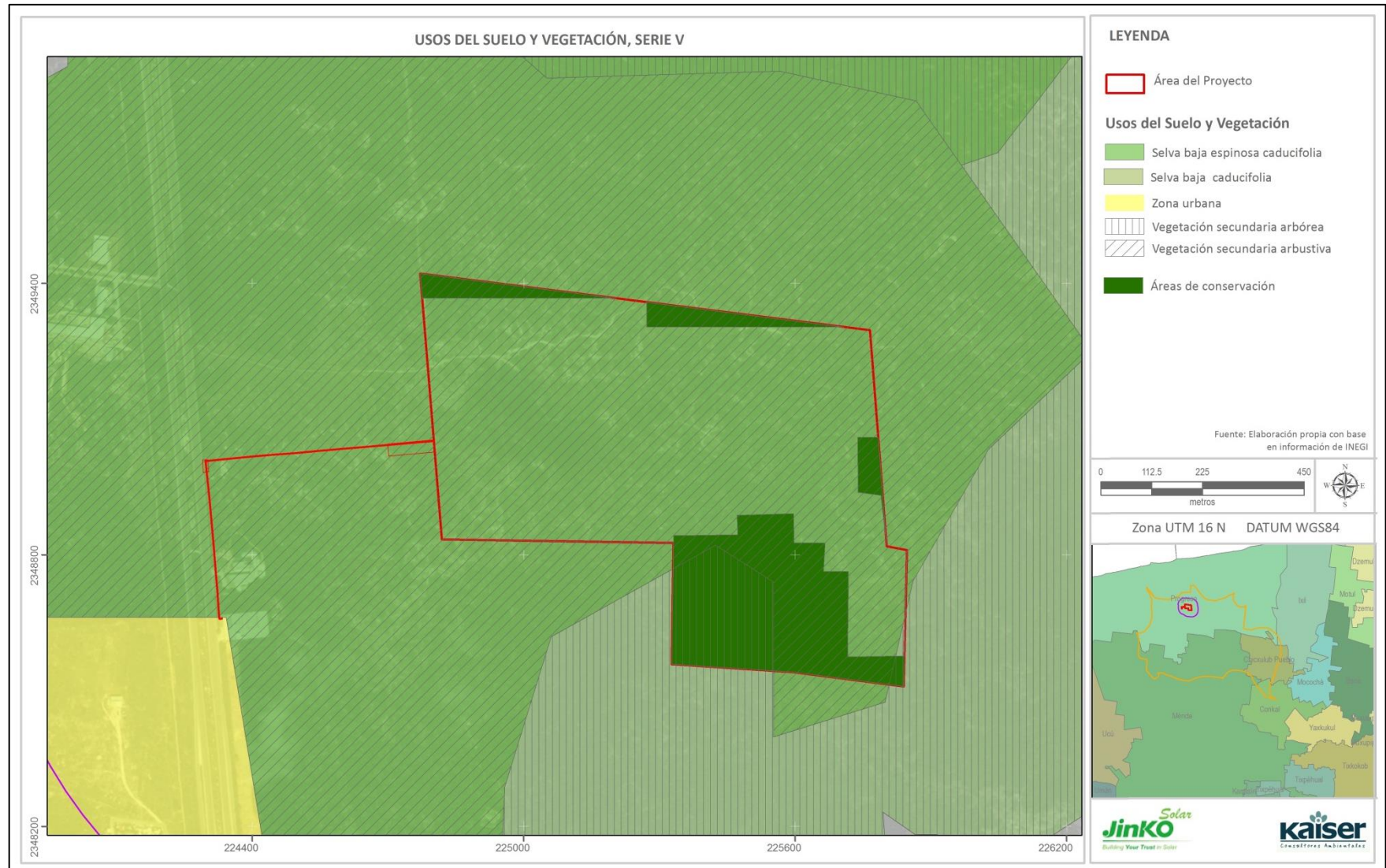
De acuerdo con el plano de usos del suelo, Serie V, la vegetación secundaria de selva baja espinosa caducifolia ocupa en el SAR una superficie de **666.4 ha** y el proyecto contempla el desmonte de **49.60 ha** por lo que afectará el **7.4%** de este tipo de vegetación del SAR. Sin embargo cabe destacar que el desmonte afectará principalmente la vegetación secundaria arbustiva y en menor grado la vegetación secundaria arbórea.

**Tabla V.21. Superficie de los usos del suelo y vegetación del SAR.**

Tipo de ecosistema	Usos del suelo y vegetación	Sin el Proyecto		Con el Proyecto	
		ha	(%)	ha	(%)
Natural	Selva baja caducifolia	17,521.64	76.52	17,521.64	76.52
	Selva baja espinosa caducifolia	666.4	2.91	616.8	2.69
	Pastizal halófilo	0.08	0	0.08	0.00
	Manglar	254.81	1.11	254.81	1.11
Modificado	Agricultura	1,244.01	5.43	1,244.01	5.43
	Pastizal	27.88	0.12	27.88	0.12
	Sin vegetación aparente	676.12	2.95	676.12	2.95
Artificial	Zona urbana	2,508.28	10.95	2557.88	11.17

Considerando lo anterior se evaluó que el proyecto debido al desmonte tendrá un impacto adverso moderado, local, permanente y mitigable con **15.51 ha** destinadas a la conservación. Como se observa en la siguiente figura las áreas destinadas a la conservación se ubican principalmente en las áreas con vegetación secundaria arbórea.





**Figura V.1 Ubicación de la distribución de los tipos de vegetación herbácea y arbustiva que será afectada por el Proyecto.**

### V.3.12 MODIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES VEGETALES

En el Área del Proyecto se observa que en el estrato arbustivo, las especies con mayor valor de importancia son *Mimosa bahamensis*, *Phitecellobium dulce* y *Bursera simaruba*, principalmente. La abundancia de *Mimosa bahamensis* sugiere una etapa temprana de recuperación, la cual podría deberse al impacto observado en el Área del Proyecto, que de acuerdo con el análisis retrospectivo, en el año 2000 se reportaban actividades agropecuarias aunque actualmente no se lleven a cabo así como el desarrollo de la infraestructura para la generación de energía eléctrica y la cacería ilegal ambas actividades implica la construcción de caminos y brechas.

En lo que concierne al estrato arbóreo conformado por ejemplares de más de 3 m de altura, se observa que las especies con mayor VIR son *Leucaena leucocephala*, *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula* y *Caesalpinia gaumeri*.

El Proyecto requiere el desmonte de 49.60 ha de vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja espinosa caducifolia, esto provocará la pérdida de 15,277 plantas del estrato arbóreo (especies leñosas mayores a 1.5 m de altura) y 12,846 plantas del estrato arbustivo (1.5 a 3 m de altura total). Cabe destacar que se hizo la cuantificación para las especies en el estrato arbustivo de 1.5 a 3 m de altura total y del estrato arbóreo de más de 3 m). En la siguiente tabla se presenta el listado de especies que serán afectadas del estrato arbustivo y arbóreo, así como una estimación del número de individuos que serán removidos de las 49.60 ha producto del desmonte.

**Tabla V.22 Estimación de densidades y número de individuos a afectar por el desmonte para las especies registradas en el Área del Proyecto.**

Especie	Abundancia Ind/ha	No. de plantas	Especie	Abundancia Ind/ha	No. de plantas
<b>Estrato arbóreo</b>					
<i>Leucaena leucocephala</i>	62	3,075	<i>Gymnopodium floribundum</i>	3	149
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	36	1,786	<i>Dalbergia glabra</i>	1	50
<i>Bursera simaruba</i>	25	1,240	<i>Gliricidia maculata</i>	1	50
<i>Piscidia piscipula</i>	37	1,835	<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	2	99
<i>Caesalpinia mollis</i>	7	347	<i>Haematoxylon campechianum</i>	1	50
<i>Phitecellobium dulce</i>	21	1,042	<i>Prosopis juliflora</i>	2	99
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	21	1,042	<i>Sabal yapa</i>	2	99
<i>Croton icche</i>	15	744	<i>Apoplanesia paniculata</i>	2	99
<i>Neea psychotroides</i>	15	744	<i>Eugenia axillaris</i>	2	99
<i>Crescentia cujete</i>	5	248	<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	2	99
<i>Acacia pennatula</i>	1	50	<i>Erythrina standleyana</i>	1	50
<i>Senegalia gaumeri</i>	10	496	<i>Malpighia emarginata</i>	1	50
<i>Guettarda elliptica</i>	9	446	<i>Stenocereus laevigatis</i>	1	50
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	1	50	<i>Plumeria obtusifolia</i>	1	50
<i>Mimosa bahamensis</i>	7	347	<i>Jatropha gaumeri</i>	1	50

Especie	Abundancia Ind/ha	No. de plantas	Especie	Abundancia Ind/ha	No. de plantas
<i>Hampea trilobata</i>	5	248	<i>Guaiacum sanctum</i>	1	50
<i>Chloroleucon mangense</i>	1	50	<i>Cascabela gaumeri</i>	1	50
<i>Senna racemosa</i>	5	248	--	--	--
<b>Estrato arbustivo</b>					
<i>Leucaena leucocephala</i>	64	3,174	<i>Prosopis juliflora</i>	2	99
<i>Piscidia piscipula</i>	37	1,835	<i>Sabal yapa</i>	2	99
<i>Bursera simaruba</i>	24	1,190	<i>Gymnopodium floribundum</i>	2	99
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	30	1,488	<i>Mimosa bahamensis</i>	2	99
<i>Neea psychotroides</i>	14	694	<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	1	50
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	18	893	<i>Acacia pennatula</i>	1	50
<i>Phitecellobium dulce</i>	12	595	<i>Eugenia axillaris</i>	2	99
<i>Senegalia gaumeri</i>	6	298	<i>Apoplanesia paniculata</i>	2	99
<i>Guettarda elliptica</i>	7	347	<i>Hampea trilobata</i>	1	50
<i>Croton icche</i>	6	298	<i>Haematoxylon campechianum</i>	1	50
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	3	149	<i>Cascabela gaumeri</i>	1	50
<i>Crescentia cujete</i>	5	248	<i>Malpighia emarginata</i>	1	50
<i>Caesalpinia mollis</i>	7	347	<i>Chloroleucon mangense</i>	1	50
<i>Stenocereus laevigatis</i>	1	50	<i>Guaiacum sanctum</i>	1	50
<i>Senna racemosa</i>	4	198	<i>Gliricidia maculata</i>	1	50

Considerando que las especies registradas son muy comunes a la Península de Yucatán y además algunas de ellas son pioneras de ecosistemas impactados, se evaluó que el impacto sobre la abundancia y distribución de las especies es adverso, moderado, local, permanente y mitigable.

El mantenimiento de las instalaciones del Proyecto que se llevará a cabo periódicamente, principalmente en el área de ocupación de los módulos fotovoltaicos y el derecho de vía de la línea de distribución, no se permitirá el crecimiento de ciertas especies principalmente las arbóreas y arbustivas por lo que afectará la distribución y abundancia de estas especies. El impacto se evaluó adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

### V.3.13. MODIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES VEGETALES EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN

Se registraron cuatro especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el Área del Proyecto y dos especies adicionales que se consideran relevantes para la conservación, las cuales se enlistan en la siguiente tabla.

**Tabla V.23 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies relevantes para la conservación.**

Especie	Nombre común	Individuos/ha	Estatus	Endemismo
<b>Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010</b>				
<i>Mammillaria gaumeri</i>	K'iix pak' am, pool miis	49	Protección	Endémica
<i>Pterocereus gaumeri</i>	Kanzacam	16	Protección	Endémica
<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán	1	Amenazada	No Endémica
<i>Beucarnea plibilis</i>	Despeinada, soyate	1	Amenazada	Endémica
<b>Especies relevantes para la conservación</b>				
<i>Pilosocereus gaumeri</i>	Tso'ots' pak'am, K'an chooch	4	--	Endémica
<i>Stenocereus leavigatus</i>	k'ulub	20	--	Endémica

En total se estima que se removerán aproximadamente 3,323 plantas pertenecientes a las cuatro especies consideradas en estatus de conservación según la NOM-059-2010. La especie que tendrá mayor afectación será la *Mammillaria gaumeri* (k'iix pak' am, pool mis) por ser la que registra mayor número de individuos afectados, aunque también su rescate es más factible, le sigue *Pterocereus gaumeri* (kanzacam) con 794 plantas y finalmente el *Guaiacum sanctum* (guayacán) y *Beucarnea plibilis* (despeinada, sollate) serán las menos afectadas por registrar el menor número de plantas, cada una con 50 plantas.

Además de 1,190 plantas pertenecientes a especies que se consideran relevantes para la conservación, de las cuales 198 pertenecen a *Pilosocereus gaumeri* (Tso'ots' pak'am, K'an chooch) y 992 a *Stenocereus leavigatus* (k'ulub). En la siguiente tabla se presenta el desglose del número de individuos por especie.

**Tabla V.24 No de individuos estimados por especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Especie	Nombre común	Individuos/ha	Estimación del total de individuos	
			a remover por el desmonte	Presentes en el SAR
<b>Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010</b>				
<i>Mammillaria gaumeri</i>	K'iix pak' am, pool miis	49	2,430	32,653.6
<i>Pterocereus gaumeri</i>	Kanzacam	16	794	10,662.4
<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán	1	50	666.4
<i>Beucarnea plibilis</i>	Despeinada, soyate	1	50	666.4

Especie	Nombre común	Individuos/ha	Estimación del total de individuos	
			a remover por el desmonte	Presentes en el SAR
<b>Especies relevantes para la conservación</b>				
<i>Pilosocereus gaumeri</i>	Tso'ots' pak'am, K'an chooch	4	198	135,812.32
<i>Stenocereus leavigatus</i>	k'ulub	20	992	679,061.6

Se afectará aproximadamente el 7% de los individuos que se registran en la selva baja espinosa caducifolia del SAR y 0.1% de las especies que se consideraron relevantes para la conservación debido al desmonte, cabe destacar que estas especies se registran también en la selva baja caducifolia por lo que el impacto sobre las poblaciones de estas especies podría ser significativamente menor.

Considerando lo anterior se evaluó que habrá un impacto adverso alto, permanente, local y mitigable con la implementación de un programa de rescate y reubicación, así como el establecimiento de **15.51 has** de áreas de conservación.

#### V.3.14. AFECTACIÓN AL HÁBITAT DE LAS ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE

De acuerdo a la carta de usos del suelo y vegetación, serie V de INEGI, en el SAR delimitado se registran cuatro tipos de vegetación: selva baja caducifolia, selva baja espinosa caducifolia, manglar y pastizal halófilo. De acuerdo a la revisión bibliográfica y a los trabajos de campo en el SAR se registran 384 especies, distribuidas en 33 órdenes y 92 familias, siendo el grupo de aves el que presenta el mayor número de especies con 267, seguido por los reptiles con 64, mamíferos con 40 y anfibios con 13.

El Proyecto se localiza en un área con vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja espinosa caducifolia, de acuerdo a los trabajos de campo alberga al menos 106 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 49 familias y 20 órdenes. El grupo más representativo fue el de las aves con 72 especies registradas en campo, seguido de los reptiles con 15 especies, los mamíferos con 13 especies y finalmente los anfibios con 6 especies.

En la siguiente tabla se presentan el número de especies que serán afectadas por la afectación al hábitat por diversas actividades que se realizarán para la ejecución del Proyecto.

**Tabla V.25 Número de especies con distribución en el Área del Proyecto.**

Grupo	Área de Influencia		
	No. de orden	No. familias	No. de especies
Anfibios	1	4	6
Reptiles	1	10	15
Aves	12	26	72
Mamíferos	6	9	13

La presencia de 233 trabajadores podría destruir nidos, madrigueras, etc. afectando al hábitat de las especies de fauna silvestre. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable, mediante las pláticas de concientización del personal, así como la vigilancia.

El uso de maquinaria pesada, provoca de manera directa la destrucción de madrigueras y nidos subterráneos de anfibios, reptiles y pequeños mamíferos, sobre todo cuando invade áreas que no se tenía previsto hacer el desmonte. El impacto se evaluó como adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

El desmonte de **49.60 ha** es la actividad que mayor impacto generará sobre el hábitat de las especies de fauna silvestre y que provocará su desplazamiento hacia otras áreas. El impacto se evaluó como adverso, muy alto, local, permanente y mitigable, destinado **15.51 ha** de áreas de conservación y restauración de las áreas de afectación temporal.

El mantenimiento de las instalaciones del Proyecto que se llevará a cabo periódicamente, principalmente en el área de ocupación de los módulos fotovoltaicos y el derecho de vía de la línea de distribución, no permitirá el crecimiento de ciertas especies principalmente las arbóreas y arbustivas por lo que afectará al hábitat de especies de fauna resistentes a la perturbación que utilizan estas plantas. El impacto se evaluó como adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

### **V.3.15. MODIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE ANFIBIOS Y REPTILES**

En el Área del Proyecto se registraron un total de 21 especies, 6 anfibios y 15 reptiles. El grupo de anfibios está conformado por 5 géneros de 4 familias. Los reptiles están representados por 14 géneros, distribuidas en 11 familias taxonómicas.

La estancia de los trabajadores, podría perturbar a la fauna, es frecuente que el personal se sienta amenazado por serpientes y víboras, lo cual podría resultar en su eliminación, independientemente de que sean o no venenosas, modificando así la distribución y la abundancia de estos reptiles. Adicionalmente el personal originario de la zona puede extraer ilegalmente ciertas especies de fauna carismáticas para uso personal (mascota, alimento o uso de piel) o comercial. El impacto se evaluó como adverso, bajo, temporal, temporal, local y mitigable, ya que se implementarán pláticas de concientización y se colocarán letreros indicando la prohibición de cazar o molestar a la fauna silvestre.

El uso de maquinaria y equipo, así como el transporte de insumos y materiales incrementan el riesgo de atropellamiento de algunas especies, particularmente las de más lento desplazamiento. Se evaluó el impacto como adverso bajo, temporal, local y mitigable, mediante la implementación del Subprograma de rescate de fauna silvestre, así como el control de la velocidad de los vehículos.

La operación del camino de acceso y vialidades internas también contribuirá a incrementar el riesgo de atropellamiento de las especies de lento desplazamiento, como los anfibios y reptiles, pero este será de menor magnitud, debido a que en la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto el número de vehículos será significativamente menor que durante la construcción. Se evaluó como un impacto adverso bajo, puntual, permanente y mitigable, mediante el control de la velocidad de los vehículos.

El grupo de los anfibios se verán afectados por el desmonte de **49.60 ha**, ya que habrá una mayor insolación que les provoca deshidratación, además de que tienen una movilidad baja al igual que los reptiles. El impacto se evaluó como adverso, alto, local, permanente y mitigable mediante la implementación del Subprograma de rescate y reubicación de la fauna silvestre.

En la siguiente tabla se presentan los impactos para cada una de las especies registradas a excepción de las especies en estatus de conservación donde se hace un análisis más adelante.

**Tabla V.26 Descripción de los impactos a las especies de anfibios y reptiles registrados.**

Especie	Nombre común	No estimado de individuos a afectar	Descripción del impacto
<i>Incilius valliceps</i>	Sapo común	41	El desmonte de 49.60 ha, afectará a estas especies de anfibios ya que habrá una mayor insolación que les provoca deshidratación.
<i>Scinax staufferi</i>	Ranita trompuda	103	
<i>Tripurion petasatus</i>	Rana arborícola cabeza de casco yucateca	21	
<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana de labios blancos	62	El uso de maquinaria y equipo, así como el transporte y acarreo de materiales y equipo incrementan el riesgo de atropellamiento de estas especies, particularmente las de más lento desplazamiento.
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Rana de hojarasca	62	
<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera	103	
<i>Norops ustus</i>	Lagartija sedosa	21	Ambos impactos se evaluaron como <u>adverso alto, local, permanente y mitigable</u> mediante la implementación del Subprograma de rescate y reubicación, así como la conservación de 15.51 ha de conservación que incluyen ojos de agua.
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija de casa	41	
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa de patas amarillas	841	
<i>Sceloporus lundelli</i>	Lagartija espinosa de Lundell	62	
<i>Marisora brachypoda</i>	Lizón rayado	21	
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico yucateco	123	
<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva arcoíris	21	
<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Lagartijera común	21	
<i>Sibon sanniolus</i>	Culebra caracolera pigmea	21	
<i>Stenorrhina freminvillei</i>	Culebra alacranera	21	
<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Culebra caracolera terrestre	41	El uso de maquinaria y equipo, así como el transporte y acarreo de materiales y equipo incrementan el riesgo de atropellamiento de estas especies, particularmente las de más lento desplazamiento. El impacto se evaluó como <u>adverso alto, local, permanente y mitigable</u> mediante la implementación del Subprograma de rescate y reubicación, así como la conservación de 15.51 ha de conservación. La estancia de los trabajadores, podría perturbar a la fauna, es frecuente que el personal se sienta amenazado por serpientes y víboras, lo cual podría resultar en su eliminación, independientemente de que sean o no venenosas, modificando así la distribución y la abundancia. Estos impactos se evaluaron como <u>adverso alto, local, permanente y mitigable</u> mediante la implementación del Subprograma de rescate y reubicación, así como la conservación de 15.51 ha de conservación.



### V.3.16. MODIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE AVES

En el Área del Proyecto se registraron al menos 71 especies incluidas en 12 órdenes, 27 familias y 57 géneros taxonómicos. Las familias mejor representadas fueron Tyrannidae y Parulidae con nueve y seis especies respectivamente; seguidas por Trochilidae, Cardinalidae e Icteridae, con cinco especies.

La estancia de los trabajadores podría molestar a las aves o intentar atraparlas para usarlas como mascota. El impacto se evaluó como adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

El desmonte de **49.60 ha** de vegetación secundaria de selva baja espinosa caducifolia, tendría efectos negativos sobre las aves, por la pérdida de nidos y sitios de percha y alimentación en el estrato arbustivo principalmente ya que el estrato arbóreo tiene una distribución más limitada. Se evaluó un impacto adverso alto, permanente, local y mitigable.

Las especies y una estimación del número de individuos que serían afectados por las actividades del proyecto se enlistan en la siguiente tabla.

**Tabla V.27 Estimación del número de individuos por especie que serán afectadas por el Proyecto.**

Especies	Nombre común	No de individuos a afectar	Especies	Nombre común	No de individuos a afectar
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	13	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	5
<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí Yucateco	10	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	23
<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro	3	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	5
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	13	<i>Momotus momota</i>	Momoto corona azul	5
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	8	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	8
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	5	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	5
<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	8	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco	5
<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Matraca yucateca	33	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	5
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	3	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras paraouque	5
<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	3	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca común	18
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	25	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	3
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda maya	3	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	13
<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	84	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	28
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pico rojo	84	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo pecho rosa	3
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	5	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Chivirín moteado	13
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	23	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela	3
<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	3	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	13
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara Yucateca	74	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	13
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón ceja rufa	5	<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria	33
<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	5	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azul-gris	18
<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo	23	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	3
<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto cejas azules	10	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe suelero	3
<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta-negra	5	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolia	3
<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	18	<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	3
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	3	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de Carolina	5
<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	5	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero oliváceo	15
<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	8	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano silbador	3

Especies	Nombre común	No de individuos a afectar	Especies	Nombre común	No de individuos a afectar
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajo	8	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	15
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	13	<i>Uropsila leucogastra</i>	Chivirín vientre blanco	8
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	28	<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojos blancos	10
<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	3	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	56
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	56	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	23
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	13	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	10

### V.3.17. MODIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE MAMÍFEROS

Durante los trabajos de campo se registró la presencia de trece especies de mamíferos incluidas en nueve familias y seis órdenes. El Orden mejor representado fue Carnívora con cinco especies seguido por Chiroptera con tres especies, Rodentia con dos especies y el resto de los órdenes uno cada uno. Las especies de mamíferos registrados en el presente estudio, representa el 13% (13/99) de los mamíferos terrestres del Estado de Yucatán.

Cabe destacar que las especies registradas se caracterizan por ser de amplia distribución en el país o en la Península de Yucatán y sus poblaciones no se encuentran en riesgo.

La presencia de trabajadores podría afectar a este grupo por cacería ilegal algunas de las más afectadas serían por ejemplo el venado *Odocoileus virginianus*. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable mediante la implementación periódica de pláticas de concientización a los trabajadores y vigilancia.

El desmonte es la actividad que mayor impacto generará sobre la distribución y abundancia de las especies de mamíferos por la pérdida de hábitat, áreas de alimentación y refugio. El impacto se evaluó como adverso moderado, local, permanente y mitigable, al destinar 15.51 ha de área de conservación. Las especies de murciélagos, será el grupo de mamíferos menos afectados debido a su alta movilidad, pero perderán áreas de alimentación.

En la siguiente tabla se presentan los impactos para cada una de las especies registradas a excepción de las especies en estatus de conservación.

**Tabla V.28 Especies de mamíferos registrados durante el trabajo de campo.**

Espece	Nombre común	Descripción del impacto
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	El desmonte generará la pérdida de áreas de alimentación y descanso. También podrían ser atropellados por la maquinaria y los camiones que transiten en las vialidades internas y en el camino de acceso. Esta es una especie común y abundante.
<i>Heteromys gaumeri</i>	Ratón espinoso de abazones	El desmonte generará la pérdida de áreas de alimentación. El uso de la maquinaria pesada destruirá las madrigueras y ser atropellados
<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón venado de Yucatán	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	El desmonte es la actividad que mayor impacto generará sobre la distribución y abundancia de estas especies de mamíferos por la pérdida de hábitat, áreas de alimentación y refugio.
<i>Nasua narica</i>	Coatí	
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	Durante los trabajos de campo se registraron indicios de cacería ilegal, por lo que los individuos de estas especies pueden ser cazados por los trabajadores o por las personas que desarrollan esta actividad actualmente en el Área del Proyecto y Área de Influencia. El desmonte generará la pérdida de áreas de alimentación y descanso, cabe destacar que son especies comunes y abundantes.
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	
<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago-lengüetón de Pallas	Durante los trabajos de campo no se observaron áreas de descanso y reproducción de murciélagos, como podrían ser cuevas, grietas o árboles de gran tamaño, por lo que estas especies serán impactadas principalmente por pérdida de áreas de alimentación.
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago-frutero de Jamaica	
<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago-frutero gigante	

### V.3.18. MODIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE EN ESTATUS DE CONSERVACIÓN

Durante los trabajos de campo realizados, se registraron 14 especies en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 8 se encuentran en la categoría de protección especial, 3 amenazadas y 3 en peligro de extinción.

**Tabla V.29 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 registrados durante los trabajos de campo.**

Especie	Nombre común	Estatus
<b>Anfibios y reptiles</b>		
<i>Laemanctus serratus</i>	Lemancto coronado	Protección especial
<i>Coleonyx elegans</i>	Cuija yucateca	Protección especial
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	Amenazada
<i>Agkistrodon russeolus</i>	Cantil yucateca	Protección especial
<b>Aves</b>		
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	Protección especial
<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	Amenazada
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Protección especial
<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	Peligro de extinción
<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Protección especial
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Protección especial
<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Matraca yucateca	Peligro de extinción
<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Protección especial
<b>Mamíferos</b>		
<i>Puma yagouaroundi</i>	Jaguarundi, leoncillo	Amenazada
<i>Panthera onca</i>	Jaguar	Peligro de extinción

El desmante afectará a todas las especies de fauna en estatus de conservación registradas, debido al desmante que provocará la pérdida de hábitat, áreas de refugio, zonas de alimentación y reproducción. Se evaluó el impacto como adverso moderado, permanente, local y parcialmente mitigable al mantener **15.51 ha** de áreas de conservación dentro del Área del Proyecto y establecer un Subprograma de rescate y reubicación de fauna.

El uso de maquinaria y equipo, así como el transporte de insumos y materiales incrementan el riesgo de atropellamiento de algunas especies, particularmente las de más lento desplazamiento, algunas de las cuáles están dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se evaluó el impacto como adverso bajo, temporal, local y mitigable, mediante la implementación del Subprograma de rescate de fauna silvestre, así como el control de la velocidad de los vehículos.

**Tabla V.30 Descripción de los impactos sobre las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Especie	Nombre común	Descripción del impacto
<b>Anfibios y reptiles</b>		
<i>Laemantus serratus</i>	Lemancto coronado	El impacto más fuerte sobre esta especie es la pérdida hábitat sobre todo por el desmonte del estrato arbóreo y arbustivo, en donde normalmente se encuentra.
<i>Coleonyx elegans</i>	Cuija yucateca	Considerando sus hábitos predominantemente terrestres, esta especies podría ser atropellada por la maquinaria.
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	Además de la pérdida de hábitat, uno de los impacto será generado por la presencia de los trabajadores ya que el personal originario de la zona puede extraer ilegalmente para consumo ya que esta especie es particularmente apreciada por su carne.
<i>Agkistrodon russeolus</i>	Cantil yucateca	Además de la pérdida de hábitat, uno de los impacto será generado por la presencia de los trabajadores ya que el personal originario de la zona puede eliminar a esta especie ya que es venenosa.
<b>Aves</b>		
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	El impacto más fuerte sobre esta especie es la pérdida de hábitat y zonas de alimentación.
<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	Debido a que esta especie se utiliza como trofeo de caza, alimento y las plumas sirven de ornamento, el principal impacto además de la pérdida de hábitat es la cacería por parte de los trabajadores.
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	El impacto más fuerte sobre esta especie es la pérdida de hábitat y zonas de alimentación, aunque tiene alta movilidad.
<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	El impacto más fuerte sobre esta especie es la pérdida de hábitat y zonas de alimentación y de reproducción.
<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Además de la pérdida de hábitat, uno de los impacto será generado por la presencia de los trabajadores ya que el personal originario de la zona puede extraer ilegalmente para mascota.
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	El impacto más fuerte sobre esta especie es la pérdida de hábitat y zonas de alimentación, aunque como su nombre lo dice su rango de distribución más importante es hacia las zonas de manglar que se localizan al norte del SAR sobre la franja costera del estado de Yucatán.

Especie	Nombre común	Descripción del impacto
<b>Aves (continuación)</b>		
<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Matraca yucateca	El impacto más fuerte sobre esta especie es la pérdida de hábitat y zonas de alimentación y de reproducción. Es de particular relevancia esta especie debido a que presenta una distribución restringida aunque cabe hacer notar que su rango de distribución más importante es hacia al norte del Área del Proyecto.
<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	El impacto más fuerte sobre esta especie es la pérdida de hábitat y zonas de alimentación.
<b>Mamíferos</b>		
<i>Puma yagouaroundi</i>	Jaguarundi, leoncillo	El impacto más fuerte sobre esta especie es la pérdida de hábitat y zonas de alimentación, aunque debido a su alta movilidad y al rango de su ámbito hogareño el impacto es menor.
<i>Panthera onca</i>	Jaguar	El impacto más fuerte sobre esta especie es la pérdida de hábitat y zonas de alimentación. Cabe destacar que se bien se obtuvieron registros de excretas en el Área del Proyecto, estas eran antiguas, esto se pudo determinar debido a la degradación que presentaban y no se encontraron otras excretas frescas, por lo que es factible afirmar que el Área del Proyecto es una zona de tránsito y de alimentación pero no un sitio en donde permanece largos periodos de tiempo.



### V.3.19 DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE

El paisaje del SAR presenta una calidad media, debido a que si bien la mayor parte de la superficie presenta cobertura vegetal ésta es de carácter secundario y en su mayoría predomina el estrato arbustivo y herbáceo. El paisaje natural ha sido fragmentado por la construcción de vialidades e infraestructura para la generación de energía eléctrica, así como por el desarrollo urbano.

Durante la preparación del sitio y construcción habrá impactos al paisaje por la presencia de maquinaria y equipo, materiales e insumos los cuales serán de carácter temporal. Se evaluó que estas actividades tendrán un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable, ya que una vez que termine la etapa de construcción todos estos elementos serán retirados.

El desmonte así como la introducción de elementos artificiales como los paneles fotovoltaicos, las instalaciones auxiliares, la estación de switcheo, la línea de distribución y el camino de acceso, serán las principales actividades que disminuirán la calidad de paisaje de forma permanente.

La mayor parte de las instalaciones del parque fotovoltaico, no podrán ser observadas debido a que no existen localidades en el Área del Proyecto ni en el Área de Influencia. Por otra parte el proyecto se encuentran aproximadamente a 500 m de la carretera federal No.261 Mérida-Progreso y la vegetación que crece junto a esta vialidad no permitirá que se observe a la distancia. Se evaluó que el impacto como adverso bajo, puntual, permanente y mitigable.

### V.3.20 INCREMENTO DE LA CALIDAD DE VIDA

Se arrendarán los terrenos en donde se instalará el Proyecto esto tendrá un impacto benéfico alto, puntual, permanente al menos durante 30 años de la vida útil del proyecto sobre la calidad de vida de los propietarios y sus familias.

La generación de 233 empleos directos durante la etapa de preparación del sitio y construcción tendrá un impacto benéfico, alto, local y temporal, sobre la calidad de vida de los trabajadores y sus familias.

**Tabla V.31 Requerimientos de personal durante la etapa de preparación del sitio y construcción.**

Especialidad	Máximo número de empleos	Especialidad	Máximo número de empleos
Dirección de obra	5	Albañiles	17
Electricistas	100	Ayudantes de construcción	7
Mecánicos	66	Conductores	9
Encargados de obra	4	Operadores de equipos portátiles livianos y pesados	25

Se requerirá la contratación permanente de 8 trabajadores durante la etapa de operación del Proyecto, además se contratarán otras 6 personas de forma temporal para algunos trabajos de mantenimiento.

**Tabla V.32 Requerimientos de personal durante la etapa de operación y mantenimiento.**

Especialidad	Máximo número de empleos	Especialidad	Máximo número de empleos
Personal de vigilancia	2	Gestor social	1
Supervisores remotos	2	Mantenimiento preventivo	3

Los 14 empleos que se generarán durante la etapa de operación y mantenimiento tendrán un impacto benéfico, bajo, puntual y permanente, sobre la calidad de vida de los trabajadores contratados y sus familias.

La operación del Proyecto junto con todos sus componentes, al proporcionar energía a través de fuentes renovables, evitando la emisión de gases de combustión que afectan la calidad del aire y al cambio climático, así como el fortalecimiento de la infraestructura para la generación de energía eléctrica, la calidad de vida de las personas se verá beneficiada. El impacto se evaluó como benéfico, alto, regional y permanente, al menos durante los 30 años de vida útil del proyecto.

### V.3.21 MODIFICACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR

La operación del equipo y maquinaria, así como el tránsito de los camiones generara ruido que podría molestar a las personas de las localidades cercanas. El impacto se evaluó como adverso bajo, local, temporal y mitigable, dando mantenimiento periódico a la maquinaria y vehículos y trabajando únicamente en el horario diurno.

Durante la preparación del sitio y construcción transitarán aproximadamente 1,541 vehículos, que incrementarán el tráfico vehicular de la carretera federal No. 261 Mérida-Progreso que conecta a varias localidades incluyendo Mérida y Progreso. El impacto se evaluó como adverso moderado, local temporal y mitigable.

**Tabla V.33 Número de viajes que se requerirán para la preparación del sitio y construcción.**

Concepto	Total viajes/camión	Número de semanas que se van a utilizar	No de viajes/camiones por mes
Camiones de transporte de maquinaria	10	1	10
Camiones de carga pesada	160	4	56
Camiones de transporte desbroce	416	4	146
Camiones de carga pesada	160	9	25
Camiones de transporte de módulos	512	3	239
Camiones de transporte de inversores	10	2	10
Camiones de transporte de estructura	96	4	34
Camiones de transporte de cableado y varios	64	5	18
Camiones pipa de agua (potable, cruda y/o tratada)	16	11	2
Camiones de transporte de concreto	75	9	12
Camiones de transporte de maquinaria	22	2	15

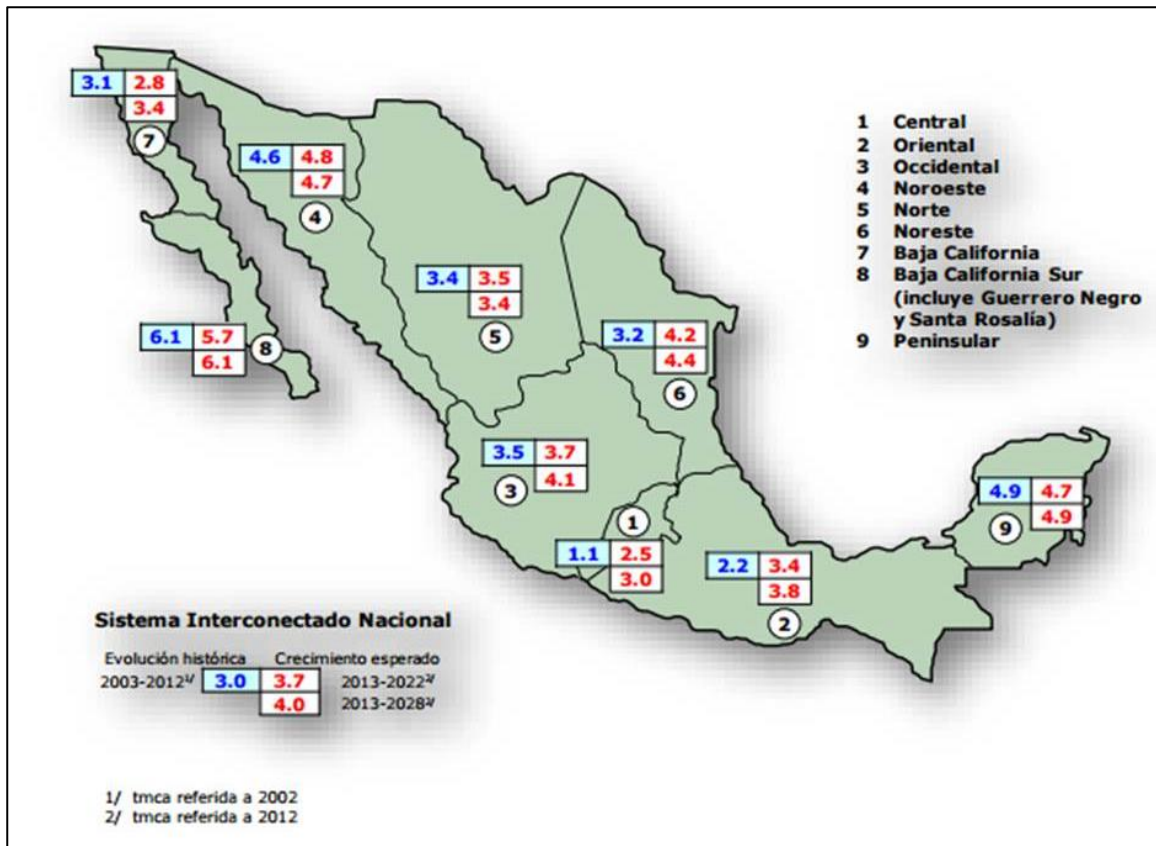
El Proyecto contempla un camino de acceso que permitirá un flujo continuo al Área del Proyecto, evitando sobre todo durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, que los camiones y vehículos se estacionen sobre la carretera No. 261 Mérida-Progreso. La construcción y operación del camino de acceso tendrá un impacto benéfico, moderado y permanente sobre el flujo vehicular de la carretera.

### V.3.22 AFECTACIÓN A LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

La estancia de 233 trabajadores, el uso de maquinaria y equipo y el transporte de materiales e insumos, generaran una demanda de servicios y productos locales que finalmente se verá beneficiada la economía local. El impacto se evaluó como benéfico moderado y temporal sobre las actividades productivas locales.

### V.3.23 FORTALECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El Sistema Eléctrico Nacional está dividido en nueve zonas, el Proyecto se localiza en la Zona 9 Peninsular, la cual ha tenido una tasa de crecimiento de demanda de energía anual del 4.9% en el periodo del 2002-2013, esta tasa de crecimiento está por arriba de cualquiera de las otras zonas y se espera que este escenario se mantenga hasta el 2028. (Programa de Inversiones del Sector Eléctrico 2014-2028).



Fuente: Comisión Federal de Electricidad. Programa de Inversiones Eléctricas 2014-2028

Figura V.2 Crecimiento medio anual de la demanda máxima bruta por área en %.

Actualmente, las actividades energéticas tienen una importante contribución a la emisión de gases efecto invernadero, por ejemplo, en Yucatán la totalidad de la electricidad generada utiliza tecnología de consumo de combustibles fósiles. (SEDUMA, 2013).

De acuerdo al Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán, es necesario impulsar tecnologías para la generación de energía que no dependan de la utilización de combustibles de origen fósil, por ejemplo, las energías renovables. Actualmente en el SAR no existen parques solares fotovoltaicos operando, a pesar de ser un área con alta radiación solar.

Considerando lo anterior, con la operación del Proyecto se contribuirá a fortalecer la infraestructura para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables y cero emisiones de gases de efecto invernadero. El Proyecto tendrá una producción anual de energía superior a 18 MW Corriente Alterna (CA), equivalentes a 19.764 MWp Corriente Directa (CD), con una generación anual estimada de 48, 748 MWH / año.

La operación del Proyecto contribuirá a incrementar y fortalecer la infraestructura para la generación de energía eléctrica de la Península de Yucatán. El impacto se evaluó como benéfico, muy alto, regional y permanente.

#### **V.4. IMPACTOS RESIDUALES**

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 3º fracción X del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación del Impacto Ambiental; define como impacto residual: *“El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación”*.

El desmonte de **49.60 ha** será un impacto residual del Proyecto.

#### **V.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS**

De acuerdo al análisis realizado, los impactos acumulativos más importantes se refieren a la disminución de la cobertura vegetal y las implicaciones que tiene sobre la distribución y abundancia tanto de las especies vegetales como animales, además de las especies en estatus de conservación, estos impactos se suman a la fragmentación y disminución que actualmente presenta la selva baja caducifolia y selva baja espinosa caducifolia.

Otro impacto acumulativo es la modificación del paisaje, con la ejecución del Proyecto se disminuirá el paisaje natural que actualmente predomina, para incrementarse los elementos artificiales como son el parque fotovoltaico, la línea de distribución que se sumarán a las existentes, la SE San Ignacio así como a las vías de comunicación (carreteras, caminos y terracerías).

## V.6. CONCLUSIONES

El Proyecto tendrá un impacto sobre los factores abióticos (calidad del aire, ruido, características fisicoquímicas del suelo modificación del patrón de drenaje, afectación a la calidad del agua etc.) adversos bajos, en su mayoría temporales y mitigables. Estos se presentarán principalmente durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción.

El desmonte será la actividad que principalmente afectará a la vegetación, ya que consiste en la eliminación total de la cubierta vegetal en 49.60 ha, esto además de afectar a la distribución de las especies vegetales, tendrá un impacto sobre el hábitat de la fauna. Sin embargo cabe destacar que se afectará principalmente vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia.

El paisaje del SAR se verá afectado por la introducción de elementos artificiales, así como por la disminución de la cobertura vegetal.

El Proyecto representará un apoyo en la creación de empleos formales, pues se estima que durante la Preparación del Sitio y Construcción se generarán 233 personas empleadas. En la etapa de Operación y Mantenimiento se ha contemplado la contratación de 14 personas. Esto contribuirá a mejorar la calidad de vida de los trabajadores y sus familias.

Otras actividades que tendrán un impacto benéfico en la economía local serán por la adquisición y transporte de insumos para la construcción obtenidos en casas de materiales de las localidades cercanas.

Con la operación y mantenimiento del Proyecto se aprovechará la energía solar, contribuyendo con el aumento de la capacidad instalada a nivel nacional de la generación de energía eléctrica renovable con el fin de satisfacer la creciente demanda energética de México. Además, contribuirá con las metas planteadas en el Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018), así como con el Programa Especial contra el Cambio Climático (2014-2018), y con el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables (2014-2018).

El Proyecto resultó ganador, en la primera subasta de energía de largo plazo promovida por el CENACE y por la SENER en marzo de 2016 y podrá vender los megawatts-hora producidos y certificados de energía limpia al suministrador básico (CFE). Por esta razón, es de interés nacional que se lleve a cabo. Y por otra parte su ejecución se llevará a cabo con las mejores técnicas para cumplir con las disposiciones ambientales correspondientes haciendo factible su realización y operación.

# CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

## CONTENIDO

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	1
VI.1. Programa de manejo ambiental.....	1
VI.2. Seguimiento de control y monitoreo.....	23
VI.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas .....	23

## TABLAS

Tabla VI. 1. Tipos de medidas de mitigación. ....	1
Tabla VI. 2. Subprogramas que integran el Programa de Manejo Ambiental. ....	2
Tabla VI. 3. Medidas de prevención, mitigación y/o compensación por factor ambiental afectado. ....	3
Tabla VI. 4. Estimación de costos de los subprogramas que integran el Programa de Manejo Ambiental. ....	24

## FIGURAS

Figura VI. 1. Distribución de las medidas de mitigación. ....	22
---	----

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

De acuerdo con la legislación ambiental las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad. En la siguiente tabla se describen los diferentes tipos de medidas de mitigación.

**Tabla VI. 1. Tipos de medidas de mitigación.**

Tipo de medida	Objetivo	Tiempo de implementación
Prevención	Realizar actividades preventivas o evitar realizar acciones que puedan resultar en impactos negativos sobre los componentes ambientales.	Anterior a la ejecución de la actividad que puede generar el impacto.
Mitigación	Minimizar el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto negativo sobre algún componente ambiental	Anterior, durante y posterior a la ejecución de la actividad que genera el impacto.
Control	Asegurar el cumplimiento de las acciones para prevenir o minimizar los impactos sobre algún componente ambiental.	Durante la ejecución de la actividad y posterior a ella, hasta lograr el objetivo.
Compensación o Restauración	Compensar o restaurar los impactos negativos a través de acciones enfocadas a la remediación de algún componente ambiental afectado por las actividades propias del proyecto	Posterior a la ejecución de la actividad que genera el impacto, con el fin de restituir en lo posible las condiciones originales.

En el presente capítulo se incluye la aplicación del Programa de Manejo Ambiental y subprogramas que incluyen las medidas de mitigación para minimizar los impactos adversos identificados y que podrían presentarse durante las diversas etapas del Proyecto.

### VI.1. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El Programa de Manejo Ambiental es una herramienta básica cuyo propósito final es cumplir con las medidas propuestas para prevenir, minimizar, compensar o restaurar los impactos que potencialmente podría generar el Proyecto en sus diferentes etapas de ejecución, así como garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente aplicable.

El Programa de Manejo Ambiental contempla los siguientes subprogramas a fin de hacer que el Proyecto sea ambientalmente factible.

**Tabla VI. 2.Subprogramas que integran el Programa de Manejo Ambiental.**

Subprograma	Objetivo
Calidad del aire y ruido	Prevenir y minimizar la dispersión de partículas y emisiones de GEI derivados de la combustión los cuales disminuyen la calidad del aire. Prevenir y minimizar las emisiones de ruido.
Conservación de la estructura y características bioquímicas y fisicoquímicas del suelo.	Minimizar la pérdida de suelo y garantizar que los suelos no serán contaminados por malas prácticas (derrames de grasas, aceites y combustibles, etc.).
Manejo de residuos sólidos y residuos peligrosos	Minimizar la generación de residuos sólidos, así como asegurar el manejo adecuado que incluye, separación, reúso, almacenamiento y disposición final para evitar la contaminación del suelo y agua.
	Minimizar la generación de residuos peligrosos, así como asegurar el manejo adecuado que incluye, separación, reúso, almacenamiento y disposición final para evitar la contaminación del suelo y agua cumpliendo con la normatividad ambiental vigente y aplicable al Proyecto.
Manejo sustentable del agua y conservación de la calidad	Garantizar el uso sustentable del agua y realizar el manejo de las aguas residuales de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.
Conservación de flora y fauna silvestre	Compensar la disminución de la cobertura vegetal y mitigar los efectos negativos sobre las especies de fauna y flora existentes, poniendo especial énfasis aquellas especies relevantes para la conservación. Este programa contempla entre otras acciones el rescate de flora y fauna enfocado principalmente a las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de mantener áreas de conservación 15.51 ha que representan el 23.24% del Área del Proyecto, la restauración de las áreas de afectación temporal.
Educación Ambiental	Concientizar por medio de capacitación a los trabajadores sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales, agua, suelo, aire, flora y fauna.

En los subprogramas planteados se establecen medidas de mitigación para cada uno de los impactos ambientales identificados y evaluados en el capítulo anterior, las medidas de mitigación se clasifican de acuerdo a su objetivo y tiempo de implementación, en medidas de prevención, mitigación, control y restauración, en la siguiente tabla se describen los objetivos de cada una y su implementación.

Cabe destacar que algunas medidas de mitigación son aplicables para prevenir, minimizar o compensar diferentes impactos, así por ejemplo el mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado permite minimizar el riesgo de contaminación del suelo, agua además de que contribuye a minimizar la disminución de la calidad del aire y acústica.



**Tabla VI. 3. Medidas de prevención, mitigación y/o compensación por factor ambiental afectado.**

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
<b>Subprograma de calidad del aire y acústica</b>				
<i><u>Medidas de prevención y control</u></i>				
Modificación del microclima	Solo se harán los desmontes en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de estas.	Superficie (ha)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales.  El indicador no deberá superar la superficie delimitada para el Área del Proyecto	Preparación del Sitio y Construcción
	Se contempla la restauración de las áreas temporales	Superficie afectada temporalmente/Superficie restaurada	Se realizará una inspección al final de la etapa de preparación del sitio y construcción	
Modificación de la calidad del aire	Se hará un inventario de los vehículos y maquinaria que se utilizarán durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, se llevará un registro del mantenimiento recibido a fin de garantizar que se encuentran en buen estado.	No. de mantenimientos vehiculares programados/ No. de mantenimientos vehiculares realizados	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución	
	Los equipos utilizados en las diferentes etapas de construcción de la obra considerarán las recomendaciones del fabricante, a fin de garantizar su funcionamiento óptimo.	Cumplimiento No cumplimiento		
	Para minimizar la emisión de polvos generados por el tránsito de vehículos se establecerán velocidades máximas permisibles en los caminos de terracería.	No. de señalizaciones	Se realizarán inspecciones periódicas y registro de los puntos de ubicación de las señalizaciones y anexo fotográfico.	

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
	Los camiones que transporten material granular serán cubiertos con lonas para evitar la dispersión de partículas.	Camiones que transportan material granular con lona/ Total de camiones que transporten material granular	Bitácora de registro de camiones que transportan material granular	
	Se realizará el riego periódico de las áreas desmontadas para disminuir las fuentes de emisión de polvos, cuando se requiera particularmente durante la temporada de secas.	Días con riego programado/Días de riego realizado	Programa de riegos y reportes de cumplimiento.	
Modificación de la calidad del aire	Por ningún motivo se quemarán los residuos sólidos incluyendo los residuos vegetales producto del desmonte, sólidos y/o peligrosos, como cartón, mecate, embalajes, estopas, guantes, trapos, etc; y materiales impregnados con grasa, solventes y/o aceites generados; los mismos serán manejados conforme a la normatividad vigente.	Cumplimiento No cumplimiento	Bitácora de registro de disposición final de todos los residuos generados durante la etapa de Construcción del Proyecto. Se hará un archivo con los comprobantes correspondientes.	Preparación del Sitio y Construcción
Modificación de la calidad acústica	Mantenimiento periódico del equipo y maquinaria y cumplirán con lo estipulado en la NOM-080-SEMARNAT-1994.	No. de mantenimientos vehiculares programados/ No. de mantenimientos vehiculares realizados	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución	
	Se trabajará solo en horarios diurnos.	Cumplimiento No cumplimiento	Bitácora de registro de entrada de los trabajadores	

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
<b>Conservación de la estructura y características fisicoquímicas del suelo</b>				
<i>Medidas de prevención y control:</i>				
Pérdida del suelo fértil	Se delimitarán previamente las áreas en donde se llevarán a cabo las obras de desmonte y despalme. Por ningún motivo se realizarán estas actividades fuera de las áreas delimitadas. La delimitación física de estas áreas se deberá realizar antes del desmonte.	Superficie (ha)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales.	Preparación del Sitio y Construcción
Pérdida del suelo fértil	Se llevará a cabo la recuperación del suelo fértil en las áreas de afectación temporal y en aquellas áreas en donde sea factible su recuperación. No se recuperará el suelo en los sitios en donde se tengan afloramientos rocosos. Este suelo no se mezclará con el suelo inerte subyacente y se colocará en una superficie previamente establecida, protegiéndolo de la erosión.  Este suelo será utilizado posteriormente para la revegetación en las áreas de afectación temporal.	Cumplimiento No cumplimiento	Se realizarán inspecciones y se registrará en bitácoras e informes. Evidencia Fotográfica	Preparación del Sitio y Construcción
Modificación de la topografía	Solo se harán nivelaciones y rellenos en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de las áreas delimitadas previamente.	Superficie (ha)	Se realizarán inspecciones y se registrará en bitácoras e informes. Evidencia Fotográfica	Preparación del Sitio y Construcción
	En caso de requerirse material de banco, se obtendrá sólo de bancos de materiales autorizados	Cumplimiento No cumplimiento	Bitácora de registro del material proveniente de banco de materiales. Se hará un archivo con los comprobantes correspondientes.	Preparación del Sitio y Construcción

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
<b><u>Medidas de prevención y control</u></b>				
Pérdida del suelo fértil	En el Área del Proyecto existe grandes áreas con afloramientos rocosos, sin embargo en caso de ser factible se recuperará y conservará el suelo fértil en las áreas que ocuparán las instalaciones auxiliares, la estación de switcheo y el camino de acceso para posteriormente usarlo en la restauración de las áreas de afectación temporal.	Cumplimiento No cumplimiento	Se realizarán inspecciones y se registrará en bitácoras e informes.  Evidencia Fotográfica	
Contaminación del suelo	Para minimizar el riesgo de contaminación del suelo por la operación del equipo y maquinaria se realizará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria que se utilice a fin de garantizar que se encuentre en las mejores condiciones mecánicas posibles. Con ello se minimizarán los derrames al suelo.	No. de mantenimientos vehiculares programados/ No. de mantenimientos vehiculares realizados	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución	Preparación del Sitio y Construcción
	Los camiones que realizan la carga de combustible deberán contar con un kit de contención de derrames que al menos debe incluir una lona impermeable, charolas de contención y embudos para hacer los cambios del líquido y material absorbente para hidrocarburos.	No. de camiones con Kit Antiderrames/No. de camiones Totales funcionales	Bitácora de registro de camiones con el kit de contención de derrames	

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Contaminación del suelo	<p>En el área de almacenamiento de combustibles se llevará a cabo lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se colocará una trampa de grava y arena. Esta actividad también se llevará a cabo en el área de estacionamiento de la maquinaria.</li> <li>- Se contará con un Kit anti-derrames constituido por paños absorbentes, arena para derrames, guantes de hule, bolsas de hule.</li> <li>- El área de almacenamiento será delimitada identificando claramente la entrada y salida.</li> <li>- Se identificarán los tanques de almacenamiento con rombos de seguridad y capacidad de llenado.</li> <li>- El área de almacenamiento contará con extintor industrial de polvo químico seco, con una capacidad de 50 kg y arenero.</li> <li>- Se dará mantenimiento periódico al sistema de contención de los tanques de almacenamiento de combustible.</li> <li>- Se contará con manuales de operación para carga y/o trasiego de diésel.</li> <li>- Se contará con un Plan de atención a emergencias.</li> <li>- Se dará capacitación en caso de atención a fugas, derrames e incendios.</li> <li>- Se contará con los números de emergencia visibles en el área de tanques.</li> </ul>	Cumplimiento No cumplimiento	Se realizarán inspecciones y se registrará en bitácoras e informes.  Evidencia Fotográfica	Preparación del Sitio y Construcción

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
<b><i>Medidas de restauración</i></b>				
Pérdida del suelo fértil	Una vez terminada la etapa de construcción se inducirá el crecimiento de la vegetación herbácea y arbustiva en los bordes de las vialidades internas a fin de minimizar la pérdida de suelo por erosión y debajo de los paneles fotovoltaicos.	Superficie desmontada/superficie con vegetación herbácea y arbustiva (ha)	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.	Preparación del Sitio y Construcción
	En las áreas de afectación temporal se llevará a cabo la restauración del área.	Superficie de afectación temporal/superficie restaurada	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.	
Erosión del suelo	En el caso excepcional de durante las excavaciones para los cimientos de los edificios se llegará al nivel freático, se llevará a cabo el bombeo del agua fuera de la excavación y será descargada en las inmediaciones con un difusor para evitar la erosión del suelo y se garantizará que no sea contaminada.	Cumplimiento/No cumplimiento	Se registrará en bitácora y se presentará evidencia fotográfica	
Contaminación del suelo	En caso de que exista un derrame de combustible o cualquier otra sustancia sobre el suelo, éste será recuperado y dispuesto como un residuo peligroso en sitios autorizados, cumpliendo con lo establecido en la normatividad vigente.	No. de incidentes ocurridos/Número de incidentes atendidos	Se registrará en bitácora las inspecciones realizadas y en su caso se registrará cualquier incidente	
<b>Subprograma Manejo de Residuos Sólidos</b>				
<b><i>Medidas de prevención y control</i></b>				
Contaminación del suelo	Para controlar los residuos sanitarios se contratarán baños portátiles con lavabo, uno por cada veinticinco trabajadores, se contratará una empresa para su mantenimiento periódico y la disposición de los residuos lo realizará en un sitio	No. de sanitarios/No. de trabajadores	Bitácora del registro de sanitarios contratados	Preparación del Sitio y Construcción

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de aplicación
	autorizado.			
	Se contratará una empresa para el mantenimiento periódico de los residuos sanitarios y para el traslado y la disposición final en un sitio autorizado.	No. de mantenimientos programados/ No. de mantenimientos realizados	Bitácora del registro de los mantenimientos realizados acompañado con el archivo con los comprobantes de disposición final.	
	El conjunto de residuos generados será recolectado periódicamente de las áreas de trabajo y almacenado temporalmente para su posterior transporte hasta los sitios de disposición final, autorizados por los municipios correspondientes.	Volumen de residuos generados/Volumen de residuos dispuestos en sitios autorizados	Bitácora del registro de los residuos dispuestos en sitios autorizados con los comprobantes de la disposición final.	
Contaminación del suelo	<p>El manejo de los residuos sólidos se llevará a cabo de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los almacenes temporales cumplirán con la normatividad ambiental vigente.</li> <li>- Se colocarán contenedores adecuados, suficientes y señalados para la disposición y separación de los diferentes tipos de desperdicios que se generen. La identificación mediante colores y letreros indicativos permitirá una separación inicial de residuos para posteriormente reciclar o reusar.</li> <li>- Los residuos sólidos se clasificarán y se separarán en: residuos orgánicos (restos de comida), inorgánicos (botellas y empaques plásticos) y reciclables (papel, cartón, latas de aluminio, vidrio, metal y madera).</li> <li>- Se elaborará el Plan de Manejo de Residuos de manejo especial según lo establecido en la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de</li> </ul>	No. de contenedores existentes/ No. de contenedores debidamente identificados (por tipo de residuos).	Se llevará una bitácora del registro del manejo de los residuos acompañado con el archivo con los comprobantes de disposición final.	Todas las etapas

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
	<p>Yucatán.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se contratará a una empresa autorizada para el transporte y disposición final de los residuos.</li> <li>- Al cierre de operaciones, se dejará libre de contaminación dichos suelos.</li> <li>- Cualquier otra disposición establecida en la normatividad ambiental vigente</li> </ul>			
<b>Subprograma Manejo de Residuos Peligrosos</b>				
<b><u>Medidas de prevención y control</u></b>				
Contaminación del suelo	<p>En las áreas de trabajo, se llevará a cabo el manejo de los residuos peligrosos de acuerdo a lo establecido en la normatividad ambiental vigente, a fin de evitar la contaminación del suelo. Algunas de las actividades más relevante que se llevarán a cabo son las siguientes:</p> <p>Para la disposición final de los residuos peligrosos se contratará a una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT. Los residuos peligrosos serán enviados fuera del Área del Proyecto periódicamente de acuerdo a la normativa vigente y aplicable.</p> <p>Los contenedores de aceite, combustibles, y otras sustancias líquidas peligrosas, se ubicarán en zonas donde se reduzcan los riesgos de fugas, incendios o explosiones, se contará con un sistema de contraincendios, señalamientos alusivos a la peligrosidad, además se contempla las fosas de captación y retención que tendrán una capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado, pisos impermeables y trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de</p>	Volumen de residuos peligrosos generados/ cantidad de residuos peligrosos debidamente dispuestos.	<p>Se realizará el cotejo de los residuos generados de acuerdo a la bitácora del almacén temporal de residuos peligrosos que se instale ex profeso con los manifiestos entregados por la empresa contratada.</p> <p>Se mantendrán 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.</p>	Todas las etapas



Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
	retención. Los sobrantes de aceites, estopas contaminadas con sustancias o residuos peligrosos, deberán almacenarse temporalmente bajo las condiciones que establece la normatividad ambiental vigente			
	El manejo y traslado de los residuos considerados como peligrosos se ajustarán a las normas oficiales mexicanas.	No. de recolecciones programadas/No. de recolecciones realizadas.	Comprobantes del transporte y disposición final de los residuos.	Preparación del Sitio y Construcción
	Al término de la Operación y Construcción, el sitio de obra debe quedar libre de todo tipo de residuo.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.	
Contaminación del suelo	En caso de que exista contaminación por el manejo inadecuado de los residuos peligrosos, en el área afectada se llevará a cabo la restauración de acuerdo a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.	No. de incidentes ocurridos/No. de incidentes atendidos	Se registrará en bitácora las inspecciones realizadas y en su caso se registrará cualquier incidente	Preparación del Sitio y Construcción
<b>Subprograma Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad del Agua</b>				
<b><i>Medidas de prevención y control</i></b>				
Modificación del patrón de drenaje pluvial	Solo se harán nivelaciones y rellenos en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de estas.	Superficie (ha)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales	Preparación del Sitio y Construcción
	Se instalarán obras de drenaje para canalizar los escurrimientos superficiales. Se dará el mantenimiento periodico para garantizar su funcionamiento óptimo.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica	Todas las etapas

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Protección a los ojos de agua	Se respetará un área de 50 m alrededor de los seis ojos de agua que fueron identificados durante los trabajos de campo. Esta superficie forma parte de las áreas destinadas a la conservación.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no afecten las áreas de protección a los ojos de agua. Se documentará con evidencia fotográfica.	Todas las etapas
Disminución del área de recarga del acuífero	Se respetarán las áreas delimitadas previamente para las instalaciones auxiliares (edificio de control, edificio de operación y mantenimiento, tanque de agua, tanque séptico) estación de switcheo y camino de acceso que no permitirán la recarga del acuífero.	Superficie (ha)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales	Preparación del Sitio y Construcción
Contaminación del acuífero	Para controlar los residuos sanitarios se contratarán baños portátiles con lavabo, uno por cada veinticinco trabajadores.	No. de sanitarios/No. de trabajadores	Bitácora del registro de sanitarios contratados	Preparación del Sitio y Construcción
	Se contratará una empresa para el mantenimiento periódico de los residuos sanitarios y para el traslado y la disposición final en un sitio autorizado.	No. de mantenimientos programados/ No. de mantenimientos realizados	Bitácora del registro de los mantenimientos realizados acompañado con el archivo con los comprobantes de disposición final.	
	Se instalará un biodigestor prefabricado para tratar las aguas residuales, el sistema prefabricado tendrá una capacidad de 600 litros. Se cumplirá con lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Inspección periódica	Operación y Mantenimiento

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
	Se contratará a una empresa para que realice el mantenimiento periódico del tanque séptico.	No. de mantenimientos programados/ No. de mantenimientos realizados	Bitácora del registro de los mantenimientos realizados acompañado con el archivo con los comprobantes de disposición final.	Operación y Mantenimiento
<b>Subprograma de Conservación de Flora y Fauna</b>				
<b><i>Medidas de prevención y control</i></b>				
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se delimitarán previamente las áreas que serán desmontadas. Por ningún motivo se llevará a cabo fuera de los límites establecidos.	Superficie (ha)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales. El indicador no deberá superar la superficie delimitada para el Área del Proyecto	Preparación del Sitio y Construcción
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se realizará la colecta de semillas y partes vegetativas de las especies nativas, para posteriormente utilizarlas en la restauración de las áreas de afectación temporal. La selección de especies podrá modificarse con base en el análisis previo, en el Subprograma de conservación de flora y fauna se detallará la forma de rescate, forma de reubicación o propagación (en su caso), así como la densidad esperada de ejemplares a rescatar y propagar. En el caso del rescate con semillas su obtención y cantidad dependerá de la fenología de las especies existentes.	Cumplimiento / No cumplimiento	Se registrará en bitácora	Preparación del Sitio y Construcción

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de aplicación
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se permitirá dejar crecer vegetación arbustiva en las vialidades internas y debajo de los paneles fotovoltaicos a fin de hacer microcorredores para algunas especies de fauna, principalmente reptiles y pequeños mamíferos	Cumplimiento / No cumplimiento	Se registrará en bitácora	Todas las etapas
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se respetará y vigilará la integridad de las áreas de conservación cuya superficie total es de <b>15.51 ha</b> . En estas áreas no se realizará ninguna actividad tanto en las etapas de preparación del sitio como de construcción. Las áreas de conservación quedarán fuera del área cercada para permitir conectividad de la vegetación con los alrededores.	Superficie ha	Se harán inspecciones periódicas para garantizar la integridad de las áreas de conservación	Todas las etapas
Afectación de las especies de flora silvestre en estatus de conservación	Se realizará el rescate de los ejemplares completos de especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como: <i>Mammillaria gaumeri</i> (k'iix pak' am, pool mis), <i>Pterocereus gaumeri</i> (kanzacam), <i>Guaiacum sanctum</i> (guayacán) y <i>Beucarnea pliabilis</i> (despeinada, sollate). También se rescatarán <i>Pilosocereus gaumeri</i> (tso'ots' pak'am, K'an chooch), y <i>Stenocereus leavigatus</i> (k'ulub)  -Antes de realizar el rescate se deberá determinar los sitios de reubicación más adecuados acorde al artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.  -Se discriminará a aquellos ejemplares que por su talla tuvieran una baja probabilidad de sobrevivencia posterior al trasplante. En general, no se rescatarán ejemplares de más de un metro de altura.	No de plantas rescatadas por especie en estatus de conservación/No de plantas que sobrevivieron al rescate	Se llevará a cabo el registro en bitácora y evidencia fotográfica	Antes del desmonte
Afectación de las especies de flora	-No se utilizará fuego o químicos para realizar los desmontes o durante el	Cumplimiento/ No cumplimiento	Avisos a los contratistas y trabajadores	Todas las etapas

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
silvestre en estatus de conservación	mantenimiento del Área del Proyecto.			
	-El desmonte se hará de forma paulatinamente y de manera direccional con el fin de que la fauna pueda desplazarse hacia las áreas colindantes que no serán afectadas.	Cumplimiento No cumplimiento	Se realizarán inspecciones periódicas.	Preparación del Sitio y Construcción
	El tránsito de los vehículos que trasladen los materiales e insumos respetarán los límites de velocidad establecidos para disminuir el riesgo de atropellamiento, sobre todo para las especies de lento desplazamiento.	Cumplimiento No cumplimiento		

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
<p>Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación</p>	<p>Durante cada una de las etapas del proceso constructivo se contará con la presencia de profesionistas capacitados para realizar el rescate de especies de fauna de lento desplazamiento o que recorren distancias cortas in situ. Por ningún motivo se podrá iniciar, ni continuar la construcción de la obra sin realizar el rescate de fauna.</p> <p>En forma previa, al menos 20 días antes a las actividades de desmonte se realizará acciones de ahuyentamiento direccionado con dirección opuesta hacia la carretera y el rescate de la fauna silvestre (captura manual o por medios mecánicos) y reubicación en ambientes similares de donde fueron extraídos. Los sitios de reubicación serán identificados previamente.</p> <p>El rescate y reubicación se enfocará principalmente para aquellas especies que se caracterizan por ser de lento desplazamiento (grupos de anfibios, reptiles y pequeños mamíferos) así como de las especies en algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Las acciones de rescate y reubicación serán realizadas por profesionales especializados (biólogos o zoólogos) en estos grupos que garanticen un manejo adecuado de los especímenes, se aplicarán técnicas adecuadas para cada grupo de vertebrados.</p>	<p>No. de organismos reubicados por especie y grupo de vertebrados</p>	<p>Se registrará en bitácora todos los organismos rescatados y sitio de reubicación. Fotografías de las especies rescatadas</p>	<p>Preparación del Sitio y Construcción</p>

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación	Se propone hacer un estudio preliminar de la distribución dentro del Área de Influencia de <i>Campylorhynchus yucatanicus</i> (matraca yucateca) que se encuentra en peligro de extinción y con una distribución restringida.	Cumplimiento No cumplimiento	Se realizará un informe sobre los resultados obtenidos	Preparación del Sitio y Construcción
Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación	Se realizarán actividades de concientización del personal tanto de campo como administrativo, por medio de capacitación constante sobre la importancia de la conservación de especies, así como de su hábitat. Se les indicarán las acciones que se llevarán a cabo en caso de encontrar algún organismo durante las actividades de desmonte, además de establecer que está prohibido matar, molestar, cazar, capturar cualquier organismo.	No. de capacitación impartidas/No. de capacitación programadas	Se registrará en bitácora las capacitaciones realizadas. Fecha, tema y no. de trabajadores que asistieron.	Todas las etapas
	Se realizarán actividades de vigilancia durante la Preparación del Sitio y Construcción para evitar que los trabajadores incurran en aprovechamiento y/o comercialización de alguna especie.	Cumplimiento /No cumplimiento	Se realizarán inspecciones periódicas.	
Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación	Se contempla realizar un estudio de monitoreo en el Área de Influencia de las especies de fauna una vez terminada la etapa de Construcción, al menos seis meses después de que el Proyecto inició su operación.	Cumplimiento/No cumplimiento	Reporte de los resultados del estudio de monitoreo	Operación y Mantenimiento

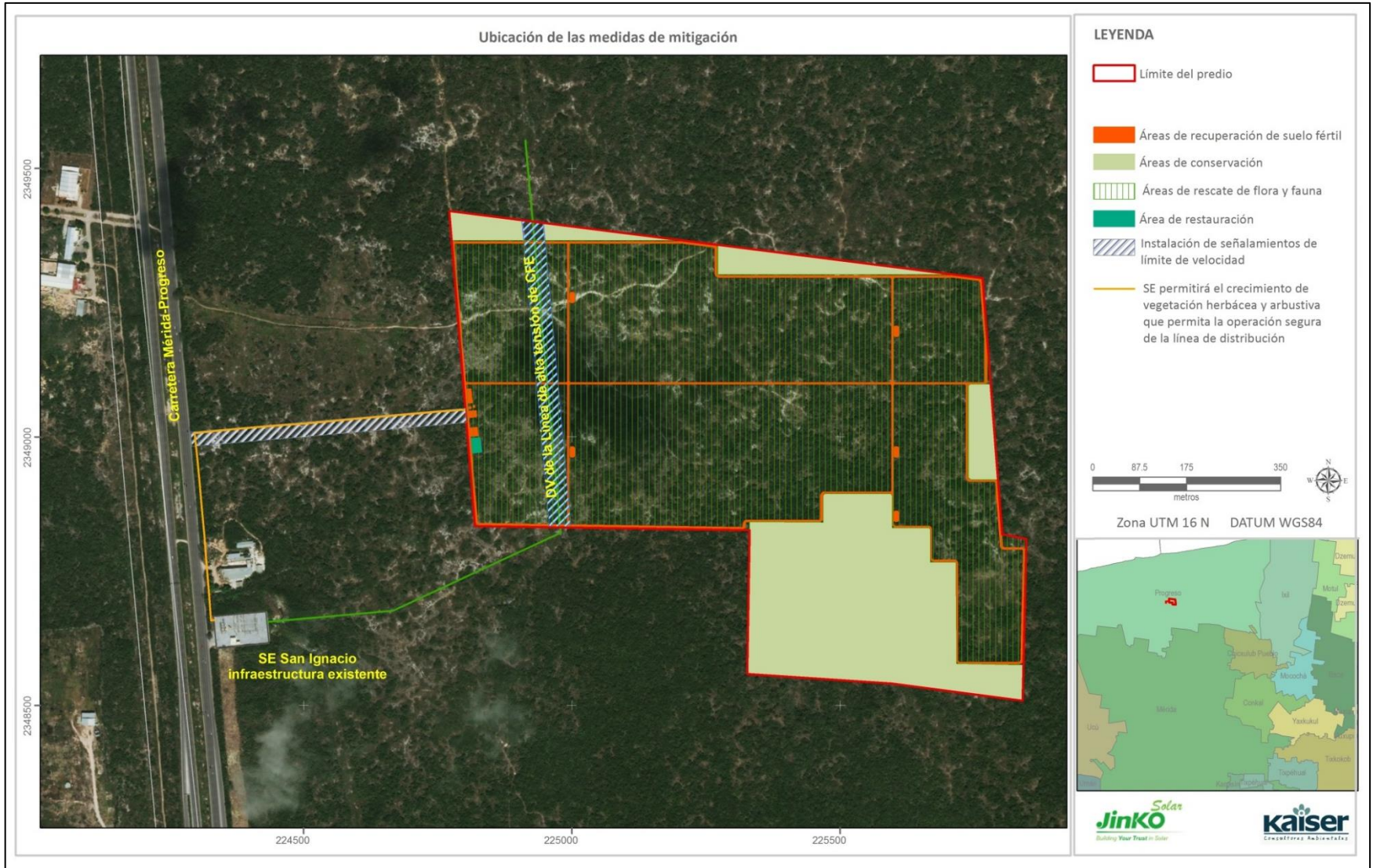
Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
<b><i>Medidas de restauración</i></b>				
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se llevará a cabo la restauración de las áreas de afectación temporal, las acciones de restauración incluyen al menos las siguientes actividades:  -Limpieza general de las áreas -Descompactación y colocación de una capa de suelo orgánico o fértil -Selección y siembra de especies nativas. -Se realizarán las acciones para garantizar su sobrevivencia (riego, sustitución de individuos muertos, etc) -Monitoreo durante un año y elaboración de reportes.	Superficie restaurada (ha)	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.	Preparación del Sitio y Construcción
	Una vez terminada la etapa de Preparación del Sitio y Construcción se inducirá el crecimiento de especies herbáceas y arbustivas en los bordes de las vialidades internas.	Superficie con crecimiento de especies herbáceas y arbustivas (ha)	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica	Operación y Mantenimiento
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se permitirá la regeneración natural de la vegetación dentro del derecho de vía de la línea de distribución hasta una altura que no interfiera con el cableado aéreo. Esto se realizará únicamente en la trayectoria de la línea que se encuentra fuera del camino de acceso.	Superficie restaurada (ha)	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica	Preparación del Sitio y Construcción



Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Lo anterior en el entendido que la instancia responsable de la aplicación de los recursos aportados (CONAFOR) los canalizara a medidas de restauración de ecosistemas forestales en la misma zona de influencia del Proyecto.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Comprobante del pago realizado	Antes de iniciar la Preparación del Sitio y Construcción
<b>Subprograma de social y de educación ambiental</b>				
<b><u>Medidas de prevención y control</u></b>				
Incremento del tráfico vehicular	Se contempla la elaboración e implementación un plan de tráfico vehicular, en donde se establecerán básicamente horarios y rutas.  Los camiones, vehículos y maquinaria que se requieren para la ejecución del Proyecto, por ningún motivo se estacionarán sobre la carretera federal No. 261 Mérida-Progreso.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Se realizarán inspecciones periódicas.	Preparación del Sitio y Construcción
Incremento del tráfico vehicular	Señalización en puntos estratégicos para evitar accidentes.	No. de señalamientos	Se realizarán inspecciones periódicas y registro de los puntos de ubicación de las señalizaciones y anexo fotográfico.	Preparación del Sitio y Construcción
Incremento del bienestar de la población	Se dará preferencia a la contratación de las personas de las localidades cercanas	No. de personal contratado/No de personas de las localidades cercanas contratadas	Se llevará bitácora de registro del personal contratado	Todas las etapas

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
	Para la obtención de materiales y sustancias que se requieren para la etapa de construcción se dará preferencia a los proveedores locales autorizados.	No de proveedores/No de proveedores locales	Se llevará una bitácora de la compra de materiales y sustancias y archivo de documentos	Preparación del Sitio y Construcción
	Una vez obtenida la autorización de cambio de uso del suelo se hará la donación a organizaciones civiles o a personas para el aprovechamiento de la madera producto de los desmontes. El resto de los residuos de madera serán triturados y se manejarán como residuos de manejo especial.	Volumen concesionado/Volumen forestal	Bitácora de las concesiones	
	Se contempla la elaboración e implementación un plan de tráfico vehicular, en donde se establecerán básicamente horarios y rutas, para evitar que los vehículos que trasladan el equipo, materiales e insumos, así como la habilitación de los carriles de aceleración y desaceleración afecten a los pobladores de las localidades cercanas.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Inspecciones periódicas	
	Los dueños de las parcelas en donde se desarrollará el Proyecto recibirán el pago por concepto de arrendamiento de sus terrenos.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Comprobantes de pagos	
Educación Ambiental	Se llevarán a cabo capacitación a los trabajadores sobre los siguientes temas: -Manejo de residuos sólidos haciendo énfasis en su adecuada disposición de la basura. -Manejo de residuos peligrosos en caso de que se generen, serán dirigidas principalmente hacia el personal encargado del manejo de estos residuos. -Conservación de la flora y fauna silvestre.	No. de capacitación programadas/No. de capacitación realizadas	Se registrará en bitácora las capacitaciones realizadas. Fecha, tema y No. de trabajadores que asistieron.	Todas las etapas

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
<b><i>Medidas de restauración y compensación</i></b>				
Modificación del paisaje	Se respetará y vigilará la integridad de las áreas de conservación cuya superficie total es de 15.51 ha. En estas áreas no se realizará ninguna actividad tanto en las etapas de preparación del sitio como de construcción.	Superficie ha	Se harán inspecciones periódicas para garantizar la integridad de las áreas de conservación	Todas las etapas
Modificación del paisaje	Se restaurarán las áreas de afectación temporal.	Superficie restaurada (ha)	Recorrido al término de la Construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.	Operación y Mantenimiento
	Se permitirá la regeneración natural de la vegetación dentro del derecho de vía de la línea de distribución hasta una altura que no interfiera con el cableado aéreo. Esta medida contribuirá a compensar parcialmente las áreas desmontadas y a disminuir la afectación al paisaje.	Superficie restaurada en el derecho de vía (ha)		



**Figura VI. 1. Distribución de las medidas de mitigación.**

## **VI.2. SEGUIMIENTO DE CONTROL Y MONITOREO**

Para el seguimiento y control de las medidas de mitigación planteadas en la Tabla VI.3 se realizará una supervisión ambiental permanente durante todas las etapas del Proyecto a fin de garantizar que estas medidas sean implementadas.

Por otra parte, esta supervisión dará seguimiento a las medidas establecidas para verificar que estas sean efectivas en la prevención, disminución, mitigación y control de los impactos y en su caso evaluará la posibilidad de establecer medidas adicionales.

El cumplimiento de cada medida propuesta se registrará mediante informes de cumplimiento del Programa de Manejo Ambiental, en el cual se reportará el avance en la consecución de las metas establecidas para cada subprograma, así como la evidencia asociada y pertinente (listas, bitácoras, facturas, fotografías, etc.).

## **VI.3. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS**

La mayor parte de los costos de las medidas de mitigación, están incluidas dentro del costo de Construcción del Proyecto, sobre todo las relacionadas con las buenas prácticas como mantenimiento periódico de maquinaria y equipo, manejo de residuos sólidos y peligrosos, contratación de sanitarios portátiles, etc.

También cabe destacar que varias de las medidas consideradas se repiten al formar parte de diferentes componentes, lo cual no implica que el costo total también se sume. La realización de una medida específica, impacta simultáneamente en los componentes considerados con un solo costo.

El costo del manejo, traslado y disposición de residuos no peligrosos; del manejo, el control de emisión de contaminantes a la atmósfera; la concientización del personal que labore en la obra; y todas las demás actividades de mitigación de impactos durante la construcción, se consideran dentro de los costos de construcción.

En la siguiente tabla se presentan montos aproximados que serán destinados para cada uno de los subprogramas planteados, estos costos podrán modificarse.

**Tabla VI. 4. Estimación de costos de los subprogramas que integran el Programa de Manejo Ambiental.**

Subprograma	Costos
Calidad del aire y acústica	No se requerirá un costo adicional al contemplado para la ejecución del Proyecto.
Conservación de la estructura y características fisicoquímicas del suelo.	No se requerirá un costo adicional al contemplado para la ejecución del Proyecto.
Manejo de residuos sólidos	No se requerirá un costo adicional al contemplado para la ejecución del Proyecto.
Manejo de residuos peligrosos	No se requerirá un costo adicional al contemplado para la ejecución del Proyecto.
Manejo sustentable del agua y conservación de la calidad	No se requerirá un costo adicional al contemplado para la ejecución del Proyecto.
Conservación de flora y fauna silvestre	Recuperación del suelo fértil: \$310,000.00 M.N.
	Rescate de especies de flora en estatus de conservación: \$450,000.00 M.N.
	Restauración de áreas de afectación temporal (incluye siembra o plantación de especies, mantenimiento y monitoreo durante un año): \$100,000.00 M.N.
	Cambio de uso de suelo* (costo estimado para 49.60 ha): \$3,610,385.46 M.N.
	Rescate y reubicación de fauna: \$1,200,000 M.N.
	Estudios de monitoreo de fauna: \$800,000 M.N.
Educación Ambiental	No se requerirá un costo adicional al contemplado para la ejecución del Proyecto. Se presenta el monto global aproximado.

Nota: \*El costo por cambio de uso de suelo será modificado respecto a los criterios y análisis por la autoridad (CONAFOR).

# CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

## CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ...	1
VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	1
VII.1.1. Medio abiótico.....	1
VII.1.2. Medio biótico.....	3
VII.1.3. Medio socioeconómico.....	9
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto .....	10
VII.2.1. Medio abiótico.....	12
VII.2.2. Medio biótico.....	14
VII.2.3. Medio socioeconómico.....	17
VII.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto y las medidas de mitigación .....	18
VII.4. Evaluación de alternativas .....	37

## TABLAS

Tabla VII.1 Superficie por tipo de ecosistema en el SAR durante el periodo 1976, 2000 y 2013.....	3
Tabla VII.2 Superficie por tipo de ecosistema en el SAR, Área de Influencia y Área del Proyecto, 2013 .....	5
Tabla VII.3 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	8
Tabla VII.4 Número de especies con distribución potencial en el SAR y Área del Proyecto. ....	8
Tabla VII.5 Número de especies en estatus de conservación por categoría de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y grupo de vertebrados. ....	9
Tabla VII.6 Número de especies en estatus de conservación por categoría de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y grupo de vertebrados. ....	9
Tabla VII.7 No de individuos estimados por especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	14
Tabla VII.8 Escenario actual con el proyecto y con las medidas de mitigación en el medio abiótico.....	19
Tabla VII.9 Escenario actual con el proyecto y con las medidas de mitigación en el medio biótico. ....	27
Tabla VII.10 Escenario actual con el proyecto y con las medidas de mitigación en el medio socioeconómico.....	33
Tabla VII.11 Criterios de selección. ....	37

## FIGURAS

Figura VII. 1. Análisis histórico de los usos del suelo y vegetación en el SAR durante el periodo 1976-2013.....	3
Figura VII. 2. Usos del suelo y vegetación del Área de Influencia y Área del Proyecto, 1976.....	4
Figura VII. 3. Usos del suelo y vegetación del Área de Influencia y Área del Proyecto, 2000.....	5
Figura VII. 4. Escenario actual de usos del suelo y vegetación Serie V.....	6
Figura VII. 5. Usos del suelo y vegetación del Área de Influencia y Área del Proyecto, 2013.....	7
Figura VII. 6. Distribución de obras del Proyecto.....	11
Figura VII. 7. Escenario de los usos del suelo y vegetación del SAR con la ejecución del Proyecto.....	15
Figura VII. 8. Escenario actual y con proyecto de los usos del suelo y vegetación en el Área de Influencia y Área del Proyecto.....	16



## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

#### VII.1.1. MEDIO ABIÓTICO

El Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado se localiza en el Municipio de Progreso en el Estado de Yucatán, tiene una superficie de **22,899.14 ha**. El Área de Influencia del Proyecto, abarca una superficie de **735.19 ha** y el Área del Proyecto abarca una superficie total de **65.11 ha**.

En el SAR se registran básicamente dos tipos de clima: el clima semiseco que se distribuye en la mayor parte de la superficie mientras que el clima cálido subhúmedo se presenta solo en la porción sur. En el Área del Proyecto se presenta un clima semiseco, muy cálido. La temperatura promedio es de 26.3 °C, las temperaturas más altas arriba de los 28 °C se registran en el periodo de mayo a septiembre, enero es el mes con temperaturas más bajas con 22.5 °C. La precipitación promedio anual es 1,096.6 mm, el periodo más lluvioso es de junio a octubre mientras que los meses más secos son enero, noviembre y diciembre.

La calidad del aire en el SAR es buena debido a que no existen desarrollos industriales que puedan generar contaminantes; y existe ausencia de barreras físicas (macizos o cadenas montañosas) que dificulten su dispersión; ya que los vientos que soplan todo el año no permiten la acumulación de contaminantes. Es posible que se generen emisiones puntuales por la presencia de bancos de materiales. Los incendios forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes. La temporada de incendios, fuertemente vinculada con la de sequía, se establece a partir de enero, llegando a su máximo en abril y mayo.

México se encuentra entre los cinco países más atractivos del mundo para invertir en proyectos de energía solar fotovoltaica, tan sólo detrás de China y Singapur. Lo anterior debido a que el país forma parte del "cinturón solar" con una radiación mayor a 5 kWh por m<sup>2</sup> al día. (Secretaría de Economía, 2013). La Península de Yucatán presenta una radiación entre 4.8 y 4.9 Kwh/m<sup>2</sup>. Actualmente en el SAR no existen parques solares fotovoltaicos operando, a pesar de ser un área con alta radiación solar.

De acuerdo a los registros obtenidos de la estación meteorológica de Puerto Progreso, la velocidad promedio es de 9 km/hr y con dirección predominantemente del noreste. Con respecto a los ciclones tropicales, durante el periodo de 1940-2013 nueve ciclones de diversa intensidad han tenido influencia en el SAR.

Actualmente las actividades energéticas tienen una importante contribución a las emisiones de GEI, por ejemplo, en Yucatán la totalidad de la electricidad generada utiliza tecnología de consumo de combustibles, que al ser quemados generan los GEI, por lo que es adecuado enfocarnos en tecnologías donde se dependa cada vez menos de este tipo de combustibles y utilizar fuentes de energía alternas. (SEDUMA, 2013). El SAR actúa como sumidero debido a que mantiene en la mayor parte de la superficie cobertura vegetal en diferentes grados de conservación.

El SAR se localiza en la formación Carrillo Puerto del Terciario Superior se encuentran en una llanura kárstica con elevaciones de 3 a 16 m y que llegan a sustentar una lámina de agua somera. El tipo de roca predominante es la roca caliza del Terciario Superior.

El Área del Proyecto se caracteriza por la escasez del suelo (aproximadamente 30 cm) sobre el sustrato calcáreo, la base está constituida principalmente de limolita calcárea. Se registran disoluciones de tipo proto lápiaz que en algunas partes del terreno le otorga alta rugosidad a la superficie rocosa con pequeños sumideros de 5 a 15 cm, donde crece la vegetación. Se observaron afloramientos de limolita con disoluciones superficiales y agujeros poco profundos que van de 2 a 5 cm, además se registran agujeros de mayor tamaño algunos tienen diámetros de 5 a 15 cm con profundidades de hasta 25 cm pero existen otros de mayor profundidad rellenos con materiales limosos donde crece la vegetación.

El SAR se localiza en una llanura kárstica, se registran altitudes que van de aproximadamente de 2 a 23 msnm, las cotas más elevadas que van del rango de 19 a 23 msnm. El Área del Proyecto la altitud se encuentra en el rango de 2 a 5 m.s.n.m.

En el SAR se identificaron tres tipos de suelo el Leptosol que domina en el SAR y Área del Proyecto, Feozem y Solonchack que se distribuye de forma limitada al noroeste. En la mayor parte de la superficie los suelos presentan textura gruesa.

En el SAR se registra principalmente una degradación ligera del suelo por el desarrollo de las actividades agrícolas y el sobrepastoreo, hacia el norte se registra una degradación fuerte por la deforestación y la remoción de la vegetación. En el SAR no se presenta erosión hídrica ya que es una llanura donde prácticamente no existen pendientes y la mayor parte de la superficie presenta cobertura vegetal, es probable que se presente erosión ligera para las áreas ocupadas por actividades agrícolas o áreas sin vegetación.

El SAR carece de ríos y cuerpos de agua, debido a la naturaleza cárstica de las rocas de la entidad; donde el agua de lluvia se infiltra rápidamente, solo durante la temporada de lluvias se satura el terreno, se infiltra al subsuelo, haciendo subir el nivel freático en las oquedades de las rocas formándose ojos de agua, que sirven de hábitat para algunos anfibios. En el Área del Proyecto se registraron seis ojos de agua.

El "Acuífero Península de Yucatán", abarca toda la Península, es de tipo libre y flota sobre un manto de agua salada, que se infiltra en forma de cuña desde el mar hacia tierra adentro, tiene un volumen disponible de 5,759,221,028 m<sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones. De acuerdo a la información cartográfica de SEDUMA en el Área del Proyecto el acuífero se encuentra en un rango de 2 a 3 m de profundidad. La principal fuente de contaminación es la falta de sistema de alcantarillado, mal funcionamiento de las plantas de tratamiento, otra fuente de contaminación son las áreas en donde se utilizan fertilizantes como en viveros, otras fuentes puntuales son las granjas, gasolineras, etc.

En la península de Yucatán, existen gran cantidad de cenotes, los cuáles son depresiones cársticas del terreno formado como consecuencia del hundimiento del techo de cuevas o cavernas que dejan al aire el agua que las recorre. De acuerdo a la cartografía disponible en la SEDUMA en el SAR se registra un solo cenote ubicado al sur denominado X LA KAJ. En el Área del Proyecto **no existen cenotes**.

### VII.1.2. MEDIO BIÓTICO

Al realizar un análisis de las cartas de usos del suelo y vegetación Serie I (1976), Serie III (2000) y Serie V (2013), se observa que para el 2013 los ecosistemas modificados (actividades agropecuarias principalmente) disminuyeron significativamente y como resultado se incrementó la vegetación secundaria arbustiva y arbórea de las selvas bajas caducifolias y espinosas, por otro lado cabe destacar el crecimiento de las zonas urbanas para el 2013 que representan los ecosistemas artificiales junto con las áreas sin vegetación. En la siguiente tabla se presentan las superficies por tipo de ecosistema para los tres años analizados.

Tabla VII.1 Superficie por tipo de ecosistema en el SAR durante el periodo 1976, 2000 y 2013.

Tipo de ecosistemas	1976		2000		2013	
	ha	%	ha	%	ha	%
Natural	12,710.44	55.51	15371.15	67.13	18,442.93	80.54
Modificado	10,164.35	44.39	7,428.94	32.45	1,947.93	8.51
Artificial	24.35	0.11	99.05	0.43	2,508.28	10.95

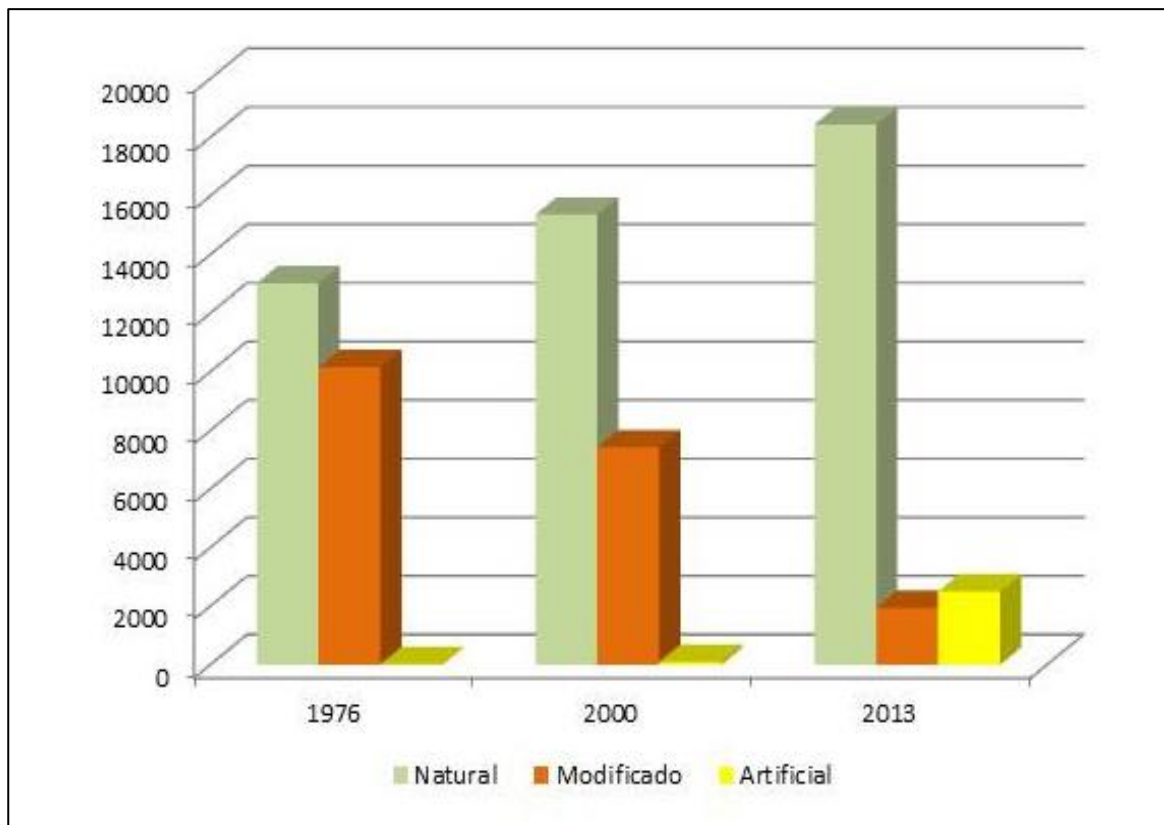
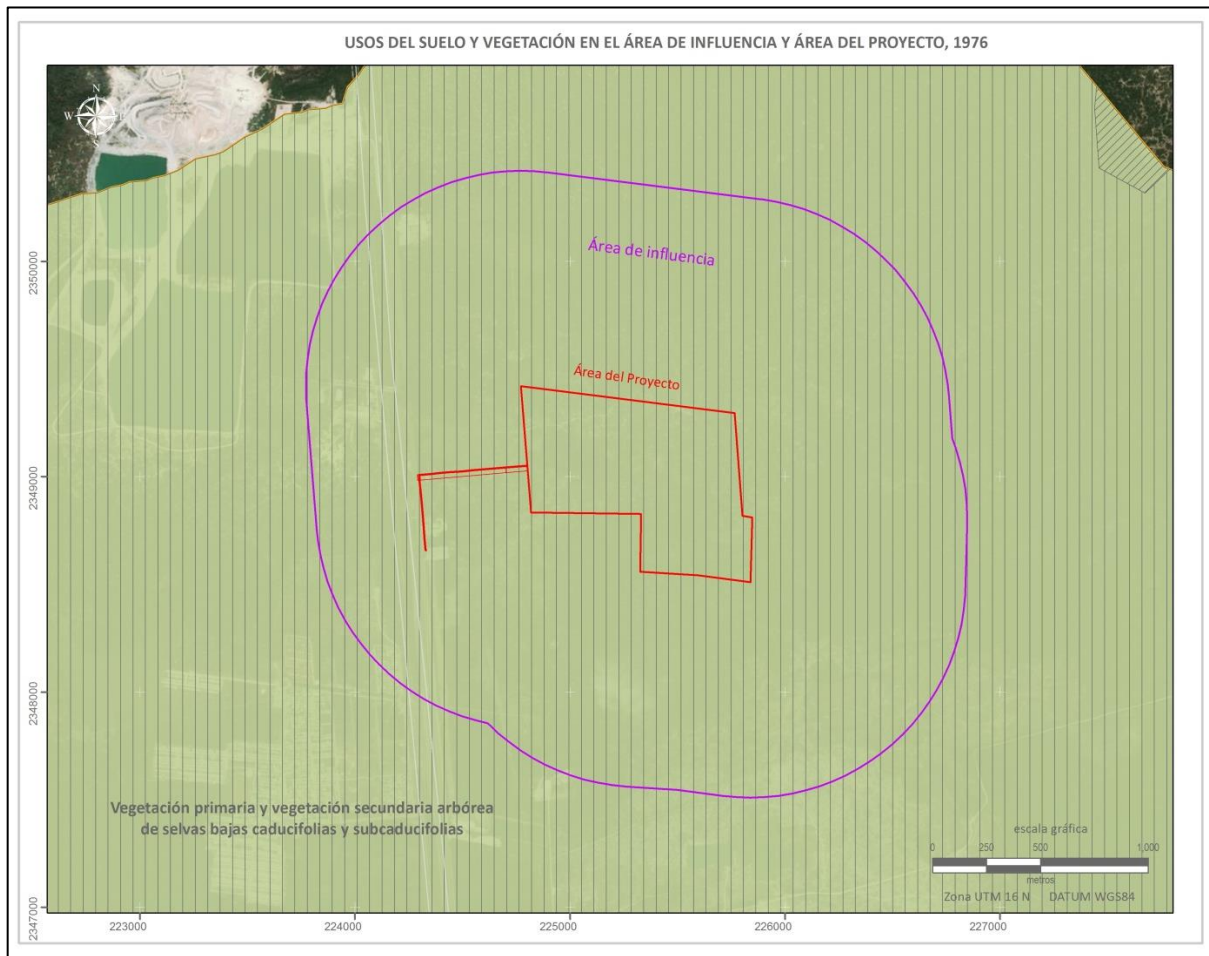


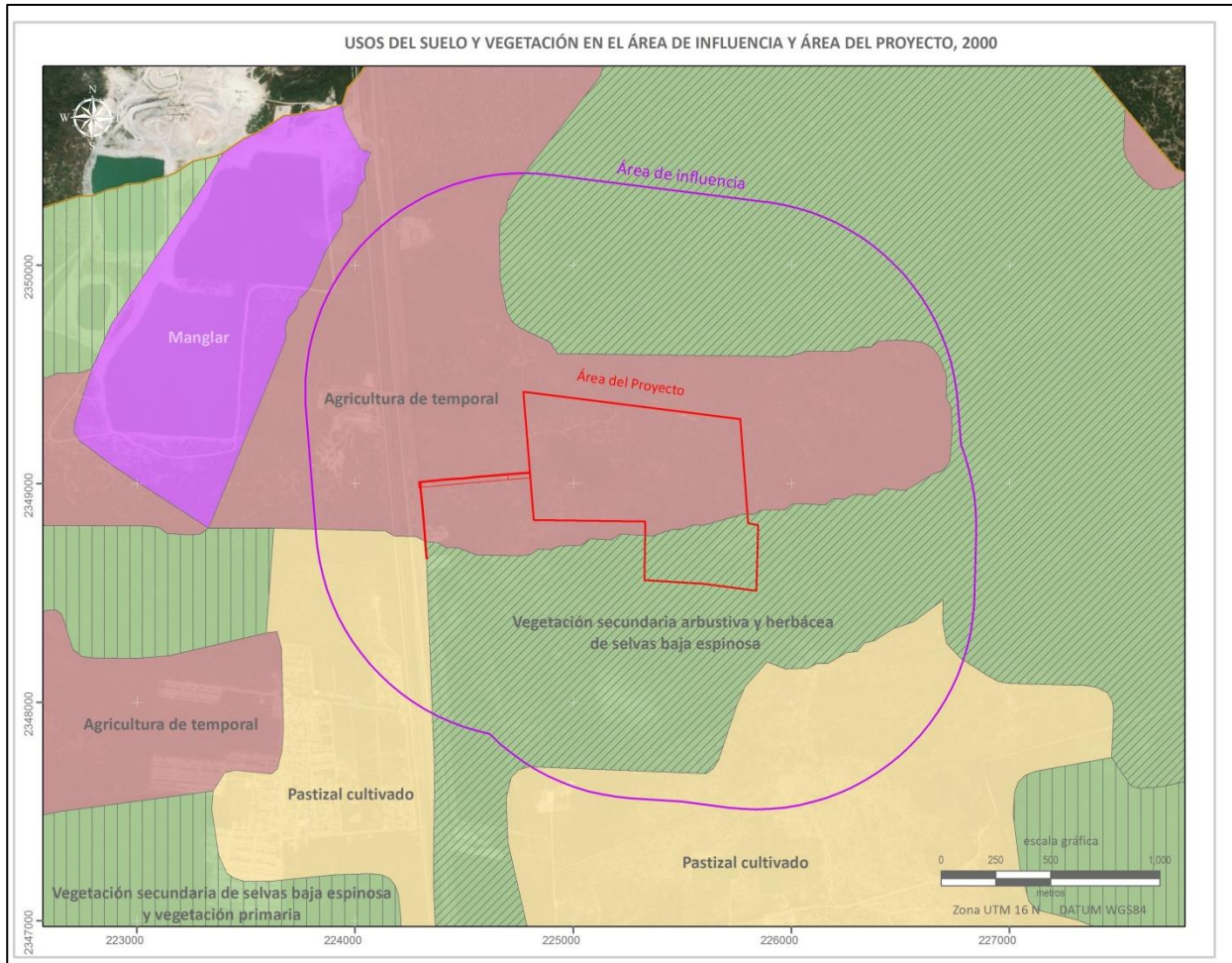
Figura VII. 1. Análisis histórico de los usos del suelo y vegetación en el SAR durante el periodo 1976-2013.

Al hacer un análisis específico para el Área de Influencia y Área del Proyecto se observa que la perturbación se ha ido incrementando, en la carta de usos del suelo de la Serie I (1976) se observa que existían ecosistemas naturales, representados por selvas bajas caducifolias y subcaducifolias para la carta de usos del suelo serie III (2000) esta superficie era reportada por INEGI, con presencia de actividades agropecuarias y la vegetación ya no era primaria sino secundaria arbustiva y herbácea de selvas bajas caducifolias y subcaducifolias, como se puede observar en las siguientes figuras.



**Figura VII. 2. Usos del suelo y vegetación del Área de Influencia y Área del Proyecto, 1976.**

Fuente: INEGI. 1976. Carta de Usos del Suelo y Vegetación, Serie I. Escala 1:250,000



**Figura VII. 3. Usos del suelo y vegetación del Área de Influencia y Área del Proyecto, 2000.**

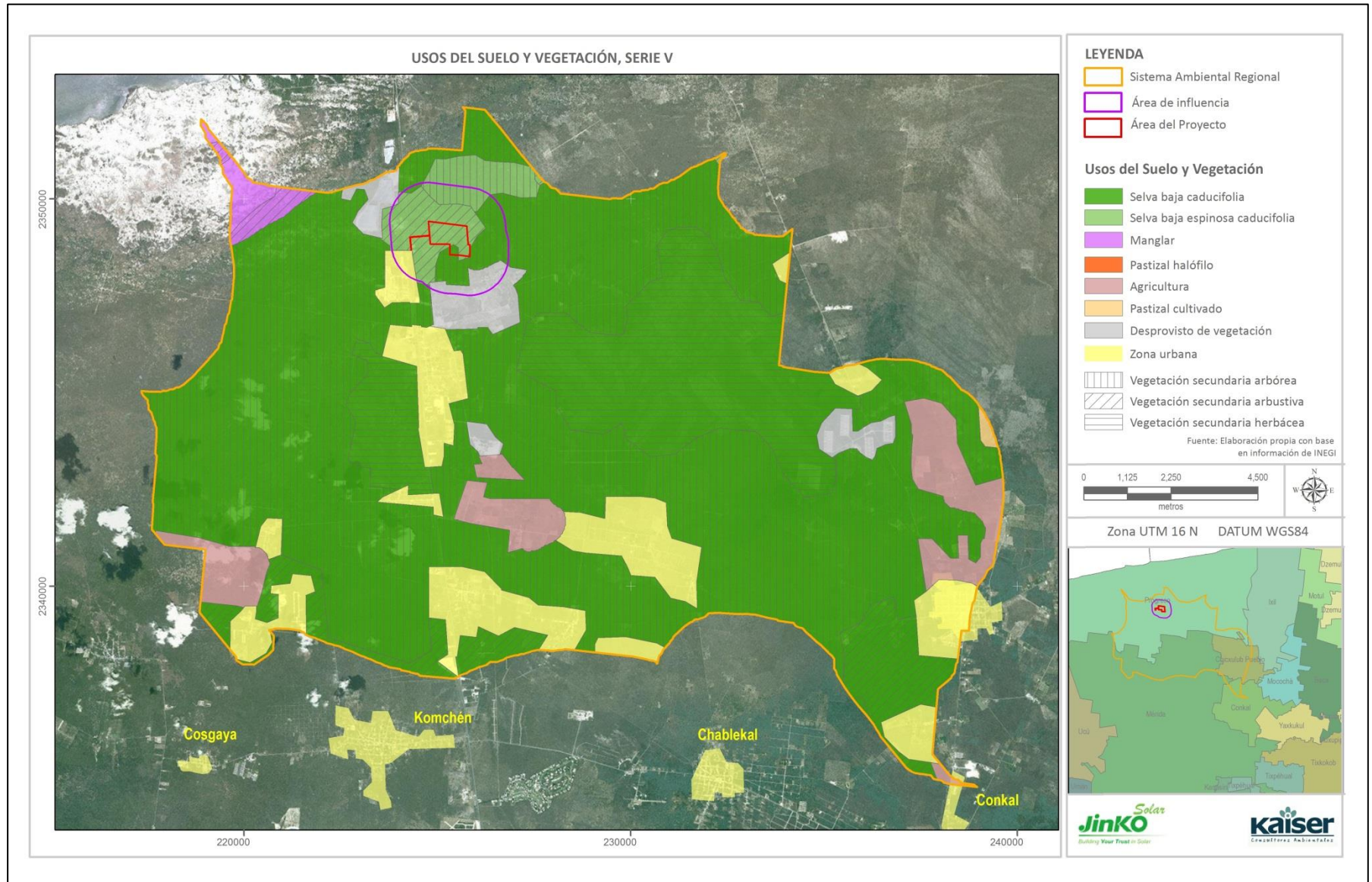
Fuente: INEGI. 2000-2005. Carta de Usos del Suelo y Vegetación, Serie III. Escala 1:250,000

Actualmente en el SAR predominan los ecosistemas naturales abarcan aproximadamente el 80.54% (18,442.93 ha), constituidos principalmente por vegetación secundaria de selvas bajas espinosas y caducifolias, los ecosistemas modificados ocupan el 8.5% (1,948.01 ha) y los ecosistemas artificiales representan el 10.95% (2,508.28 ha). El Área de influencia presenta un comportamiento similar, en el Área del Proyecto solo se representan ecosistemas naturales constituidos por la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva baja espinosa caducifolia. En la siguiente tabla se presenta el desglose de la superficie por tipo de ecosistema.

**Tabla VII.2 Superficie por tipo de ecosistema en el SAR, Área de Influencia y Área del Proyecto, 2013**

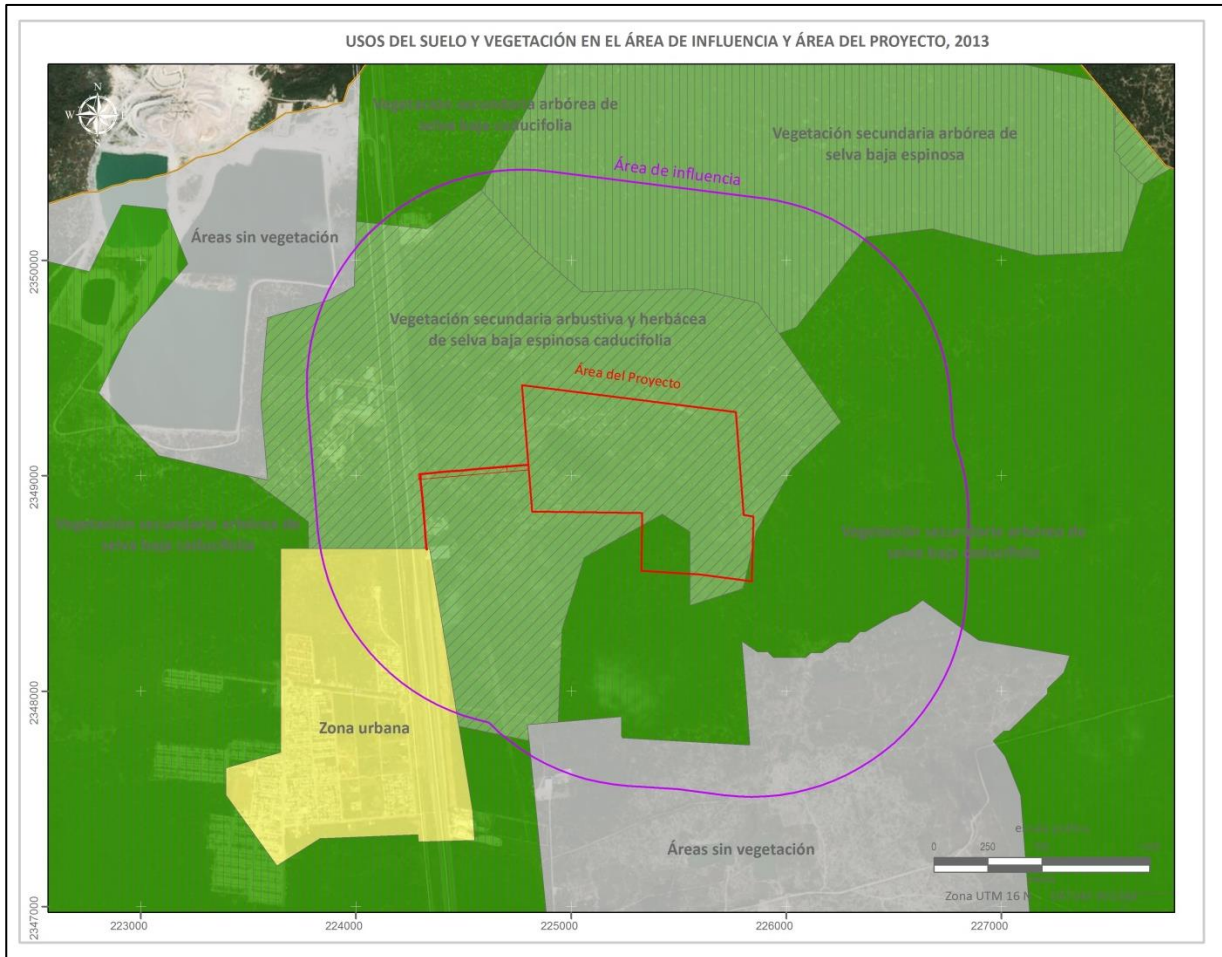
Tipo de ecosistemas	SAR		Área de Influencia		Área del Proyecto	
	ha	%	ha	%	ha	%
Natural	18,442.93	80.54	625.56	85.09	65.11	100
Modificado	1,947.93	8.5	81.41	11.07	0	0
Artificial	2,508.28	10.95	28.22	3.84	0	0

Fuente: INEGI. Carta de usos del suelo y vegetación, Serie V, escala 1:250,000. Modificación propia con base en trabajos de campo



**Figura VII. 4. Escenario actual de usos del suelo y vegetación Serie V.**

El Área del Proyecto se localiza principalmente en un área con vegetación secundaria arbustiva y herbácea de selva baja espinosa caducifolia, esta vegetación está formada por tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo formados principalmente por especies espinosas. La altura de los árboles oscila entre 3 y 8 metros, con un DAP (diámetro a la altura del pecho) que generalmente no rebasa los 20 cm. La mayoría de las plantas pertenecen a la familia Leguminosae de las subfamilias Mimosoidea y Caesalpinoidea, que son caducifolias ya que pierden sus hojas en la temporada de seca. Las zonas más cercanas al mar, están dominadas por cactáceas, agaváceas, palmas pequeñas y espinosas.



**Figura VII. 5. Usos del suelo y vegetación del Área de Influencia y Área del Proyecto, 2013.**

Fuente: INEGI. Carta de usos del suelo y vegetación, Serie V, escala 1:250,000. Modificación propia con base en trabajos de campo

En el SAR potencialmente se pueden registrar 187 especies distribuidas en 58 familias. Cabe destacar que las especies registradas en el Área del Proyecto son muy comunes a la Península de Yucatán y además algunas de ellas son pioneras de ecosistemas impactados.

En el Área del Proyecto, en el estrato arbustivo, las especies con mayor valor de importancia relativa (VIR) fueron *Mimosa bahamensis*, *Phitecellobium dulce* y *Bursera simaruba*, principalmente. La abundancia de *Mimosa bahamensis* sugiere una etapa temprana de recuperación, la cual podría deberse al impacto observado en el Área del Proyecto, que de acuerdo con el análisis retrospectivo en el 2000 en el Área del Proyecto se reportaban actividades agropecuarias aunque actualmente no se lleven a cabo, el desarrollo de la infraestructura eléctrica y la cacería ilegal han disminuido y perturbado la vegetación natural, cabe destacar que por ambas actividades han realizado la construcción de caminos y brechas.

En lo que concierne al estrato arbóreo conformado por ejemplares de más de 3 m de altura, se observa que las especies con mayor VIR son *Leucaena leucocephala*, *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula* y *Caesalpinia gaumeri*. Todas ellas de distribución común en la península, las dos primeras suelen ser pioneras en ecosistemas impactados.

Se registraron cuatro especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el Área del Proyecto y otras dos especies relevantes para la conservación, las cuales se enlistan en la siguiente tabla.

**Tabla VII.3 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Espece	Nombre común	Individuos/ha	Estatus	Endemismo
<b>Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010</b>				
<i>Mammillaria gaumeri</i>	k'iix pak' am, pool miis	49	Protección	Endémica
<i>Pterocereus gaumeri</i>	Kanzacam	16	Protección	Endémica
<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán	1	Amenazada	No Endémica
<i>Beucarnea pliabilis</i>	Despeinada, soyate	1	Amenazada	Endémica
<b>Especies relevantes para la conservación</b>				
<i>Pilosocereus gaumeri</i>	tso'ots' pak'am, K'an chooch	4	--	Endémica
<i>Stenocereus leavigatus</i>	k'ulub	20	--	Endémica

El número de especies de fauna con una distribución potencial en el SAR, fue de 384 especies, mientras que en el Área del Proyecto, se registraron un total de 106 especies de vertebrados terrestres, como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla VII.4 Número de especies con distribución potencial en el SAR y Área del Proyecto.**

Grupo	SAR			Área del Proyecto		
	No. de orden	No. familias	No. de especies	No. de orden	No. familias	No. de especies
Anfibios	2	7	13	1	4	6
Reptiles	2	16	64	1	10	15
Aves	21	52	267	12	26	72
Mamíferos	8	17	40	6	9	13



En el Área del Proyecto, se registraron **14 especies en estatus de conservación** de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales **8 se encuentran en la categoría de protección especial, 3 amenazadas y 3 en peligro de extinción**. En la siguiente tabla se presenta el número de especies por grupo de vertebrados.

**Tabla VII.5 Número de especies en estatus de conservación por categoría de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y grupo de vertebrados.**

Grupo	Peligro de extinción	Amenazada	Protección especial	Total
Anfibios y reptiles	0	1	3	4
Aves	2	1	5	8
Mamíferos	1	1	0	2

En la siguiente tabla se enlistan las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 por grupo de vertebrado.

**Tabla VII.6 Número de especies en estatus de conservación por categoría de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y grupo de vertebrados.**

Grupo	Especies
Anfibios y reptiles	<i>Laemantus serratus</i> (lemancto coronado), <i>Coleonyx elegans</i> (cuija yucateca), <i>Ctenosaura similis</i> (iguana gris) y <i>Agkistrodon russeolus</i> (cantil yucateca).
Aves	<i>Dactylortyx thoracicus</i> (codorniz silbadora), <i>Meleagris ocellata</i> (pavo ocelado), <i>Buteogallus anthracinus</i> (aguililla negra menor), <i>Doricha eliza</i> (colibrí cola hendida), <i>Eupsittula nana</i> (perico pecho sucio), <i>Vireo pallens</i> (vireo manglero), <i>Campylorhynchus yucatanicus</i> (matraca yucateca), <i>Passerina ciris</i> (colorín sietecolores).
Mamíferos	<i>Puma yagouaroundi</i> (jaguarundi, leoncillo), <i>Panthera onca</i> (jaguar).

### VII.1.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

El paisaje del SAR presenta una calidad media, debido a que si bien la mayor parte de la superficie presenta cobertura vegetal está es de carácter secundario y en su mayoría predomina el estrato arbustivo y herbáceo. El paisaje natural ha sido fragmentado por la construcción de vialidades e infraestructura eléctrica, así como por el desarrollo urbano.

El SAR abarca parcialmente a cinco municipios: Progreso, Mérida, Conkal, Chicxulub Pueblo e Ixil. La tasa de crecimiento ha sido positiva durante el periodo de 1990-2010 en los cinco municipios, los que presentaron mayor crecimiento fueron los municipios de Mérida, Conkal y Progreso. De acuerdo a la Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el 2010, el Municipio de Progreso en donde se llevará a cabo el Proyecto, registró un índice de marginación bajo al igual que el municipio de Conkal, mientras que el municipio de Mérida la marginación es muy baja y en el municipio Chicxulub Pueblo tuvo una marginación media.

De acuerdo al último censo de población y vivienda, en los tres municipios que registran localidades al interior del SAR, durante el Censo de Población y Vivienda 2010, se contabilizaron 1,354 personas de más de tres años que hablan alguna lengua indígena, de los cuales 761 son hombres y 593 mujeres. En el Área de Influencia ni en el Área del Proyecto NO se registraron personas de tres años y más que hable alguna lengua indígena.

El Sistema Eléctrico Nacional está dividido en nueve zonas, el Proyecto se localiza en la Zona 9 Peninsular, la cual ha tenido una tasa de crecimiento de demanda de energía anual del 4.9% en el periodo del 2002-2013, esta tasa de crecimiento está por arriba de cualquiera de las otras zonas y se espera que este escenario se mantenga hasta el 2028. (Programa de Inversiones del Sector Eléctrico 2014-2028).

## VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

El Proyecto consiste en un parque de generación de energía solar fotovoltaica, con una capacidad nominal de 18 MW Corriente Alterna (CA), equivalentes a 19.764 MWp Corriente Directa (CD), con una generación anual estimada de **48, 748 MWH / año**.

El Proyecto utilizará paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en corriente directa durante el día, la cual será convertida a corriente alterna en media tensión en 34.5 kV. El parque fotovoltaico contará con un sistema de seguidores, los cuales forman parte del sistema de montaje o estructura de los paneles fotovoltaicos, serán horizontales de un eje (norte-sur) con el fin de incrementar la generación eléctrica. El parque estará interconectado a la Subestación Eléctrica San Ignacio 34.5 kV, ubicada a 500 m al sur del parque a través de una línea de distribución de 34.5 kV.

El Proyecto se desarrollará en una superficie total de **65.11 ha**, las cuales corresponden a la siguiente distribución: **64.44 ha** donde se construirá y operará el parque fotovoltaico junto con todos sus componentes incluyendo las áreas de conservación; **0.30 ha** para la construcción del camino de acceso que forma parte de este proyecto y parte de la línea de distribución que conectará al parque fotovoltaico con la SE San Ignacio, **0.20 ha** de la línea de distribución que se construirá sobre el camino de acceso que forma parte de la parte de las vialidades del proyecto "Construcción de Vialidades Internas Progreso HUB " el cual fue autorizado en materia de Impacto Ambiental mediante el oficio No. 726.4/UGA-00281/0000603 y **0.17 ha** del resto de la línea de distribución que se ubicará en el derecho de vía de la carretera No. 261 Mérida-Progreso.

Los principales componentes del Proyecto son los siguientes:

- Módulos fotovoltaicos montados en estructuras con seguidores de un eje horizontal conectados a inversores (DC/AC) y a las estaciones de media tensión.
- Vialidades internas para acceder a los módulos fotovoltaicos y darles mantenimiento periódico.
- Estación de switcheo.
- Edificio de control.
- Edificio de operación y mantenimiento.
- Tanque de agua.
- Tanque séptico.
- Línea de distribución de 34.5 kV.
- Se contempla la realización de modificaciones en la SE San Ignacio que consisten en la construcción de una bahía (1 interruptor) y un alimentador de 34.5 kV para la interconexión de la línea de distribución con la subestación San Ignacio.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de cada uno de los componentes del proyecto.

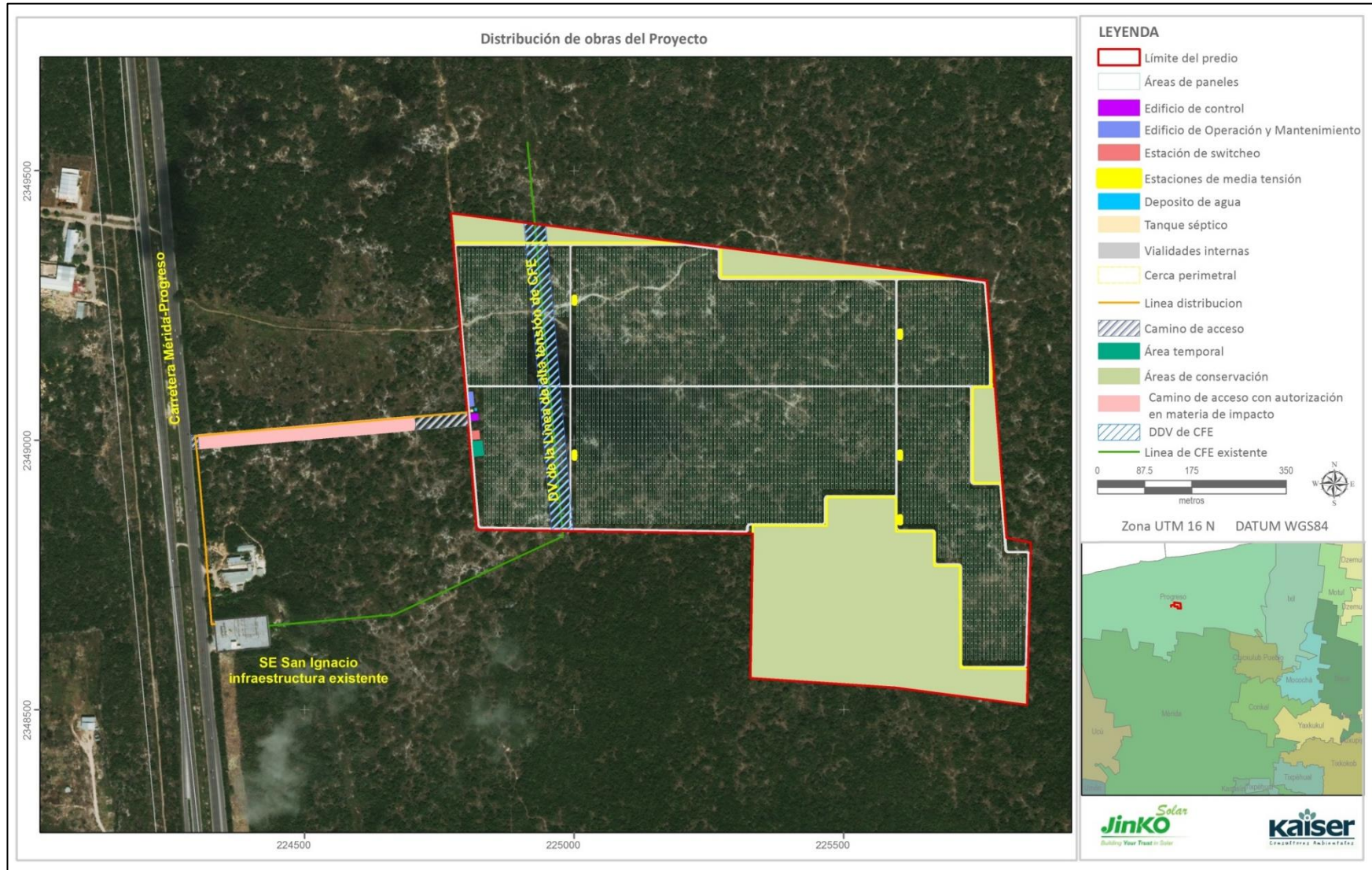


Figura VII. 6. Disitrbución de obras del Proyecto.

### VII.2.1. MEDIO ABIÓTICO

El Proyecto requiere el desmonte de 49.60 ha de vegetación secundaria y arbustiva de selva baja espinosa caducifolia por lo que en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción se modificará el microclima únicamente en el área del desmonte, donde se incrementarán las temperaturas particularmente durante el periodo de mayo a septiembre por mayor exposición a la insolación.

La cobertura de la selva baja espinosa caducifolia del SAR ocupa una superficie de 666.4 ha almacena **11,559.97** toneladas de CO<sub>2</sub>e, por el desmonte de 49.60 ha de vegetación secundaria y arbustiva de selva baja espinosa caducifolia, se estimó que se dejarán de capturar anualmente hasta **860.406 toneladas de CO<sub>2</sub>e** que representan el 7.6% de la captura de CO<sub>2</sub>e del SAR

En la Operación se considera que el Proyecto contribuirá a disminuir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) ya que con la ejecución del Proyecto se dejarán de emitir a la atmosfera 3.54 toneladas de CO<sub>2</sub> al día contribuyendo a la mitigación al cambio climático.

La calidad del aire del SAR se mantendrá igual, únicamente en el Área del Proyecto disminuirá temporalmente la calidad del aire debido a la emisión de gases de combustión (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, etc) por la operación del equipo y maquinaria, así como por el tránsito de los camiones que se requieren para el traslado de los 74,880 módulos policristalinos y otros insumos. Otras actividades que provocarán de forma puntual y temporal a la calidad del aire son el almacenamiento de materiales granulares, el desmonte y despalme así como el movimiento de tierras.

La calidad acústica se verá modificada por la generación de ruido, debido a la presencia de 233 trabajadores, al uso del equipo y maquinaria pesada así como el tránsito de los camiones generara ruido que podría molestar a las personas de las localidades cercanas se disminuirá la calidad acústica en el Área de Influencia y en el Área del Proyecto, sin embargo, esto solo será temporal y únicamente en las áreas de trabajo. Durante la operación no habrá una disminución de la calidad acústica del Área del Proyecto.

La topografía del SAR y el Área de Influencia no tendrá cambios por la ejecución del proyecto. En el Área del Proyecto la topografía será modificada durante la etapa de preparación del sitio y construcción, por el movimiento de tierras y las excavaciones que se requieren para las diferentes cimentaciones, estas modificaciones serán temporales.

Los diferentes tipos de suelos del SAR no se verán afectados por el Proyecto. En el Área del Proyecto las actividades que generarán mayor impacto sobre la estructura del suelo, son el desmonte y despalme, pues se realiza la remoción de la vegetación, así como el retiro de la capa de suelo fértil (corresponde al suelo constituido por la tierra vegetal). Se llevarán a cabo también, movimientos de tierra (nivelaciones, excavaciones, cimentaciones, rellenos, etc.) que alterarán también la estructura del suelo.

En el Área del Proyecto se podría contaminar el suelo por el inadecuado manejo de residuos líquidos, sólidos y peligrosos, así como por derrames accidentales por el inadecuado manejo de combustibles o por el goteo proveniente de equipo y maquinaria en mal estado.

En el SAR y Área de influencia no habrá afectaciones de ningún tipo a los escurrimientos temporales. La modificación del patrón de drenaje en el Área del Proyecto se verá afectada durante las actividades realizadas para el almacenamiento de materiales, las nivelaciones y excavaciones podrán obstruir el flujo de escurrimientos estacionales de forma temporal. La construcción de las instalaciones auxiliares, el camino de acceso, la estación de switcheo y la instalación de los 19 postes de concreto de la línea de distribución, modificarán de forma permanente y puntual el patrón de drenaje de los escurrimientos temporales.

En el Área del Proyecto, la contratación de 233 personas, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, podría contaminar a los escurrimientos superficiales, por el inadecuado manejo de los residuos sólidos generados durante su estancia. El riesgo de contaminación por el derrame de gasolina, aceites y grasas, siempre existe cuando se utiliza maquinaria pesada, en caso de no realizar la recuperación del suelo contaminado, durante la temporada de lluvias, los escurrimientos temporales podrían contaminarse. En las instalaciones temporales se tiene contemplado el almacenamiento de diesel, en caso de que existiera un derrame podría contaminar los escurrimientos superficiales.

Los seis ojos de agua ubicados en el Área del Proyecto no se afectarán por ninguna actividad contemplada y forman parte del Área de Conservación del Proyecto.

No se afectará la disponibilidad del agua del acuífero por la ejecución del Proyecto, debido a que no se requiere de la extracción de agua subterránea, por lo que no habrá una disminución del volumen disponible del acuífero. Por otro lado, el área ocupada por las instalaciones auxiliares, así como la estación de switcheo y el camino de acceso ocasionarán una reducción de las superficies de infiltración de forma puntual y permanente del "*Acuífero Península de Yucatán*", sin embargo, la superficie considerada para esta infraestructura es de solo **0.38 ha.**

Se contempla de forma temporal un área destinada para instalar un tanque de combustible con capacidad de 5,000 litros. El área será cercada y cumplirá con la normatividad ambiental vigente, contará con señalamiento, sistema de contención de derrames. El tanque de combustible, será visible, al menos a 3 metros de distancia, la identificación del combustible que contiene. Aun cuando se contemplan medidas para evitar cualquier incidente con el manejo de combustibles, el riesgo de contaminar o modificar las características fisicoquímicas del acuífero, se presentaría en caso de que hubiera un derrame accidental de combustibles de tal magnitud que pudiese verse afectado.

## VII.2.2. MEDIO BIÓTICO

De acuerdo con el plano de usos del suelo, Serie V, la vegetación secundaria de selva baja espinosa ocupa en el SAR una superficie de **666.4 ha** y el proyecto contempla el desmonte de **49.60 ha** por lo que afectará el **7.44%** de este tipo de vegetación del SAR. Sin embargo, cabe destacar que el desmonte afectará principalmente la vegetación secundaria arbustiva y en menor grado la vegetación secundaria arbórea.

El Proyecto requiere el desmonte de **49.60 ha** de vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja espinosa caducifolia, provocará la pérdida de 15,277 plantas del estrato arbóreo (especies leñosas mayores a 1.5 m de altura) y 12,846 plantas del estrato arbustivo (1.5 a 3 m de altura total). Cabe destacar que se hizo la cuantificación para las especies en el estrato arbustivo de 1.5 a 3 m de altura total y del estrato arbóreo de más de 3 m).

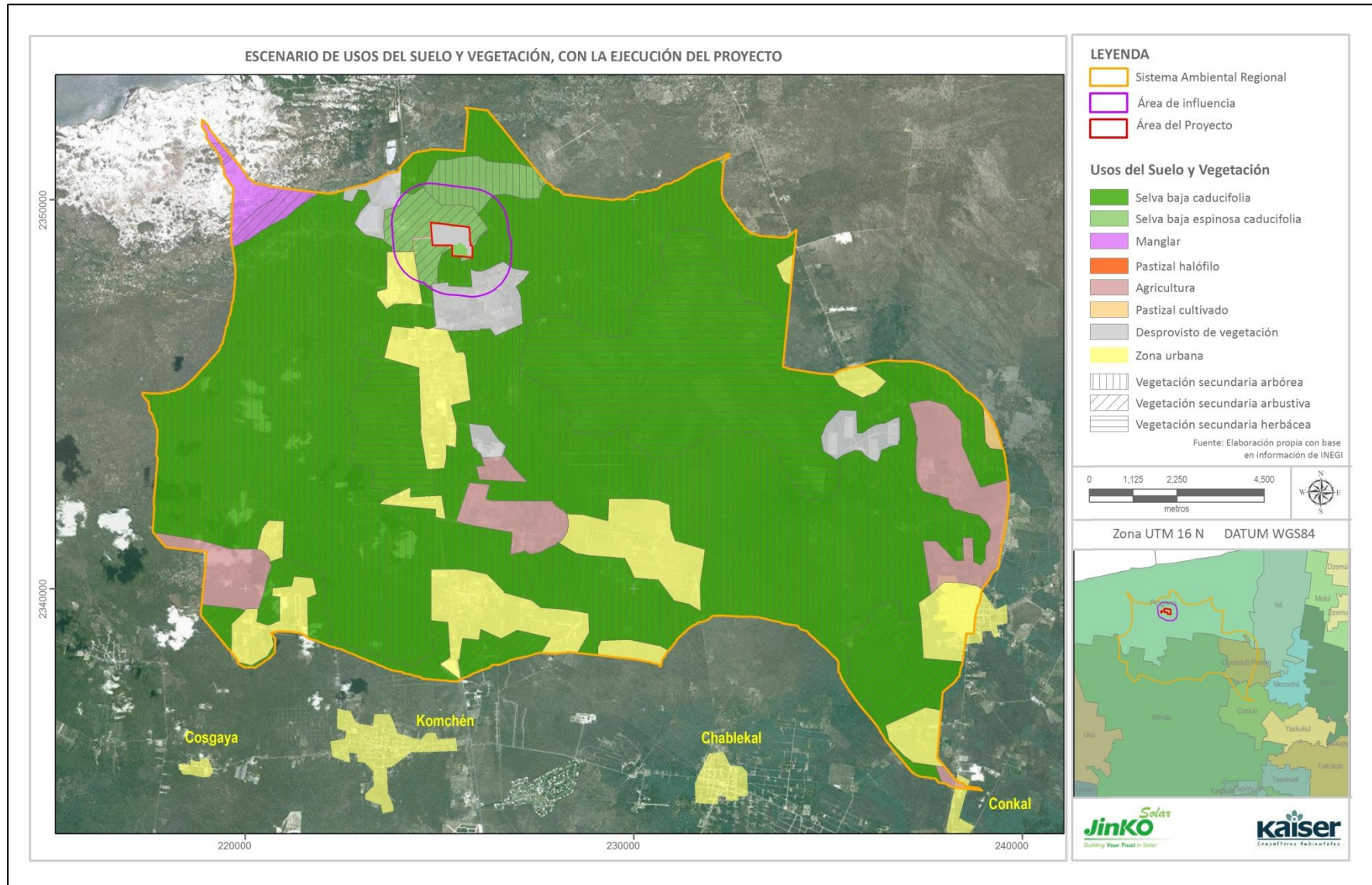
Por el mantenimiento de las instalaciones del Proyecto que se llevará a cabo periódicamente, principalmente en el área de ocupación de los módulos fotovoltaicos y el derecho de vía de la línea de distribución, no se permitirá el crecimiento de ciertas especies principalmente las arbóreas y arbustivas por lo que afectará la distribución y abundancia de estas especies.

En total se estima que se removerán aproximadamente 3,323 plantas pertenecientes a especies consideradas en estatus de conservación según la NOM-059-2010 y 1,190 plantas pertenecientes a dos especies consideradas relevantes para la conservación. De las cuatro especies en estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010, se estima que debido al desmonte se afectará aproximadamente el 7% de los individuos que se registran en la selva baja espinosa caducifolia del SAR y 0.1% de las especies que se consideraron relevantes para la conservación, cabe destacar que estas especies se registran también en la selva baja caducifolia por lo que el impacto sobre las poblaciones de estas especies podría ser significativamente menor.

En la siguiente tabla se enlistan el número de plantas por especie que serán afectadas por el desmonte.

**Tabla VII.7 No de individuos estimados por especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Especie	Nombre común	Individuos/ha	Estimación del total de individuos	
			a remover por el desmonte	Presentes en el SAR
<b>Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010</b>				
<i>Mammillaria gaumeri</i>	K'iix pak'am, pool miis	49	2,430	32,653.6
<i>Pterocereus gaumeri</i>	Kanzacam	16	794	10,662.4
<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán	1	50	666.4
<i>Beucarnea pliabilis</i>	Despeinada, soyate	1	50	666.4
<b>Especies relevantes para la conservación</b>				
<i>Pilosocereus gaumeri</i>	Tso'ots' pak'am, K'an chooch	4	198	135,812.32
<i>Stenocereus leavigatus</i>	k'ulub	20	992	679,061.6



**Figura VII. 7. Escenario de los usos del suelo y vegetación del SAR con la ejecución del Proyecto**

Fuente: INEGI. 2000-2005. Carta de Usos del Suelo y Vegetación, Serie III. Escala 1:250,000

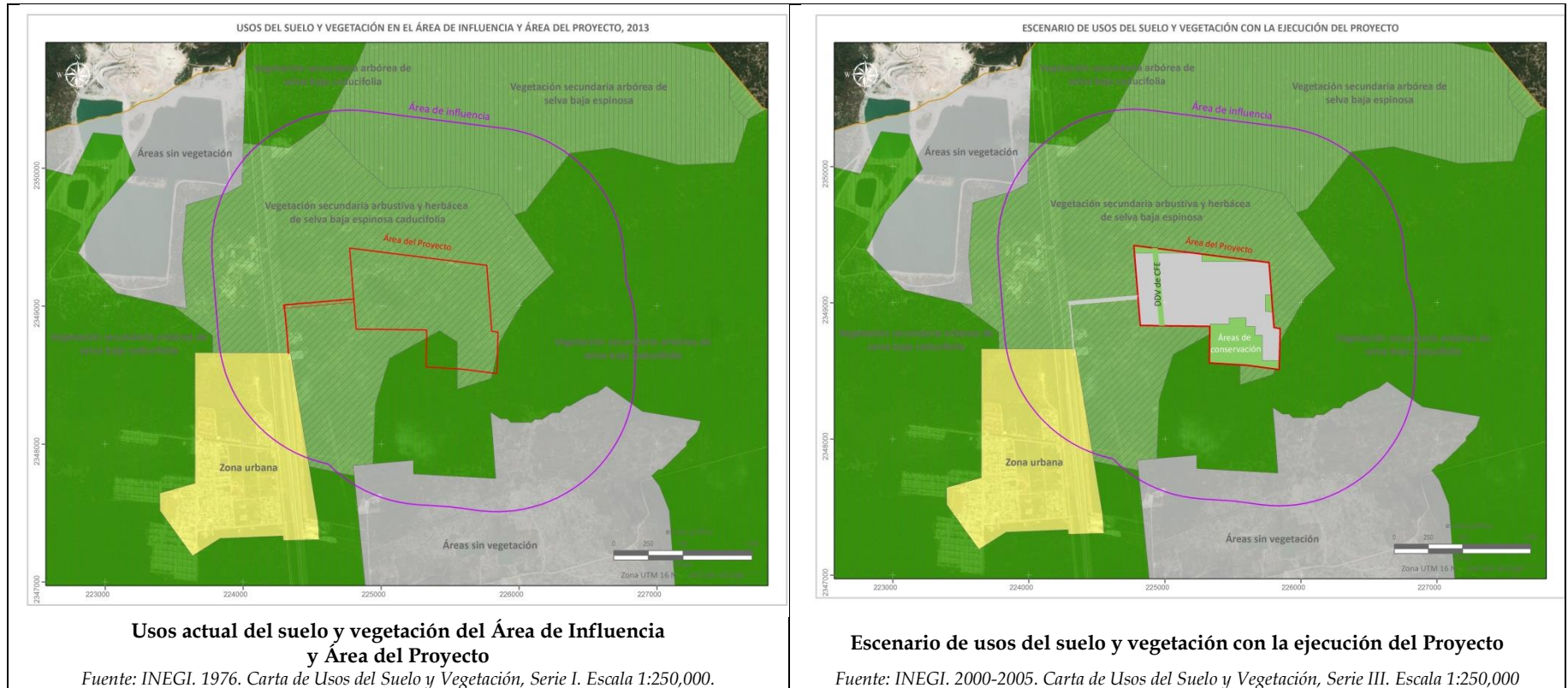


Figura VII. 8. Escenario actual y con proyecto de los usos del suelo y vegetación en el Área de Influencia y Área del Proyecto.



El desmante de 49.60 ha que requiere el proyecto afectará al hábitat de 106 especies de vertebrados, 72 especies de aves, 15 de reptiles, 13 de mamíferos y 6 de anfibios. La presencia de 233 trabajadores podría destruir nidos, madrigueras, etc afectando al hábitat de los organismos de diferentes especies de la fauna silvestre. De forma puntual si la maquinaria invade otras áreas fuera de las previamente delimitadas también podrían afectar el hábitat.

El mantenimiento de las instalaciones del Proyecto que se llevará a cabo periódicamente, principalmente en el área de ocupación de los módulos fotovoltaicos y el derecho de vía de la línea de transmisión, no permitirá el crecimiento de ciertas especies principalmente las arbóreas y arbustivas por lo que también afectarán al hábitat aunque es de suponerse que serán de especies resistentes a la perturbación.

El desmante afectará a todas las especies de fauna en estatus de conservación registradas, debido al desmante que provocará la pérdida de hábitat, áreas de refugio, zonas de alimentación y reproducción.

### VII.2.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

Durante la preparación del sitio y construcción habrá impactos al paisaje por la presencia de maquinaria y equipo, materiales e insumos los cuales serán de carácter temporal.

El desmante así como la introducción de elementos artificiales como los paneles fotovoltaicos, las instalaciones auxiliares, la estación de switcheo, la línea de distribución y el camino de acceso, serán las principales actividades que disminuirán la calidad de paisaje de forma permanente.

La mayor parte de las instalaciones del parque fotovoltaico, no podrán ser observadas debido a que no existen localidades en el Área del Proyecto ni en el Área de Influencia. Por otra parte el proyecto se encuentran aproximadamente a 500 m de la carretera federal No.261 Mérida-Progreso y la vegetación que crece junto a esta vialidad no permitirá que se observe a la distancia.

Se arrendarán los terrenos en donde se instalará el Proyecto esto tendrá un impacto benéfico moderado, puntual, permanente al menos durante 30 años de la vida útil del proyecto sobre la calidad de vida de los propietarios y sus familias.

La generación de 233 empleos directos durante la etapa de preparación del sitio y construcción tendrá un impacto benéfico, sobre la calidad de vida de los trabajadores y sus familias, aunque de forma temporal.

Los 14 empleos que se generarán durante la etapa de operación y mantenimiento tendrán un impacto benéfico, bajo, puntual y permanente, sobre la calidad de vida de los trabajadores contratados y sus familias.

La operación del Proyecto al proporcionar energía a través de fuentes renovables, evitando la emisión de gases de combustión que afectan la calidad del aire y al cambio climático, así como el fortalecimiento de la infraestructura eléctrica la calidad de vida de las personas se verá beneficiada.

Durante la preparación del sitio y construcción transitarán aproximadamente 1,541 vehículos, que incrementarán el tráfico vehicular de la carretera federal No. 261 Mérida-Progreso que conecta a varias localidades incluyendo Mérida y Progreso.

Con la operación del Proyecto se contribuirá a fortalecer la infraestructura eléctrica a partir de fuentes de energía renovables y cero emisiones de gases de efecto invernadero. El Proyecto tendrá una producción anual de energía superior a 18 MW Corriente Alterna (CA), equivalentes a 19.764 MWp Corriente Directa (CD), con una generación anual estimada de 48, 748 MWH/año, contribuyendo a incrementar y fortalecer la infraestructura eléctrica de la Península de Yucatán.

### **VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

El Proyecto contempla medidas de mitigación para los impactos ambientales identificados e implementar un Programa de Manejo Ambiental y subprogramas con indicadores de seguimiento para garantizar su cumplimiento. Se implementarán buenas prácticas en el procedimiento constructivo para minimizar las emisiones a la atmósfera y el ruido proveniente de la maquinaria y equipo, se contempla el manejo de los residuos líquidos sólidos y peligrosos de acuerdo a lo establecido a la normatividad ambiental federal y estatal a fin de evitar la contaminación del suelo.

Se implementará un Programa de rescate de flora y fauna enfocado principalmente a las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de mantener áreas de conservación **15.51 ha** que representan el 23.24% del Área del Proyecto, la restauración de las áreas de afectación temporal.

En la siguiente tabla se hace una síntesis de los escenarios actual, con proyecto y con medidas de mitigación por cada componente ambiental.

**Tabla VII.8 Escenario actual con el proyecto y con las medidas de mitigación en el medio abiótico.**

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Clima	Modificación del microclima	<p>En el SAR se registran básicamente dos tipos de clima: el clima semiseco que se distribuye en la mayor parte de la superficie mientras que el clima cálido subhúmedo se presenta sólo en la porción sur. En el Área del Proyecto se presenta un clima semiseco, muy cálido. La temperatura promedio es de 26.3 °C, las temperaturas más altas arriba de los 28 °C se registran en el período de mayo a septiembre, enero es el mes con temperaturas más bajas con 22.5 °C. La precipitación promedio anual es 1,096.6 mm, el periodo más lluvioso es de junio a octubre mientras que los meses más secos son enero, noviembre y diciembre.</p> <p>En el SAR se ha disminuido la cobertura vegetal para el desarrollo de las zonas urbanas así como por la construcción de la infraestructura vial y eléctrica modificando el microclima debido al incremento de la temperatura por mayor insolación.</p>	<p>El Proyecto requiere el desmonte de 49.60 ha de vegetación secundaria y arbustiva de selva baja espinosa caducifolia por lo que en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción se modificará el microclima únicamente en el área del desmonte, donde se incrementarán las temperaturas particularmente durante el periodo de mayo a septiembre por mayor exposición a la insolación.</p>	<p>Solo se harán los desmontes en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de éstas.</p> <p>Se contempla la restauración de las áreas de afectación temporal, lo que permitirá que se recupere paulatinamente el microclima de estas áreas.</p>
Atmósfera	Presencia o ausencia de fuentes de contaminación atmosférica	<p>La calidad del aire en el SAR es buena debido a que no existen desarrollos industriales que puedan generar contaminantes; aunque exista la ausencia de barreras físicas (macizos o cadenas montañosas) que dificulten su dispersión; y a que los vientos que soplan todo el año no permiten la acumulación de contaminantes. Es posible que se generen emisiones puntuales por la presencia de bancos de</p>	<p>La calidad del aire del SAR se mantendrá igual, únicamente en el Área del Proyecto disminuirá temporalmente la calidad del aire debido a la emisión de gases de combustión (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, etc) por la operación del equipo y maquinaria, así como por el tránsito de los camiones que se requieren para el traslado de los 74,880 módulos</p>	<p>Se implementará un subprograma de Calidad del Aire y Acústica con el objetivo de minimizar la dispersión de partículas y emisiones de gases de combustión que disminuya la calidad del aire del Proyecto</p> <p>Entre las actividades que se tienen contempladas están: Se hará un inventario de los vehículos y maquinaria que se utilizarán durante la etapa de</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
		<p>materiales. Los incendios forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes.</p>	<p>policristalinos y otros insumos.</p>	<p>Preparación del Sitio y Construcción, se llevará un registro del mantenimiento recibido a fin de garantizar que se encuentran en buen estado.</p> <p>Los equipos utilizados en las diferentes etapas de construcción de la obra considerarán las recomendaciones del fabricante, a fin de garantizar su funcionamiento óptimo.</p>
<p>Atmósfera</p>	<p>Presencia o ausencia de fuentes de contaminación atmosférica</p>	<p>Los incendios forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes. La temporada de incendios, fuertemente vinculada con la de sequía, se establece a partir de enero, llegando a su máximo en abril y mayo.</p>	<p>Otra fuente de emisiones a la atmósfera serán las partículas de polvo que se generarán durante el desmonte, el despalme y el movimiento de tierras (nivelaciones, excavaciones, compactación, etc).</p> <p>Durante el transporte de material a granel para construcción puede resultar en fuga de polvos y partículas</p> <p>En la etapa de operación no habrá emisiones a la atmósfera, por el contrario, la operación del Proyecto contribuirá a mantener la buena calidad del aire del Área de Influencia al no utilizar combustibles fósiles</p>	<p>Los camiones que transporten material granular serán cubiertos con lonas para evitar la dispersión de partículas.</p> <p>Se realizará el riego periódico de las áreas desmontadas para disminuir las fuentes de emisión de polvos.</p> <p>Por ningún motivo se quemarán los residuos sólidos incluyendo los residuos vegetales producto del desmonte, sólidos y/o peligrosos, como cartón, mecate, embalajes, estopas, guantes, trapos, etc. y materiales impregnados con grasa, solventes y/o aceites generados; los mismos serán manejados conforme a la normatividad vigente.</p> <p>Para minimizar la emisión de polvos por el tránsito de vehículos se establecerán límites de velocidad. Los camiones que transporten material granular serán cubiertos con lonas para evitar la dispersión de partículas.</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Atmósfera	Emisiones de gases de efecto invernadero	<p>El SAR y el Área del Proyecto, actúan como sumidero debido a que mantiene en la mayor parte de la superficie cobertura con vegetación secundaria principalmente arbustiva y herbácea y en menor grado con vegetación secundaria arbórea de selvas bajas espinosas y caducifolias.</p> <p>La cobertura de la selva baja espinosa caducifolia del SAR ocupa una superficie de 666.4 ha almacena 11,559.97 toneladas de CO<sub>2</sub>e.</p>	<p>Por el desmonte de 49.66 ha de vegetación secundaria y arbustiva de selva baja espinosa caducifolia, se estimó que se dejarán de capturar anualmente hasta 860.406 toneladas de CO<sub>2</sub>e que representan el 7.44% de la captura de CO<sub>2</sub>e del SAR de este tipo de vegetación.</p> <p>Por otro lado, con la operación del proyecto se contribuirá a disminuir las emisiones de gases efecto invernadero y a su vez contribuirá a la mitigación al cambio climático.</p>	<p>A fin de compensar la pérdida de vegetación se contemplan las siguientes medidas.</p> <p>-Se destinará un área de conservación de <b>15.51 ha</b> en el Área del Proyecto.</p> <p>En las áreas de afectación temporal se llevará a cabo la restauración del área.</p> <p>Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Lo anterior en el entendido que la instancia responsable de la aplicación de los recursos aportados (CONAFOR) los canalizara a medidas de restauración de ecosistemas forestales en la misma zona de influencia del Proyecto.</p>
Atmósfera	Radiación solar	<p>El SAR se encuentra dentro del cinturón solar, por lo que el área es ideal para la producción de energía fotovoltaica, sin embargo actualmente no se encuentra operando ningún parque fotovoltaico.</p> <p>La Península de Yucatán presenta una radiación entre 4.8 y 4.9 Kwh/m<sup>2</sup>.</p>	<p>Actualmente el Estado de Yucatán no genera electricidad a partir de parques solares, aunque se encuentra como una meta dentro del Programa Sectorial de Infraestructura del Estdo de Yucatán y el Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático.</p>	<p>Con la operación del Proyecto se aprovechará la radiación solar para generar <b>18 MW</b> de electricidad a partir de fuentes renovables.</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Ruido	Fuentes de emisión de ruido	Las emisiones de ruido en las zonas rurales se deben principalmente al tránsito de vehículos sobre las principales carreteras y caminos del SAR, particularmente en el Área del Proyecto, el ruido proviene del tránsito de los vehículos sobre la carretera No. 261 Mérida-Progreso.	<p>La calidad acústica del SAR y Área de Influencia no se verá afectada.</p> <p>La calidad acústica se verá modificada por la generación de ruido, debido a la presencia de 233 trabajadores, al uso del equipo y maquinaria pesada así como el tránsito de los camiones generará ruido que podría molestar a las personas de las localidades cercanas se disminuirá la calidad acústica en el Área de Influencia y en el Área del Proyecto, sin embargo, esto solo será temporal y únicamente en las áreas de trabajo.</p> <p>Durante la operación no habrá una disminución de la calidad acústica del Área del Proyecto.</p>	<p>La modificación de la calidad acústica será minimizada con el mantenimiento periódico del equipo y maquinaria y cumplirán con lo estipulado en la NOM-080-SEMARNAT-1994.</p> <p>Se trabajará solo en horarios diurnos a fin de evitar posibles molestias.</p>
Relieve	Superficie con cortes, excavaciones o rellenos	<p>El SAR se localiza en una llanura kárstica, se registran altitudes que van de aproximadamente de 2 a 23 msnm, las cotas más elevadas que van del rango de 19 a 23 msnm. El Área del Proyecto la altitud se encuentra en el rango de 2 a 5 ms.n.m.</p> <p>En el SAR y Área de Influencia, las modificaciones al relieve se deben principalmente por la explotación de banco de materiales. En el Área del Proyecto no se observaron modificaciones al relieve.</p>	<p>En el SAR y Área de Influencia del Proyecto no habrá modificaciones al relieve. En el Área del Proyecto, el relieve será modificado por las nivelaciones y rellenos, aunque ésta modificación no será significativa debido a que es un terreno predominantemente plano.</p> <p>Las excavaciones que se llevarán a cabo por las cimentaciones de las edificaciones, modificarán el relieve, pero serán temporales ya que una vez terminadas las cimentaciones las excavaciones serán rellenadas con el mismo material de excavación.</p>	<p>Solo se harán nivelaciones y rellenos en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de las áreas delimitadas previamente, de esta forma la modificación al relieve será mínima y temporal en el Área del Proyecto.</p> <p>En caso de requerirse material de banco, se obtendrá sólo de bancos de materiales autorizados a fin de no afectar al relieve del SAR y Área de Influencia.</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Suelos	Superficie con problemas de erosión y contaminación	<p>En el SAR se identificaron tres tipos de suelo el Leptosol que domina en el SAR y Área del Proyecto, Feozem y Solonchack que se distribuye de forma limitada al noroeste. En la mayor parte de la superficie los suelos presentan textura gruesa.</p> <p>En el SAR se registra principalmente una degradación ligera del suelo por el desarrollo de las actividades agrícolas y el sobrepastoreo, hacia el norte se registra una degradación fuerte por la deforestación y la remoción de la vegetación. En el SAR no se presenta erosión hídrica ya que es una llanura donde prácticamente no existen pendientes y la mayor parte de la superficie presenta cobertura vegetal, es probable que se presente erosión ligera para las áreas ocupadas por actividades agrícolas o áreas sin vegetación.</p>	<p>En el SAR y Área de Influencia no habrá impactos significativos sobre el suelo, esto se presentará en el Área del Proyecto ya que se modificará la estructura del suelo debido a las actividades de desmonte, despalme, movimiento de tierras, excavaciones y rellenos</p> <p>Al desmontar las 49.60 ha se afectará no solo a la vegetación sino al suelo, aunque el Proyecto se desarrollará en una zona con pendientes menores al 5% por lo que la erosión hídrica seguirá siendo de tipo laminar nula o ligera.</p>	<p>En el Área del Proyecto existe grandes áreas con afloramientos rocosos, sin embargo en caso de ser factible se recuperará y conservará el suelo fértil en las áreas que ocuparán las instalaciones auxiliares, la estación de switcheo y el camino de acceso para posteriormente usarlo en la restauración de las áreas de afectación temporal.</p> <p>Una vez terminada la etapa de construcción se inducirá el crecimiento de la vegetación herbácea y arbustiva en los bordes de las vialidades internas a fin de minimizar la pérdida de suelo por erosión y debajo de los paneles fotovoltaicos.</p>
Suelos	Superficie con problemas de contaminación	<p>En el SAR se registra la contaminación del suelo por el depósito de residuos sólidos en sitios no autorizados, así como descargas de aguas residuales.</p>	<p>El almacenamiento de materiales y el uso de maquinaria afectarán la estructura del suelo, puesto el suelo resultará compactado por donde esta circule, no obstante, esto será temporal y puntual.</p> <p>Durante la etapa de preparación del Proyecto la superficie ocupada por las instalaciones auxiliares, estación de switcheo y el camino de acceso, tendrá un efecto permanente sobre la estructura del suelo.</p> <p>La contaminación del suelo se podría</p>	<p>Para minimizar el riesgo de contaminación del suelo por la operación del equipo y maquinaria se realizará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria que se utilice a fin de garantizar que se encuentre en las mejores condiciones mecánicas posibles. Con ello se minimizarán los derrames al suelo.</p> <p>Los camiones que realizan la carga de combustible deberán contar con un kit de contención de derrames que al menos debe incluir una lona impermeable,</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
			<p>dar por el manejo inadecuado de los residuos sólidos y peligrosos, así como por el derrame de combustibles de maquinaria en mal estado. La contratación de personal puede contaminar el suelo por el inadecuado manejo de los residuos sólidos.</p>	<p>charolas de contención y embudos para hacer los cambios del líquido y material absorbente para hidrocarburos.</p> <p>En el área de almacenamiento de combustibles se llevará a cabo medidas para evitar derrames.</p> <p>En caso de que exista un derrame de combustible o cualquier otra sustancia sobre el suelo, éste será recuperado y dispuesto como un residuo peligroso en sitios autorizados, cumpliendo con lo establecido en la normatividad vigente.</p> <p>Al final de la etapa de preparación del sitio y construcción el Área del Proyecto quedará libre de cualquier residuo,</p>
Hidrología superficial	Modificación del drenaje superficial	<p>El SAR carece de ríos, debido a la naturaleza cárstica de las rocas de la entidad; donde el agua de lluvia se infiltra rápidamente. Por esta misma razón se registran ojos de agua que se forman en las oquedades de las rocas que sirven de hábitat para algunos anfibios. En el Área del Proyecto se registraron seis ojos de agua.</p> <p>En algunas zonas se registran inundaciones temporales que rápidamente se infiltran por las características geológicas.</p>	<p>La hidrología superficial del SAR y Área de Influencia no se verá afectado por la ejecución del Proyecto.</p> <p>Únicamente habrá modificaciones mínimas en el Área del Proyecto debido a que se requiere la nivelación y relleno, esto podría modificar los patrones puntuales de escurrimiento, aunque de forma mínima ya que el terreno es predominantemente plano con pendientes de menos del 5%.</p>	<p>En el Área del Proyecto, solo se harán nivelaciones y rellenos en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de éstas.</p> <p>Se contempla un sistema de drenaje que permita el flujo de los escurrimientos superficiales y evitar que dañe a la infraestructura.</p> <p>Con las medidas de mitigación planteadas no habrá cambios significativos en el drenaje superficial del Área del Proyecto.</p>



Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
	Fuentes de contaminación	<p>Las principales fuentes de contaminación del agua en el SAR es el depósito de basura a cielo abierto y por las descargas de aguas residuales sin tratar.</p> <p>En el Área del Proyecto, no existen fuentes de contaminación, dado que no se desarrollan actividades agrícolas, se observaron tiraderos de basura en el Área de Influencia en las inmediaciones de la carretera No.261 Mérida-Progreso.</p>	<p>No se afectará la calidad del agua del SAR y Área de Influencia del Proyecto</p> <p>Durante la preparación del sitio y construcción se podría disminuir la calidad del agua de los escurrimientos superficiales temporales que se ubican en el Área del Proyecto por el inadecuado manejo de residuos sólidos o peligrosos o por el derrame de algunas sustancias como gasolina o diesel de la maquinaria que será utilizada.</p>	<p>Se minimizará el riesgo de contaminación de los escurrimientos superficiales dentro del Área del Proyecto con el manejo adecuado y conforme a la ley de los residuos líquidos, sólidos y peligrosos.</p> <p>Se respetará un área de 50 m alrededor de los seis ojos de agua que fueron identificados durante los trabajos de campo. Esta superficie forma parte de las áreas destinadas a la conservación y con esto se evitará cualquier afectación sobre ellos.</p> <p>Con las medidas de mitigación en el Área del Proyecto no habrá contaminación en los escurrimientos temporales, además de que se garantiza la integridad de los seis ojos de agua.</p>
Hidrología subterránea	Grado de explotación del acuífero	<p>El SAR se encuentra en el “Acuífero Península de Yucatán” el cual tiene un volumen disponible de 5,759,221,028 m<sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones por lo que no está sobreexplotado.</p> <p>De acuerdo a la información cartográfica de SEDUMA en el Área del Proyecto el acuífero se encuentra en un rango de 2 a 3 m de profundidad.</p>	<p>No se afectará la disponibilidad del agua del acuífero por la ejecución del Proyecto, debido a que no se requiere de la extracción de agua subterránea, por lo que no habrá una disminución del volumen disponible del acuífero.</p> <p>Por otro lado, el área ocupada por las instalaciones auxiliares, así como la estación de switcheo y el camino de acceso ocasionarán una reducción de las superficies de infiltración de forma puntual y permanente del “Acuífero Península de Yucatán”, sin embargo, la superficie considerada para esta infraestructura es de solo 0.38 ha.</p>	<p>Se respetarán las áreas delimitadas previamente para las instalaciones auxiliares (edificio de control, edificio de operación y mantenimiento, tanque de agua, tanque séptico) estación de switcheo y camino de acceso que no permitirán la recarga del acuífero.</p> <p>No habrá extracción de agua subterránea en ninguna de las etapas del proyecto.</p> <p>El agua tanto potable para el consumo de los trabajadores como el agua cruda requerida para todas las etapas del Proyecto se adquirirá de casas comerciales o de fuentes autorizadas.</p> <p>El agua desionizada para el lavado de los paneles fotovoltaicos también será</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
				<p>adquirida de casa comerciales.</p> <p>Con las medidas planteadas no habrá afectación sobre la disponibilidad de agua del Acuífero Península de Yucatán.</p>
Hidrología subterránea	Fuentes de contaminación	<p>La principal fuente de contaminación es la falta de sistema de alcantarillado, mal funcionamiento de las plantas de tratamiento, otra fuente de contaminación son las áreas en donde se utilizan fertilizantes como en viveros, otras fuentes puntuales son las granjas, gasolineras, etc.</p>	<p>El acuífero podría contaminarse por las descargas de aguas residuales producto de la estancia de los 233 trabajadores durante la etapa de preparación de sitio y construcción y por los 14 trabajadores que se contempla contratar en la etapa de operación y mantenimiento.</p> <p>También podría contaminarse por el manejo inadecuado de residuos sólidos, peligrosos y por derrames accidentales en el manejo de los combustibles.</p>	<p>Para controlar los residuos sanitarios se contratarán baños portátiles con lavabo, , se contratará una empresa para su mantenimiento periódico y la disposición de los residuos lo realizará en un sitio autorizado.</p> <p>Se instalará un biodigestor prefabricado para tratar las aguas residuales, el sistema prefabricado tendrá una capacidad de 600 litros. Se cumplirá con lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996.</p> <p>Con las medidas de mitigación planteadas en el Área del Proyecto no habrá contaminación al acuífero.</p>

**Tabla VII.9 Escenario actual con el proyecto y con las medidas de mitigación en el medio biótico.**

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Vegetación	Superficie desmontada	<p>En el SAR predominan los ecosistemas naturales abarcan aproximadamente el 80.54% (18,442.93 ha), constituidos principalmente por vegetación secundaria de selvas bajas espinosas y caducifolias, los ecosistemas modificados ocupan el 8.5% (1,947.93 ha) y los ecosistemas artificiales representan el 10.95% (2,508.28 ha).</p> <p>La superficie desmontada en el Área de Influencia es de 109.63 ha que representan el 14.92%, en el Área del Proyecto no existe área desmontada.</p>	<p>El Proyecto contribuirá a la disminución de la cobertura de la selva baja espinosa caducifolia, se desmontarán 49.60 ha.</p>	<p>Se delimitarán previamente las áreas que serán desmontadas. Por ningún motivo se llevará a cabo fuera de los límites establecidos.</p> <p>Se respetará y vigilará la integridad de las áreas de conservación cuya superficie total es de 15.51 ha. En estas áreas no se realizará ninguna actividad tanto en las etapas de preparación del sitio como de construcción</p> <p>En las áreas de afectación temporal se llevará a cabo la restauración,</p> <p>Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Lo anterior en el entendido que la instancia responsable de la aplicación de los recursos aportados (CONAFOR) los canalizara a medidas de restauración de ecosistemas forestales en la misma zona de influencia del Proyecto.</p>
Vegetación	Fragmentación	<p>La fragmentación de la selva se ha dado principalmente por el crecimiento de las zonas urbanas, y la construcción de infraestructura vial y eléctrica.</p>	<p>El Proyecto requiere el desmonte las 49.60 ha por lo que contribuirá a la fragmentación de la selva baja espinosa caducifolia.</p>	<p>Para minimizar la fragmentación se contempla dejar áreas destinadas para la conservación, así como la restauración de las áreas de afectación temporal.</p> <p>Se permitirá dejar crecer vegetación arbustiva en las vialidades internas a fin de hacer microcorredores para algunas</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
				especies de fauna, principalmente reptiles y pequeños mamíferos.
	Riqueza de especies	De acuerdo a los resultados obtenidos en los trabajos de campo, a la revisión bibliográfica y de herbario, en total en el SAR potencialmente se pueden registrar 187 especies distribuidas en 57 familias. Cabe destacar que las especies registradas en el Área del Proyecto son muy comunes a la Península de Yucatán y además algunas de ellas son pioneras de ecosistemas impactados.	<p>El Proyecto no afectará la riqueza de especies en el SAR y Área de Influencia.</p> <p>El Proyecto requiere el desmonte de 49.60 ha de vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja espinosa caducifolia, 15,277 plantas del estrato arbóreo (especies leñosas mayores a 1.5 m de altura) y 12, 846 plantas del estrato arbustivo (1.5 a 3 m de altura total).</p>	<p>Se realizará la colecta de semillas y partes vegetativas de las especies nativas, para posteriormente utilizarlas en la restauración de las áreas de afectación temporal.</p> <p>Se respetará y vigilará la integridad de las áreas de conservación cuya superficie total es de 15.51 ha. En estas áreas no se realizará ninguna actividad tanto en las etapas de preparación del sitio como de construcción.</p> <p>Se permitirá dejar crecer vegetación arbustiva y herbácea en las vialidades internas y debajo de los paneles fotovoltaicos.</p> <p>Con las medidas de mitigación se minimizará de alguna forma la pérdida de las plantas de las diferentes especies.</p>
Especies vegetales en estatus de conservación	Presencia/ausencia	<p>En el Área del Proyecto se registraron cuatro especies en estatus de conservación, dos amenazadas y dos en protección especial.</p> <p>Las especies son: <i>Mammillaria gaumeri</i> (k'iix pak' am, pool mis), <i>Pterocereus gaumeri</i> (Kanzacam), <i>Guaiacum sanctum</i> (Guayacán) y <i>Beucarnea pliabilis</i> (Despeinada, sollate).</p> <p>Además de otras dos especies relevantes para la conservación: <i>Pilosocereus gaumeri</i> (tso'ots' pak'am,</p>	<p>En el SAR y Área de Influencia no se afectarán a las especies en estatus de conservación.</p> <p>Se afectarán aproximadamente 3,323 plantas de especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 1,190 plantas pertenecientes a dos especies consideradas relevantes para la conservación.</p>	<p>El Proyecto no afectará significativamente a las especies en estatus de conservación debido a que se contempla el rescate y reubicación de las especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como:</p> <p>-Antes de realizar el rescate se determinarán los sitios de reubicación más adecuados acorde al artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.</p> <p>-Se discriminará a aquellos ejemplares</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
		K'an chooch) y <i>Stenocereus leavigatus</i> (k'ulub)		que por su talla tuvieran una baja probabilidad de sobrevivencia posterior al trasplante. En general, no se rescatarán ejemplares de más de un metro de altura.
Fauna	Calidad del hábitat	<p>El SAR presenta una calidad media para el hábitat de la fauna silvestre debido a que si bien existe una buena cobertura vegetal está es vegetación secundaria predominantemente arbustiva y herbácea y en menor grado arbórea.</p> <p>En el SAR se registra un crecimiento acelerado de las zonas urbanas, infraestructura vial y eléctrica con la consecuente fragmentación del hábitat.</p>	<p>Con la ejecución del Proyecto se perderá las 49.60 ha de hábitat para al menos 106 especies de fauna silvestre que fueron registradas durante los trabajos de campo.</p>	<p>Con las medidas de mitigación se minimizarán los impactos al hábitat de la fauna silvestre. Entre las medidas que se plantean están las siguientes:</p> <p>Se delimitarán previamente las áreas que serán desmontadas. Por ningún motivo se llevará a cabo fuera de los límites establecidos.</p> <p>Se respetará y vigilará la integridad de las áreas de conservación cuya superficie total es de 15.51 ha. En estas áreas no se realizará ninguna actividad tanto en las etapas de preparación del sitio como de construcción.</p> <p>Se permitirá dejar crecer vegetación arbustiva y herbácea en las vialidades internas y debajo de los paneles fotovoltaicos. Que podrán ser microcorredores para algunas de las especies registradas principalmente anfibios, reptiles y pequeños mamíferos.</p> <p>En las áreas de afectación temporal se llevará a cabo la restauración,</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Fauna	Riqueza de especies	<p>De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, se encontró que el número de especies de fauna con una distribución potencial en el SAR, fue de 384 especies, distribuidas en 33 órdenes y 92 familias, siendo el grupo de aves el que presenta el mayor número de especies con 267, seguido por los reptiles con 64, mamíferos con 40 y anfibios con 13.</p> <p>En el Área del Proyecto, se registraron un total de 106 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 49 familias y 20 órdenes. El grupo más representativo fue el de las aves con 72 especies registradas en campo, seguido de los reptiles con 15 especies, los mamíferos con 13 especies y finalmente los anfibios con 6 especies.</p>	<p>Con el desmante de las <b>49.60 ha</b> se afectarán principalmente a las especies de anfibios, reptiles y mamíferos por la pérdida de hábitat. Las aves serán las menos afectadas debido a su alta movilidad.</p> <p>Los trabajadores podrían capturar, cazar o molestar a la fauna silvestre.</p> <p>El tránsito de vehículos y maquinaria incrementará el riesgo de atropellamiento de las especies de lento desplazamiento.</p>	<p>-No se utilizará fuego o químicos para realizar los desmontes o durante el mantenimiento del Área del Proyecto.</p> <p>-El desmante se hará de forma paulatina y de manera direccional con el fin de que la fauna pueda desplazarse hacia las áreas colindantes que no serán afectadas.</p> <p>El tránsito de los vehículos que trasladen los materiales e insumos respetarán los límites de velocidad establecidos para disminuir el riesgo de atropellamiento, sobre todo para las especies de lento desplazamiento.</p> <p>Se realizarán actividades de concientización del personal tanto de campo como administrativo, por medio de capacitación constante sobre la importancia de la conservación de especies.</p> <p>Se realizarán actividades de vigilancia durante la Preparación del Sitio y Construcción para evitar que los trabajadores incurran en aprovechamiento y/o comercialización de alguna especie así como de su hábitat.</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Especies de fauna en estatus de conservación	Presencia/ausencia	<p>Durante los trabajos de campo realizados, se registraron 14 especies en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 8 se encuentran en la categoría de protección especial, 3 amenazadas y 3 en peligro de extinción.</p> <p>Reptiles: <i>Laemantus serratus</i> (lemancto coronado), <i>Coleonyx elegans</i> (cuija yucateca), <i>Ctenosaura similis</i> (iguana gris) y <i>Agkistrodon russeolus</i> (cantil yucateca).</p> <p>Aves: <i>Dactylortyx thoracicus</i> (codorniz silbadora), <i>Meleagris ocellata</i> (pavo ocelado), <i>Buteogallus anthracinus</i> (aguililla negra menor), <i>Doricha eliza</i> (colibrí cola hendida), <i>Eupsittula nana</i> (perico pecho sucio), <i>Vireo pallens</i> (vireo manglero), <i>Campylorhynchus yucatanicus</i> (matraca yucateca), <i>Passerina ciris</i> (colorín sietecolores).</p> <p>Mamíferos: <i>Puma yagouaroundi</i> (jaguarundi, leoncillo), <i>Panthera onca</i> (jaguar).</p>	El desmonte afectará a todas las especies de fauna en estatus de conservación registradas, debido al desmonte que provocará la pérdida de hábitat, áreas de refugio, zonas de alimentación y reproducción.	<p>Con las siguientes medidas de mitigación se pretende minimizar el impacto sobre la abundancia de las especies de fauna en especial aquellas que se encuentran en estatus de conservación.</p> <p>Durante cada una de las etapas del proceso constructivo se contará con la presencia de profesionistas capacitados para realizar el rescate de especies de fauna de lento desplazamiento in situ. Por ningún motivo se podrá iniciar, ni continuar la construcción de la obra sin realizar el rescate de fauna.</p> <p>En forma previa, al menos 20 días antes a las actividades de desmonte se realizará acciones de ahuyentamiento y el rescate de la fauna silvestre (captura manual o por medios mecánicos) y reubicación en ambientes similares de donde fueron extraídos. Los sitios de reubicación serán identificados previamente.</p> <p>El rescate y reubicación se enfocará principalmente para aquellas especies que se caracterizan por ser de lento desplazamiento (grupos de anfibios, reptiles y pequeños mamíferos) así como de las especies en algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Las acciones de rescate y reubicación serán realizadas por profesionales especializados (biólogos o zoólogos) en estos grupos que garanticen un manejo adecuado de los especímenes, se aplicarán técnicas adecuadas para cada</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
				<p>grupo de vertebrados.</p> <p>Se realizarán actividades de concientización del personal tanto de campo como administrativo, mediante pláticas sobre la importancia de la conservación de especies, así como de su hábitat.</p> <p>Se les indicarán las acciones que se llevarán a cabo en caso de encontrar algún organismo durante las actividades de desmonte, además de establecer que está prohibido matar, molestar, cazar, capturar cualquier organismo.</p> <p>Se realizarán actividades de vigilancia durante la preparación del sitio y construcción para evitar que los trabajadores incurran en aprovechamiento o comercialización de alguna especie.</p>



**Tabla VII.10 Escenario actual con el proyecto y con las medidas de mitigación en el medio socioeconómico.**

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Paisaje	Calidad	El paisaje del SAR presenta una calidad media, debido a que si bien la mayor parte de la superficie presenta cobertura vegetal está es de carácter secundario y en su mayoría predomina el estrato arbustivo y herbáceo. El paisaje natural ha sido fragmentado por la construcción de vialidades e infraestructura eléctrica así como por el desarrollo urbano.	<p>Durante la preparación del sitio y construcción habrá impactos al paisaje por la presencia de maquinaria y equipo, materiales e insumos los cuales serán de carácter temporal.</p> <p>El desmonte así como la introducción de elementos artificiales como los paneles fotovoltaicos, las instalaciones auxiliares, la estación de switcheo, la línea de distribución y el camino de acceso, serán las principales actividades que disminuirán la calidad de paisaje de forma permanente.</p> <p>La mayor parte de las instalaciones del parque fotovoltaico, no podrán ser observadas debido a que no existen localidades en el Área del Proyecto ni en el Área de Influencia. Por otra parte el proyecto se encuentran aproximadamente a 500 m de la carretera federal No.261 Mérida-Progreso y la vegetación que crece junto a esta vialidad no permitirá que se observe a la distancia.</p>	<p>Para disminuir los impactos al paisaje en el Área del Proyecto se contempla la conservación de 15.51 ha.</p> <p>La restauración de las áreas de afectación temporal y permitir el crecimiento de la vegetación arbustiva y herbácea en las vialidades internas y debajo de los paneles fotovoltaicos.</p>
Demografía	Tasa de crecimiento	El SAR abarca parcialmente a cinco municipios: Progreso, Mérida, Conkal, Chicxulub Pueblo e Ixil. La tasa de crecimiento ha sido positiva durante el periodo de 1990-2010 en los cinco municipios, los que presentaron mayor	Durante la preparación del sitio y construcción se contempla se generarán 233 empleos directos los cuáles contribuirán a la calidad de vida de los trabajadores contratados y sus familias.	No se contempla un fenómeno migratorio en el Área de Influencia del Proyecto. Se dará preferencia a la contratación de trabajadores de las localidades cercanas.

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
		crecimiento fueron los municipios de Mérida, Conkal y Progreso.	No se espera que se dé un fenómeno de migración por lo que la ejecución del Proyecto no generará un incremento en la tasa de crecimiento del municipio de Progreso en donde se llevará a cabo ni en los municipios que conforman el Área de Influencia.	
Calidad de vida de la población	Índice de Marginación	De acuerdo a la Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el 2010, el Municipio de Progreso en donde se llevará a cabo el Proyecto, registró un índice de marginación bajo al igual que el municipio de Conkal, mientras que el municipio de Mérida la marginación es muy baja y en el municipio Chicxulub Pueblo tuvo una marginación media.	<p>Durante la preparación del sitio y construcción se contempla se generarán 233 empleos directos los cuáles contribuirán a la calidad de vida de los trabajadores contratados y sus familias.</p> <p>Durante la operación se generarán 8 empleos permanentes más 6 temporales.</p> <p>Durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto transitarán 1541 vehículos que podrían afectar a los habitantes de las localidades cercanas.</p>	Se contratarán trabajadores de las localidades cercanas lo que implicará beneficios económicos a ellos y sus familias.

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Actividades productivas	Superficie dedicada a actividades agropecuarias	<p>En el SAR se registran 1,244.01 ha (5.43%) dedicadas a las actividades agrícolas y 27.88 ha (0.12%) con pastizales. En el Área de Influencia y Área del Proyecto no se realizan actividades agropecuarias.</p> <p>En el Área de Influencia y Área del Proyecto no se realizan actividades agropecuarias, durante los trabajos de campo se observaron rastros de que se lleva a cabo la cacería furtiva.</p>	<p>La economía local se verá beneficiada no solo por los empleos directos que serán generados, 233 durante la etapa de preparación del sitio y construcción, 14 durante la etapa de operación y mantenimiento sino también por la compra de insumos, materiales y servicios que se requerirán durante la construcción y en menor grado durante la operación y mantenimiento del Proyecto.</p>	
Factores socioculturales	Presencia o ausencia de sitios con valor cultural o histórico	<p>En el Estado de Yucatán incluyendo el SAR existe un gran número de vestigios arqueológicos registrados por el Centro INAH Yucatán.</p> <p>El Área del Proyecto no se observaron vestigios arqueológicos y se cuenta un oficio de liberación del predio por parte del INAH.</p>	<p>En el SAR no se afectarán elementos culturales únicamente en el Área del Proyecto, durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto existe la probabilidad de encontrar algún elemento cultural que pudiera verse afectado por las actividades y la presencia de personal.</p>	<p>Los elementos culturales del SAR y Área de Influencia no serán afectados por la construcción y operación del parque fotovoltaico.</p>
Infraestructura	Infraestructura vial	<p>La principal vía de acceso es la carretera federal No. 261 Mérida-Progreso.</p> <p>En el Área del Proyecto existen camino y veredas para dar el mantenimiento de la línea de alta tensión de CFE.</p>	<p>Durante la preparación del sitio y construcción transitarán aproximadamente 1,541 vehículos, por lo que el tráfico en la carretera federal No. 261 Mérida-Progreso se incrementará.</p>	<p>Se contempla la elaboración e implementación un plan de tráfico vehicular, en donde se establecerán básicamente horarios y rutas.</p> <p>Los camiones, vehículos y maquinaria que se requieren para la ejecución del proyecto, por ningún motivo se estacionarán sobre la carretera federal No. 261 Mérida-Progreso.</p>

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Escenario con el Proyecto	Escenario con las medidas de mitigación
Infraestructura	Infraestructura eléctrica	<p>Actualmente en el SAR no existen operando parques solares fotovoltaicos a pesar de ser un área con alta radiación solar.</p> <p>La infraestructura eléctrica está constituida por la SE San Ignacio y varias líneas de alta tensión de CFE.</p>	<p>Con la operación del Proyecto se contribuirá a fortalecer la infraestructura eléctrica a partir de fuentes de energía renovables y cero emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p>El Proyecto consiste en un parque de generación de energía solar fotovoltaica, con una capacidad nominal de 18 MW Corriente Alterna (CA), equivalentes a 19.764 MWp Corriente Directa (CD), con una generación anual estimada de 48,748 MWH / año.</p>	No hay medidas de mitigación por ser un impacto positivo.

#### VII.4. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

De acuerdo a lo establecido en la Guía para la elaboración de una manifestación de impacto ambiental modalidad regional, se deben indicar las alternativas para el proyecto sobre:

- Ubicación; indicando los otros sitios alternativos de localización.
- De tecnología: indicando los procesos, métodos o técnicas alternativas.
- De reducción de la superficie a ocupar.
- De características en la naturaleza del proyecto, tales como dimensiones, cantidad y distribución de obras y actividades.
- De compensación de impactos residuales significativos.

A continuación, se presenta una síntesis del análisis realizado para cada uno de los puntos enlistados.

**Tabla VII.11 Criterios de selección.**

Factor considerado	Descripción
Ubicación	<p>La selección del sitio obedeció principalmente a la disponibilidad del recurso, ya que México a nivel mundial ocupa el 27 lugar con una contribución del 0.71% de energía solar por lo que, es uno de los cinco países más atractivos en el mundo para inversión en Proyectos de energía solar.</p> <p>La proximidad y viabilidad de conexión a la red de energía eléctrica, son factores determinantes para la ubicación del Proyecto, de acuerdo con el estudio realizado por la CENACE, se concluye que es viable la interconexión del Proyecto a la SE San Ignacio</p> <p>Además, otros criterios relevantes utilizados en la selección del sitio fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-La ubicación de las Áreas Naturales Protegidas, federales, estatales y municipales, así como las áreas de relevancia para la conservación. Así el sitio seleccionado no afectará a ningún ANP, ni se encuentra dentro de ninguna Región Terrestres, ni en un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) o en un sitio RAMSAR.</li> <li>-Por encontrarse dentro de un área Hidrológica Prioritaria, se realizaron estudios geotécnicos para determinar la presencia de un cenote, no se registró ningún cenote, durante los trabajos de campo se observaron ojos de agua y considerando su relevancia se delimitó el área para garantizar su protección.</li> <li>-La localización del Proyecto consideró que no se contraviniera con ningún ordenamiento legal ecológico o urbano existente en la región. Se contempla el cumplimiento de la legislación ambiental y forestal vigente y aplicable, que ha expedido la SEMARNAT, así como de los demás organismos públicos federales, estatales y/o municipales.</li> </ul> <p>El predio fue liberado por el INAH al no encontrar vestigios arqueológicos.</p>
Tecnología	<p>El proyecto contempla el uso de técnicas tradicionales en la construcción, se implementará un Programa de Manejo Ambiental para garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación con el fin de minimizar los impactos ambientales.</p> <p>El Proyecto seleccionó los componentes más eficientes y adecuados a las características climatológicas del sitio en donde se instalará</p>
Superficie	<p>La cercanía del Área del Proyecto a la Subestación eléctrica de San Ignacio permite minimizar la superficie afectada, de lo contrario la línea de distribución podría ser de mayor</p>

Factor considerado	Descripción
	<p>longitud y por lo tanto mayor superficie de afectación.</p> <p>Por otro lado, el Proyecto contempla mantener áreas de conservación <b>15.51 ha que incluye a los seis ojos de agua encontrados</b>, se hará la restauración de las áreas afectadas temporalmente. Se permitirá el crecimiento de especies arbustivas en los bordes de las vialidades internas y debajo de los paneles fotovoltaicos siempre y cuando no afecten a la integridad de la infraestructura.</p>
Características del Proyecto	<p>El Proyecto consiste en un parque de generación de energía solar fotovoltaica, con una capacidad nominal de 18 MW, que se interconectará con la SE San Ignacio a través de de una subestación de switcheo y una línea de distribución.</p> <p>La operación del Proyecto contribuirá al aumento de la capacidad instalada a nivel nacional de la generación de energía eléctrica renovable y a satisfacer la demanda del Sistema Interconectado Peninsular.</p> <p>El proyecto contribuye al cumplimiento de las metas establecidas tanto en el Programa Especial de Cambio Climático como en el Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán, ambos programas plantean la reducción de las emisiones de GEI mediante el impulso de la producción de energía a través del uso de fuentes renovables.</p>
Compensación	<p>El Proyecto contempla el desmonte de una superficie de las <b>49.60 ha</b> de vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia, esto se traducirá en la pérdida y fragmentación de la vegetación y por lo tanto la disminución del hábitat de las especies de fauna silvestre, afectación de la distribución y abundancia de las especies vegetales y de fauna silvestre incluyendo las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>El Proyecto contempla la conservación de <b>15.51 ha</b>, la restauración de las áreas de afectación temporal, además de un Programa de rescate y reubicación de flora y fauna.</p> <p>Se realizará la aportación al Fondo Forestal Mexicano (FFM) que se indica en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Lo anterior en el entendido que la instancia responsable de la aplicación de los recursos aportados (CONAFOR) los canalizara a medidas de restauración de ecosistemas forestales.</p>

Considerando los criterios en la tabla anterior, el Área del Proyecto fue la mejor alternativa para la ejecución del Proyecto, por la cercanía hacia la red de interconexión del Sistema Eléctrico Nacional, no provocará conflictos sociales y por el contrario la población se verá beneficiada por la generación de empleos, aunque de manera temporal y en materia ambiental logrará compensar con medidas de mitigación y prevención aquellos impactos que pudiesen ser generados.

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

## CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
VIII.1. Listado de especies de fauna con distribución potencial en el sistema ambiental regional.....	1
VIII.1.1. Anfibios y reptiles .....	1
VIII.1.2. Aves.....	5
VIII.1.3. Mamíferos .....	16
VIII.2. Cálculos de los índices para las matrices de evaluación de impactos ambientales.....	19
VIII.3. Metodología aplicada para el cálculo de captura de bióxido de carbono equivalente. ....	25
VIII.4. Cartografía .....	27

## TABLAS

Tabla VIII.1 Listado de especies de anfibios y reptiles con distribución potencial en el SAR. ....	2
Tabla VIII.2 Listado de especies de aves con distribución potencial en el SAR.....	6
Tabla VIII.3 Listado de especies de mamíferos con distribución potencial en el SAR.....	17
Tabla VIII.4 Matriz de evaluación de impacto en el medio abiótico. ....	19
Tabla VIII.5 Matriz de evaluación de impacto en el medio biótico. ....	21
Tabla VIII.6 Matriz de evaluación de impacto en el medio socioeconómico. ....	23

## ANEXOS

Anexo VIII.1. Cartografía.

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

### VIII.1. LISTADO DE ESPECIES DE FAUNA CON DISTRIBUCIÓN POTENCIAL EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

#### VIII.1.1. ANFIBIOS Y REPTILES

La herpetofauna de la Península Yucatán se compone de 142 especies; 118 de ellas, reptiles (lagartijas, serpientes, tortugas y cocodrilos), siendo el grupo de las lagartijas y serpientes el más representado con 44 y 56 especies respectivamente y; las 24 restantes de anfibios (ranas, sapos y salamandras), en este grupo las ranas y sapos son el mejor representado con 21 especies. La herpetofauna está representada por 94 géneros y 33 familias que corresponde al 11.5% del conteo nacional de las especies (1,240 especies; Parra-Olea *et al.* 2014; Flores-Villela y García-Vázquez, 2014).

Entre las 142 especies de herpetofauna representadas en la Península de Yucatán el 19% son endémicas de esta región, con 24 especies de reptiles (20.3%) y 3 especies de anfibios (12.5%) (Charruau *et al.* 2015). El número de especies endémicas es mayor en el extremo norte y disminuye rápidamente hacia el sur (Lee, 1980). Esto se puede atribuir al hecho de que la vegetación original de la zona noroccidental corresponde a la de un bosque tropical seco, el cuál se aísla de otros bosques, lo que deriva en un aumento en el número de endemismos (Charruau *et al.* 2015).

El estado de Yucatán alberga 101 especies de herpetofauna: 84 de reptiles y 17 de anfibios. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), son 39 las especies de reptiles en el estado que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo: 7 en peligro de extinción, 9 amenazadas y 23 bajo protección especial. En anfibios son 6 las especies que se encuentran únicamente bajo protección especial (Chablé-Santos, 2010).

En el siguiente listado se presentan las especies potenciales que podrían registrarse, se incluye además su estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.



**Tabla VIII.1 Listado de especies de anfibios y reptiles con distribución potencial en el SAR.**

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Testudines	Emydidae	<i>Rhinoclemmys</i>	<i>areolata</i>	Tortuga mojina	A
Testudines	Emydidae	<i>Terrapene</i>	<i>yucatanana</i>	Tortuga caja yucateca	Pr
Testudines	Emydidae	<i>Trachemys</i>	<i>venusta</i>	Tortuga hicotea	Pr
Testudines	Kinosternidae	<i>Criotochelys</i>	<i>creaseri</i>	Tortuga de pantano de creaser	
Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon</i>	<i>leucostomum</i>	Tortuga de pantano de labios blancos	Pr
Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon</i>	<i>scorpioides</i>	Tortuga de pantano escorpión	Pr
Squamata	Leptotyphlopidae	<i>Epictia</i>	<i>goudotii</i>	Culebra negra ciega	
Squamata	Typhlopidae	<i>Amerotyphlops</i>	<i>microstomus</i>	Serpiente ciega yucateca	
Squamata	Typhlopidae	<i>Indotyphlops</i>	<i>braminus</i>	Culebra ciega tropical	
Squamata	Boidae	<i>Boa</i>	<i>Imperator</i>	Boa imperial	A
Squamata	Colubridae	<i>Coluber</i>	<i>mentovarius</i>	Culebra chirrionera	A
Squamata	Colubridae	<i>Coniophanes</i>	<i>meridanus</i>	Culebra sin rayas peninsular	
Squamata	Colubridae	<i>Coniophanes</i>	<i>imperialis</i>	Culebra rayas negras	
Squamata	Colubridae	<i>Coniophanes</i>	<i>schmidtii</i>	Culebra rayada yucateca	
Squamata	Colubridae	<i>Conopsis</i>	<i>concolor</i>	Culebra guardacaminos	
Squamata	Colubridae	<i>Dipsas</i>	<i>brevifacies</i>	Culebra caracolera chata	Pr
Squamata	Colubridae	<i>Drymarchon</i>	<i>melanurus</i>	Culebra cola negra	
Squamata	Colubridae	<i>Drymobius</i>	<i>margaritiferus</i>	Culebra corredora de petatillos	
Squamata	Colubridae	<i>Ficimia</i>	<i>publia</i>	Culebra hocico de cerdo	
Squamata	Colubridae	<i>Imantodes</i>	<i>gemmistratus</i>	Culebra cordelilla centroamericana	Pr
Squamata	Colubridae	<i>Imantodes</i>	<i>tenuissimus</i>	Culebra cordelilla yucateca	Pr
Squamata	Colubridae	<i>Lampropeltis</i>	<i>abnorma</i>	Falsa coralillo	A
Squamata	Colubridae	<i>Leptodeira</i>	<i>frenata</i>	Culebra ojo de gato	
Squamata	Colubridae	<i>Leptophis</i>	<i>mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	A
Squamata	Colubridae	<i>Mastigodryas</i>	<i>melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	
Squamata	Colubridae	<i>Ninia</i>	<i>sebae</i>	Culebra roja del cafetal	
Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis</i>	<i>aeneus</i>	Culebra bejuquilla café	
Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis</i>	<i>fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	
Squamata	Colubridae	<i>Pseudelaphe</i>	<i>phaescens</i>	serpiente ratonera yucateca	Pr
Squamata	Colubridae	<i>Senticolis</i>	<i>triaspis</i>	Serpiente ratonera oliva	
Squamata	Colubridae	<i>Sibon</i>	<i>sanniolus</i>	Culebra caracolera pigmea	
Squamata	Colubridae	<i>Spilotes</i>	<i>pullatus</i>	Serpiente tigre mexicana	
Squamata	Colubridae	<i>Stenorrhina</i>	<i>fremenvillei</i>	Culebra alacranera	
Squamata	Colubridae	<i>Symphimus</i>	<i>mayae</i>	Culebra labios blancos maya	Pr
Squamata	Colubridae	<i>Tantilla</i>	<i>cuniculator</i>	Culebra ciempiés del petén	Pr
Squamata	Colubridae	<i>Tantilla</i>	<i>moesta</i>	Culebra ciempiés de panza negra	

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Squamata	Colubridae	<i>Tantillita</i>	<i>canula</i>	Culebra ciempiés yucateca	
Squamata	Colubridae	<i>Tropidodipsas</i>	<i>fasciata</i>	Culebra caracolera de bandas	
Squamata	Colubridae	<i>Tropidodipsas</i>	<i>sartorii</i>	Culebra caracolera terrestre	Pr
Squamata	Elapidae	<i>Micrurus</i>	<i>diastema</i>	Serpiente de coral	Pr
Squamata	Viperidae	<i>Agkistrodon</i>	<i>russeolus</i>	Cantíl yucateca	Pr
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus</i>	<i>tzabcan</i>	Cascabel yucateca	Pr
Squamata	Viperidae	<i>Porthidium</i>	<i>yucatanicum</i>	Nauyaca yucateca	Pr
Squamata	Eublepharidae	<i>Coleonyx</i>	<i>elegans</i>	Escorpión	A
Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus</i>	<i>frenatus</i>	Gecko de casa	
Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus</i>	<i>turcicus</i>	Geco casero del Mediterráneo	
Squamata	Gekkonidae	<i>Sphaerodactylus</i>	<i>glaucus</i>	Geco enano collarejo	Pr
Squamata	Gekkonidae	<i>Thecadactylus</i>	<i>rapicauda</i>	Gecko cola de nabo	Pr
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis</i>	<i>sagrei</i>	Lagartija café	
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis</i>	<i>rodriguezi</i>	Lagartija lisa	
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis</i>	<i>lemurinus</i>	Lagartija fantasma	
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis</i>	<i>ustus</i>	Lagartija sedosa	
Squamata	Dactyloidae	<i>Norops</i>	<i>ustus</i>	Lagartija sedosa	
Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus</i>	<i>vittatus</i>	Basilisco café	
Squamata	Corytophanidae	<i>Laemanctus</i>	<i>serratus</i>	Lagartija cabeza de casco serrado	Pr
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura</i>	<i>defensor</i>	Iguana yucateca de cola espinosa	P
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura</i>	<i>similis</i>	Iguana rayada negra	A
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>chrysostictus</i>	Lagartija escamosa de Yucatán	
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>lundelli</i>	Lagartija espinosa de Lundell	
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>serrifer</i>	Lagartija espinosa azul	
Squamata	Scincidae	<i>Marisora</i>	<i>brachypoda</i>	Esquinco centroamericano	
Squamata	Scincidae	<i>Mesoscincus</i>	<i>schwartzzei</i>	Esquinco de Schwartzzei	
Squamata	Teiidae	<i>Holcosus</i>	<i>undulatus</i>	Lagartija arcoiris	
Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis</i>	<i>angusticeps</i>	Lagartija cola de látigo de Yucatán	
Caudata	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa</i>	<i>yucataana</i>	Salamandra lengua de hongo de Yucatán	Pr
Anura	Rinophrynidae	<i>Rinophrynus</i>	<i>dorsalis</i>	Sapo excavador	
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus</i>	<i>fragilis</i>	Rana de labios blancos	
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus</i>	<i>melanonotus</i>	Rana del sabinal	
Anura	Bufoidea	<i>Rhinella</i>	<i>horribilis</i>	Sapo de la caña	
Anura	Bufoidea	<i>Incilius</i>	<i>valliceps</i>	Sapo de la Costa del Golfo	
Anura	Hylidae	<i>Tlalocohyla</i>	<i>loquax</i>	Rana arborícola caoba	
Anura	Hylidae	<i>Trachycephalus</i>	<i>typhonius</i>	Rana arborícola venosa	

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anura	Hylidae	<i>Smilisca</i>	<i>baudinii</i>	Rana arborícola común mexicana	
Anura	Hylidae	<i>Triprrion</i>	<i>petasatus</i>	Rana arborícola cabeza de casco	Pr
Anura	Hylidae	<i>Scinax</i>	<i>staufferi</i>	Ranita trompuda	
Anura	Microhylidae	<i>Hypopachus</i>	<i>variolosus</i>	Rana oveja	
Anura	Ranidae	<i>Lithobates</i>	<i>brownorum</i>	Rana leopardo	Pr

### VIII.1.2. AVES

La Península de Yucatán es reconocida como un área de importancia para la diversidad y conservación de aves residentes y migratorias, ya que en ella se han registrado 555 especies correspondientes a 75 familias taxonómicas, lo que representa el 51% de las aves observadas en México y el 77% de las registradas en los Estados Unidos y Canadá (MacKinnon, 2013).

También representa un corredor importante para las aves migratorias del norte que vuelan rumbo al sur en otoño y que retornan al norte en primavera (Paynter, 1955; Lynch, 1989). Se reconocen 217 migratorias que llegan a establecerse en la Península de Yucatán durante el tiempo que dura el invierno del norte o se encuentran de paso, descansando y alimentándose para posteriormente continuar con su viaje hacia terrenos más sureños (Greenberg, 1990).

Trabajos recientes efectuados en la Península de Yucatán se han dado a la tarea de estudiar los efectos de la alteración del hábitat en las comunidades de aves, como consecuencia de la acelerada tasa de deforestación y fragmentación que se presenta en México (Lynch y Whigham, 1995; Smith et al., 2001).

Para el estado de Yucatán se reporta la presencia de 465 especies de aves, incluidas en 22 órdenes, 68 familias y 275 géneros (MacKinnon, 2013). Esta riqueza es resultado de varios factores, entre los que resalta su ubicación en la zona más norteña de la península, lo que hace que varias especies provenientes del norte del continente (como las accidentales y ocasionales) se establezcan más rápida y fácilmente en el estado, antes que en otras zonas ubicadas en el centro y base de la península (Chablé-Santos y Pasos Enríquez, 2010). De acuerdo con Howell y Webb (1995) son 13 las aves endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán y 14 son cuasiendémicas (especies cuya distribución fuera de México no sobrepasa los 35,000 Km<sup>2</sup>).

**Tabla VIII.2 Listado de especies de aves con distribución potencial en el SAR.**

Orden y familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	Estatus
Orden Tinamiformes					
Familia Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	Pr	--	R
Orden Anseriformes					
Familia Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije alas blancas	--	III	R
	<i>Anas discors</i>	Cerceta alas azules	--	--	MI
	<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharón norteño	--	--	MI
	<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	--	--	MI
	<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo menor	--	--	MI
Orden Galliformes					
Familia Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca común	--	III	R
	<i>Crax rubra</i>	Hocofaisan	A	III	R
Familia Odontophoridae	<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	--	--	R Endémica
	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	Pr	--	R
Familia Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	A	III	R Endémica
Orden Podicipediformes					
Familia Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	--	--	R
	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	--	--	R/MI
Orden Ciconiiformes					
	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr	--	R/MI
Orden Suliformes					
Familia Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata magnífica	--	--	R
Familia Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	--	--	R
	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejudo	--	--	R
Familia Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana	--	--	R/MI
Orden Pelecaniformes					
Familia Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	Pr	--	R
	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	--	--	R/MI
	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	--	--	R/MI

Orden y familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	Estatus
	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	--	--	R/MI
	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	--	--	R/MI
	<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	--	--	R/MI
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	--	--	R
	<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde	--	--	R
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna corona negra	--	--	R/MI
	<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza cucharon	--	--	R
Orden Accipitriformes					
Familia Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	--	--	R
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	--	--	R/MI
	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	Pr	--	R
Familia Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	--	II	R/MI
Familia Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	Pr	II	R
	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico gancho	Pr	II	R
	<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijereta	Pr	II	T
	<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	--	II	R
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Pr	II	R
	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	A	II	R
	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla-negra menor	Pr	II	R
	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	Pr	II	R
Familia Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	--	II	R
	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	--	II	R
	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	--	II	R
	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Pr	II	MI
	<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Pr	--	R
	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	--	--	MI
Orden Gruiformes					
Familia Rallidae	<i>Laterallus ruber</i>	Polluela canela	--	--	R
	<i>Aramides cajaneus</i>	Rascón cuello gris	--	--	R

Orden y familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	Estatus
	<i>Porzana carolina</i>	Polluela sora	--	--	MI
	<i>Porphyrio martinicus</i>	Gallineta morada	--	--	R/MI
	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta frente roja	--	--	R/MI
	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	--	--	MI
Familia Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carao	A	--	R
Orden Charadriiformes					
Familia Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita americana	--	--	R/MI
Familia Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico grueso	--	--	R/MI
	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmeado	--	--	MI
	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	--	--	R/MI
Familia Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	--	--	R
Familia Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	--	--	MI
	<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario	--	--	MI
	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor	--	--	MI/T
	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla menor	--	--	MI
Familia Scolopacidae	<i>Calidris himantopus</i>	Playero zancón	--	--	MI/T
	<i>Calidris minutilla</i>	Playero diminuto	--	--	MI/T
	<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral	--	--	T
	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona norteamericana	--	--	MI
Orden Columbiformes					
Familia Accipitridae	<i>Columba livia</i>	Paloma domestica	--	--	I
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	--	--	R
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar turca	--	--	I
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	--	--	R/MI
	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pico rojo	--	--	R
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	--	--	R
	<i>Claravis pretiosa</i>	Tórtola azul	--	--	R
	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	--	--	R
	<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña	--	--	R

Orden y familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	Estatus
	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma canela	--	--	R
Orden Cuculiformes					
Familia Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela	--	--	R
	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuclillo pico amarillo	--	--	T
	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuclillo pico negro	--	--	T
	<i>Tapera naevia</i>	Cuclillo rayado	--	--	R
	<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cuclillo faisán	--	--	R
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	--	--	R
	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	--	--	R
Orden Strigiformes					
Familia Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	--	II	R
Familia Strigidae	<i>Megascops guatemalae</i>	Tecolote sapo	--	II	R
Familia Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	--	II	R
	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	--	II	R
	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	--	II	R
Orden Caprimulgiformes					
Familia Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras zumbón	--	--	R
	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras menor	--	--	T
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras parauque	--	--	R
	<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	Tapacamino huil	--	--	R Endémica
	<i>Antrostomus carolinensis</i>	Tapacamino de Carolina	--	--	T
	<i>Antrostomus badius</i>	Tapacamino Yucateco	--	--	R Endémica
Familia Nyctibiidae	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Pájaro estaca norteño	--	--	R
Orden Apodiformes					
Familia Apodidae	<i>Chaetura pelagica</i>	Vencejo de chimenea	--	--	T
	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	--	--	R
Familia Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí garganta negra	--	II	R
	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	--	II	MI
	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda maya	--	II	R



Orden y familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	Estatus
	<i>Campylopterus curvipennis</i>	Fandanguero Mexicano	--	II	R
	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	--	II	R
	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí Yucateco	--	II	R
	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	--	II	R
	<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	P		R
Orden Trogoniformes					
Familia Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogon cabeza negra	--	--	R
	<i>Trogon caligatus</i>	Trogon violáceo	--	--	R
Orden Coraciiformes					
Familia Momotidae	<i>Momotus momota</i>	Momoto corona azul	--	--	R
	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto cejas azules	--	--	R
Familia Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martin pescador norteño	--	--	MI
	<i>Chloroceryle americana</i>	Martin pescador verde	--	--	R
	<i>Chloroceryle aenea</i>	Martin pescador enano	--	--	R
Orden Piciformes					
Familia Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	--	--	R Endémica
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	--	--	R
	<i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasavia vientre amarillo	--	--	MI
	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	--	--	R
	<i>Picoides fumigatus</i>	Carpintero café	--	--	R
	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero oliva	--	--	R
	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	--	--	R
	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	Pr	--	R
Orden Falconiformes					
Familia Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	Pr	II	R
	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	--	II	R
	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	--	II	R
	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	--	II	MI
	<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón	--	II	MI

Orden y familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	Estatus
	<i>Falco rufifigularis</i>	Halcón murcielaguero	--	II	R
	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Pr	II	MI
Orden Psittaciformes					
Familia Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Pr	II	R
Familia Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Pr	II	R
	<i>Amazona xantholora</i>	Loro Yucateco	A	II	R, Endémica
Orden Passeriformes					
Familia Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batara barrado	--	--	R
Familia Furnariidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos cabeza gris	--	--	R
	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	Pr		R
	<i>Dendrocincla homochroa</i>	Trepatroncos canelo	--	--	R
	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	--	--	R
	<i>Synallaxis erythrothorax</i>	Hormiguero pepito	--	--	R
Familia Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	--	--	R
	<i>Myiopagis viridicata</i>	Elenia verdosa	--	--	R
	<i>Elaenia flavogaster</i>	Elenia vientre amarillo	--	--	R
	<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Mosquero pico curvo	--	--	R
	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla amarillo	--	--	R
	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Mosquero ojos blancos	--	--	R
	<i>Contopus virens</i>	Pibi orienta	--	--	T
	<i>Contopus cinereus</i>	Pibi tropical	--	--	R
	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo	--	--	MI
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	mosquero cardenal	--	--	R
	<i>Attila spadiceus</i>	Atila	--	--	R
	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco	--	--	R Endémica
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	--	--	R
	<i>Myiarchus crinitus</i>	Papamoscas viajero	--	--	MI
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	--	--	R	

Orden y familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	Estatus
Familia Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	--	--	R
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	--	--	R
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	--	--	R
	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas atigrado	--	--	MV
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	--	--	R
	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano silbador	--	--	R
	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano dorso negro	--	--	T
	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano-tijereta rosado	--	--	T
Familia Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada	--	--	R
	<i>Tityra inquisitor</i>	Titira pico negro	--	--	R
	<i>Pachyramphus major</i>	Mosquero cabezón-mexicano	--	--	R
	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero cabezón-degollado	--	--	R
Familia Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojos blancos	--	--	MI
	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr	--	R
	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla	--	--	MI
	<i>Vireo philadelphicus</i>	Vireo de Filadelfia	--	--	MI
	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojo rojo	--	--	T
	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo	--	--	MV
	<i>Hylophilus decurtatus</i>	Verdillo gris	--	--	R
Familia Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papan	--	--	R
	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	--	--	R
	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara Yucateca	--	--	R Endémica
Familia Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	Golondrina azul negra	--	--	T
Familia Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina acerada	--	--	MV
	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	--	--	MI
	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	--	--	R
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina aliaserrada	--	--	R

Orden y familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	Estatus
	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña	--	--	T
	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	--	--	T
	<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera	--	--	R
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	--	--	T
Familia Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirin saltapared	--	--	R
	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirin de Carolina	--	--	R
	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Chivirin moteado	--	--	R
	<i>Uropsila leucogastra</i>	Chivirin vientre blanco	--	--	R
	<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Matraca yucateca	P		R
Familia Polioptilidae	<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Soterillo picudo	--	--	R
	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azul-gris	--	--	R
	<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria	--	--	R
Familia Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Swainson	--	--	T
	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal maculado	--	--	MI/T
	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo	--	--	R
Familia Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Mauillador negro	Pr		R Endémica
	<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauillador gris	--	--	MI
	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	--	--	R
Familia Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis chinito	--	--	MI
Familia Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe suelero	--	--	MI
	<i>Helmitheros vermivorum</i>	Chipe gusanero	--	--	MI
	<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe arroyero	--	--	T
Familia Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe charquero	--	--	MI
	<i>Vermivora chrysoptera</i>	Chipe ala dorada	--	--	T
	<i>Vermivora cyanoptera</i>	Chipa alazul	--	--	MI
	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	--	--	MI
	<i>Protonotaria citrea</i>	Chipe dorado	--	--	MI/T
	<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Chipe corona café	Pr	--	MI/T
	<i>Oreothlypis peregrina</i>	Chipe peregrino		--	T

Orden y familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	Estatus
	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	--	--	R
	<i>Geothlypis philadelphia</i>	Chipe enlutado	--	--	T
	<i>Geothlypis formosa</i>	Chipe patilludo	--	--	MI/T
	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	--	--	MI
	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	--	--	MI
	<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe flameante	--	--	MI
	<i>Setophaga caerulea</i>	Chipe cerúleo	--	--	T
	<i>Setophaga americana</i>	Parula norteña	--	--	MI
	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolia	--	--	MI
	<i>Setophaga castanea</i>	Chipe castaño	--	--	T
	<i>Setophaga fusca</i>	Chipe garganta naranja	--	--	T
	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	--	--	MI
	<i>Setophaga pensylvanica</i>	Chipe flanco castaño	--	--	MI/T
	<i>Setophaga palmarum</i>	Chipe playero	--	--	MI
	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe coronado	--	--	MI
	<i>Setophaga dominica</i>	Chipe garganta-amarilla	--	--	MI/T
	<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	--	--	MI/T
	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Chipe corona dorada	--	--	R
	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	--	--	MI
Familia Parulidae	<i>Icteria virens</i>	Buscabreña	--	--	MI
Familia Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabeza gris	Pr	--	R
	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azul-gris	--	--	R
	<i>Thraupis abbas</i>	Tangara alamarilla	--	--	R
	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero pata-roja	--	--	MV
Familia Incertae sedis	<i>Saltator coerulescens</i>	Picurero grisáceo	--	--	R
	<i>Saltator atriceps</i>	Picurero cabeza negra	--	--	R
Familia Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	--	--	R
	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	--	--	R
	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero oliváceo	--	--	R

Orden y familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	Estatus
	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	--	--	R
Familia Cardinalidae	<i>Piranga roseogularis</i>	Tangara yucateca	--	--	R Endémica
	<i>Piranga rubra</i>	Tangara roja	--	--	MI
	<i>Piranga olivacea</i>	Tangara escarlata	--	--	T
	<i>Habia fuscicauda</i>	Tangara-hormiguero garganta roja	--	--	R
	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	--	--	R
	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo pecho rosa	--	--	MI
	<i>Granatellus sallaei</i>	Granatelo yucateco	--	--	R
	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín azul-negro	--	--	R
	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	--	--	MI
	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	--	--	MI
	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Pr	--	MI
	<i>Spiza americana</i>	Arrocero americano	--	--	MI/T
Familia Icteridae	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Tordo arrocero	--	--	T
	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	--	--	R
Familia Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	--	--	R
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	--	--	R
	<i>Icterus prothemelas</i>	Bolsero dominico	--	--	R
	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	--	--	MI
	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	--	--	R
	<i>Icterus chrysater</i>	Bolsero dorso dorado	--	--	R
	<i>Icterus mesomelas</i>	Bolsero cola amarilla	--	--	R
	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero Yucateco	--	--	R Endémica
	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	--	--	R
	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore	--	--	MI/T
	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro	--	--	R
Familia Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta-negra	--	--	R
	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia garganta-amarilla	--	--	R
	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	--	--	R

### VIII.1.3. MAMÍFEROS

En el estado de Yucatán se registran 99 especies de mamíferos, 78 géneros, 26 subfamilias, 29 familias y 10 órdenes. Los órdenes más ricos en especies son Chiroptera con 43 especies y Rodentia con 19. (Sosa-Escalante et al. 2007).

En el estado se distribuyen 22 especies catalogadas en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, de estas 3 están sujetas a protección especial, 10 amenazadas, 9 en peligro de extinción, y una de ellas (*Monachus tropicalis*), probablemente extinta en el medio silvestre (Sosa-Escalante, et al. 2007).

En la siguiente tabla se enlistan las especies de mamíferos con distribución potencial en el SAR, Área de Influencia y Área de Proyecto.

**Tabla VIII.3 Listado de especies de mamíferos con distribución potencial en el SAR.**

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Especies Endémicas
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphinae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	--	--
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphinae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	--	--
Cingulata	Dasypodidae	Dasypodinae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	--	--
Pilosa	Myrmecophagidae	-	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero, brazo fuerte	P	--
Lagomorpha	Leporidae	Leporinae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	--	--
Rodentia	Sciuridae	Sciurinae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	--	--
Rodentia	Heteromyidae	Heteromyinae	<i>Heteromys gaumeri</i>	Rata espinoso de abazones	--	EPY
Rodentia	Geomyidae	Geomyinae	<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza	--	--
Rodentia	Muridae	Neotominae	<i>Otonyctomys hatti</i>	Rata vespertina yucateca	A	EPY
Rodentia	Muridae	Neotominae	<i>Ototylomys phyllotis</i>	Rata arborícola de orejas grandes	--	--
Rodentia	Muridae	Neotominae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón venado de Yucatán	--	EPY
Rodentia	Muridae	Neotominae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera	--	--
Carnivora	Felidae	Felinae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	P	--
Carnivora	Felidae	Felinae	<i>Puma yagouaroundi</i>	Jaguarundi, leoncillo	A	--
Carnivora	Felidae	Pantherinae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	P	--
Carnivora	Canidae	-	<i>Canis latrans</i>	Coyote	--	--
Carnivora	Canidae	-	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	--	--
Carnivora	Mephitidae	-	<i>Spilogale angustifrons</i>	Zorrillo manchado	--	--
Carnivora	Procyonidae	Procyoninae	<i>Nasua narica</i>	Coatí, tejón	--	--
Carnivora	Procyonidae	Procyoninae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	--	--
Artiodactyla	Tayassuidae	-	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	--	--
Artiodactyla	Cervidae	Odocoileinae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	--	--
Chiroptera	Phyllostomidae	Micronycterinae	<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago-orejón brasileño	--	--
Chiroptera	Phyllostomidae	Micronycterinae	<i>Micronycteris schmidtorum</i>	Murciélago orejón centroamericano	A	--
Chiroptera	Phyllostomidae	Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro	--	--
Chiroptera	Phyllostomidae	Desmodontinae	<i>Diphylla ecaudata</i>	Vampiro pata peluda	--	--



Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Especies Endémicas
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón de Pallas	--	--
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero de Jamaica	--	--
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero gigante	--	--
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago cola corta de Seba	--	--
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago cola corta sedosa	--	--
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Dermanura phaeotis</i>	Murciélago frutero pigmeo	--	--
Chiroptera	Phyllostomidae	Phyllostominae	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de charreteras menor	--	--
Chiroptera	Mormoopidae	-	<i>Mormoops megalophyla</i>	Murciélago barba arrugada norteño	--	--
Chiroptera	Mormoopidae	-	<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago lomo pelón menor	--	--
Chiroptera	Mormoopidae	-	<i>Pteronotus parnelli</i>	Murciélago bigotudo de Parnell	--	--
Chiroptera	Molossidae	Molossinae	<i>Molossus rufus</i>		--	--
Chiroptera	Molossidae	Molossinae	<i>Molossus sinaloae</i>	Murciélago mastín sinaloense	--	--
Chiroptera	Vespertilionidae	Myotinae	<i>Myotis keaysi</i>	Miotis pata peluda	--	--
Chiroptera	Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago cola peluda amarillo	--	--

## VIII.2. CÁLCULOS DE LOS ÍNDICES PARA LAS MATRICES DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

**Tabla VIII.4 Matriz de evaluación de impacto en el medio abiótico.**

Componentes ambientales	Actividad	Criterios Básicos			Criterios Complementarios				Indices		Significancia	
		Magnitud	Extensión	Duración	Sinergia	Acumulacion	Controversia	Mitigación	MED	SAC	I	S
Microclima	Desmante	3	3	7	0	2	6	4	0.48	0.30	0.60	0.33
	Instalación y montaje de paneles fotovoltaicos	3	3	7	0	0	0	0	0.48	0.00	0.48	0.48
Cambio climático	Desmante	3	4	7	0	2	6	6	0.52	0.30	0.63	0.21
	Operación y mantenimiento del parque fotovoltaico	6	7	7	0	0	0	0	0.74	0.00	0.74	0.74
Calidad del aire	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16
	Instalaciones temporales	1	1	4	0	0	0	5	0.22	0.00	0.22	0.10
	Desmante	3	3	4	0	2	6	5	0.37	0.30	0.50	0.22
	Despalme	3	3	4	0	2	6	5	0.37	0.30	0.50	0.22
	Movimiento de tierras	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	3	4	4	0	0	0	4	0.41	0.00	0.41	0.23
Calidad acústica	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	3	0.37	0.00	0.37	0.25
	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	3	0.37	0.00	0.37	0.25
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	3	4	4	0	0	0	4	0.41	0.00	0.41	0.23
Topografía	Movimiento de tierras	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
Características fisicoquímicas del suelo	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16
	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16
	Instalaciones temporales	1	1	4	0	0	0	5	0.22	0.00	0.22	0.10
	Desmante	3	3	7	0	2	6	4	0.48	0.30	0.60	0.33
	Despalme	3	3	7	0	2	6	4	0.48	0.30	0.60	0.33
	Movimiento de tierras	3	3	4	0	0	0	3	0.37	0.00	0.37	0.25

Componentes ambientales	Actividad	Criterios Básicos			Criterios Complementarios				Indices		Significancia	
		Magnitud	Extensión	Duración	Sinergia	Acumulacion	Controversia	Mitigación	MED	SAC	I	S
	Estación de switcheo e Instalaciones auxiliares	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15
	Vialidades internas	1	1	7	0	0	0	4	0.33	0.00	0.33	0.19
	Camino de acceso	1	1	7	0	0	0	4	0.33	0.00	0.33	0.19
	Contratación del personal	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15
Patrón de drenaje	Movimiento de tierras	3	3	4	0	0	0	3	0.37	0.00	0.37	0.25
	Estación de switcheo e Instalaciones auxiliares	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15
	Vialidades internas	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15
	Camino de acceso	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15
Características fisicoquímicas del agua superficial	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16
	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16
	Instalaciones temporales	4	4	4	0	0	0	4	0.44	0.00	0.44	0.25
	Contratación del personal	1	1	7	0	0	0	5	0.33	0.00	0.33	0.15
Superficie de infiltración y volumen	Estación de switcheo e Instalaciones auxiliares	1	1	7	0	0	0	3	0.33	0.00	0.33	0.22
	Vialidades internas	1	1	7	0	0	0	3	0.33	0.00	0.33	0.22
	Camino de acceso	1	1	7	0	0	0	3	0.33	0.00	0.33	0.22
Características fisicoquímicas de agua subterránea	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Instalaciones temporales	1	1	4	0	0	0	4	0.22	0.00	0.22	0.12
	Contratación del personal	1	1	7	0	0	0	4	0.33	0.00	0.33	0.19

**Tabla VIII.5 Matriz de evaluación de impacto en el medio biótico.**

Componentes ambientales	Actividad	Criterios Básicos			Criterios Complementarios				Indices		Significancia	
		Magnitud	Extensión	Duración	Sinergia	Acumulacion	Controversia	Mitigación	MED	SAC	I	S
Cobertura	Trazo y delimitación	1	1	7	0	0	0	3	0.33	0.00	0.33	0.22
	Desmante	6	6	7	0	0	9	1	0.70	0.33	0.79	0.70
	Operación y mantenimiento del parque fotovoltaico	3	3	6	0	0	0	4	0.44	0.00	0.44	0.25
	Operación y mantenimiento de la línea de distribución	2	2	4	0	0	0	4	0.30	0.00	0.30	0.16
Distribución y abundancia de las especies vegetales	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Desmante	7	6	7	0	0	9	3	0.74	0.33	0.82	0.55
	Operación y mantenimiento de la línea de distribución	2	2	4	0	0	0	4	0.30	0.00	0.30	0.16
Especies vegetales en estatus de conservación	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Desmante	7	6	7	0	0	9	3	0.74	0.33	0.82	0.55
Habitat	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Desmante	7	6	7	0	0	9	3	0.74	0.33	0.82	0.55
	Operación y mantenimiento del parque fotovoltaico	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Operación y mantenimiento de la línea de distribución	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
Abundancia y distribución de las especies de anfibios y reptiles	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	3	0.37	0.00	0.37	0.25
	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Desmante	7	6	7	0	0	9	3	0.74	0.33	0.82	0.55
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	3	7	4	0	0	0	4	0.52	0.00	0.52	0.29

Componentes ambientales	Actividad	Criterios Básicos			Criterios Complementarios				Indices		Significancia	
		Magnitud	Extensión	Duración	Sinergia	Acumulacion	Controversia	Mitigación	MED	SAC	I	S
	Vialidades internas	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Camino de acceso	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Contratación del personal	1	1	4	0	0	0	3	0.22	0.00	0.22	0.15
Abundancia y distribución de las especies de aves	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	3	0.37	0.00	0.37	0.25
	Desmante	7	6	7	0	0	9	3	0.74	0.33	0.82	0.55
Abundancia y distribución de las especies de mamíferos	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Desmante	7	6	7	0	0	9	3	0.74	0.33	0.82	0.55
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	1	1	4	0	0	0	4	0.22	0.00	0.22	0.12
	Vialidades internas	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Camino de acceso	1	1	4	0	0	0	4	0.22	0.00	0.22	0.12
Especies de fauna en estatus de conservación	Contratación del personal	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Desmante	7	6	7	0	0	9	3	0.74	0.33	0.82	0.55
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	3	7	4	0	0	0	4	0.52	0.00	0.52	0.29
	Vialidades internas	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
	Camino de acceso	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21

**Tabla VIII.6 Matriz de evaluación de impacto en el medio socioeconómico.**

Componentes ambientales	Actividad	Criterios Básicos			Criterios Complementarios				Indices		Significancia	
		Magnitud	Extensión	Duración	Sinergia	Acumulacion	Controversia	Mitigación	MED	SAC	I	S
Calidad del paisaje	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	3	0.37	0.00	0.37	0.25
	Instalaciones temporales	1	1	4	0	0	0	3	0.22	0.00	0.22	0.15
	Desmante	3	3	6	0	0	4	3	0.44	0.15	0.50	0.33
	Instalación y montaje de paneles fotovoltaicos	3	3	6	0	0	4	3	0.44	0.15	0.50	0.33
	Estación de switcheo e Instalaciones auxiliares	1	1	7	0	0	0	3	0.33	0.00	0.33	0.22
	Vialidades internas	1	1	7	0	0	0	4	0.33	0.00	0.33	0.19
	Línea de distribución	1	3	7	0	0	0	4	0.41	0.00	0.41	0.23
	Camino de acceso	1	1	7	0	0	0	4	0.33	0.00	0.33	0.19
	Operación y mantenimiento de la línea de distribución	1	3	6	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21
Calidad de vida	Arrendamiento o servidumbre de paso	6	3	7	0	0	0	0	0.59	0.00	0.59	0.59
	Contratación del personal	6	4	4	0	0	0	0	0.52	0.00	0.52	0.52
	Contratación del personal	1	1	3	0	0	0	0	0.19	0.00	0.19	0.19
	Operación y mantenimiento del parque fotovoltaico	6	6	7	0	0	0	0	0.70	0.00	0.70	0.70
Filijo vehicular	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	5	0.37	0.00	0.37	0.16
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	6	6	6	0	0	0	4	0.67	0.00	0.67	0.37
	Camino de acceso	6	3	7	0	0	0	0	0.59	0.00	0.59	0.59
Actividades productivas	Contratación del personal	6	4	4	0	0	0	0	0.52	0.00	0.52	0.52
	Uso de maquinaria y equipo	6	4	4	0	0	0	0	0.52	0.00	0.52	0.52
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	6	4	4	0	0	0	0	0.52	0.00	0.52	0.52
Infraestructura vial	Uso de maquinaria y equipo	3	3	4	0	0	0	4	0.37	0.00	0.37	0.21

Componentes ambientales	Actividad	Criterios Básicos			Criterios Complementarios				Indices		Significancia	
		Magnitud	Extensión	Duración	Sinergia	Acumulacion	Controversia	Mitigación	MED	SAC	I	S
	Transporte y acarreo de materiales y equipo	4	6	4	0	0	0	4	0.52	0.00	0.52	0.29
	Camino de acceso	4	6	4	0	0	0	4	0.52	0.00	0.52	0.29
Infraestructura eléctrica	Operación y mantenimiento del parque fotovoltaico	9	6	7	0	0	0	0	0.81	0.00	0.81	0.81
	Operación y mantenimiento de la línea de distribución	9	6	7	0	0	0	0	0.81	0.00	0.81	0.81

### VIII.3. METODOLOGÍA APLICADA PARA EL CÁLCULO DE CAPTURA DE BIÓXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE

El carbono inorgánico en forma de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), se incorpora a compuestos orgánicos por acción de los organismos fotosintéticos. De esta manera el principal servicio ambiental de la vegetación consiste en la mitigación de los gases con efecto invernadero, mediante la fijación reducción y almacenamiento de carbono en forma de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero (Espinoza, *et al.* 1999)<sup>1</sup>.

Con base en lo anteriormente expuesto, la vegetación tiene una importante participación en el ciclo del carbono. Las plantas superiores adquieren el CO<sub>2</sub> atmosférico por difusión a través de las hojas y lo transportan a los sitios donde se lleva a cabo la fotosíntesis, generando oxígeno. Cierta cantidad de este CO<sub>2</sub> regresa a la atmósfera, y una cantidad que se fija y se convierte en carbohidratos durante la fotosíntesis (producción primaria bruta, o PPB). La PPB se ha estimado globalmente en 120 PgC/año. La mitad de la PPB (60 PgC/ año) se incorpora en los tejidos vegetales, como hojas, raíces y tejido leñoso, y la otra mitad regresa a la atmósfera como CO<sub>2</sub> debido a la respiración autotrófica (respiración de los tejidos vegetales). El crecimiento anual de las plantas es el resultado de la diferencia entre el carbono fijado y el respirado (Jaramillo, 2007).<sup>2</sup>

La vegetación y el suelo de los bosques retienen casi el 40% de todo el carbón almacenado en los ecosistemas terrestres. Mucho de este es almacenado en el gran bosque boreal del hemisferio norte y en los bosques tropicales de Sudamérica y África. Además, la regeneración de los bosques en el hemisferio norte frecuentemente absorbe dióxido de carbono de la atmósfera. Sin embargo, en los trópicos el desmonte de los bosques y la degradación actúan juntos como una red de emisiones de carbono.<sup>3</sup>

Por tal motivo, la reducción de la cobertura vegetal conlleva el riesgo en la obvia reducción de organismos que favorecen la captación del carbono y de generación de oxígeno, hecho que tiene repercusiones en el calentamiento a nivel global, toda vez que se suma a diferentes impactos naturales o antrópicos (quemadas, generación de gases de combustión).

Hay muchas dificultades para estimar la cantidad de carbono que puede ser capturado o conservado en un proyecto forestal determinado, aunque, por otra parte, hay algunas aproximaciones alternativas para evaluar el carbono secuestrado.

Existen diversas metodologías aplicables para la medición de carbono en la biomasa forestal; una muy conocida es la publicada por FAO; otra universalmente aceptada es la descrita por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, en sus directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI).

---

<sup>1</sup> Espinoza, N., Gatica, J. y J.Smyle. 1999. El pago de servicios ambientales y el desarrollo sostenible en el medio rural. Serie de publicaciones RUTA. Costa Rica, 91 pp

<sup>2</sup> Jaramillo, V. 2007. El ciclo Global del carbono. Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Consulta electrónica. Revisado 24 Agosto 2011 <<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/437/jaramillo.html>

<sup>3</sup> The International Union for Conservation (Lead Author); Stephen C. Nodvin (Topic Editor) "Forest environmental services". In: Encyclopedia of Earth. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). [First published in the Encyclopedia of Earth August 22, 2008; <[http://www.eoearth.org/article/Forest\\_environmental\\_services](http://www.eoearth.org/article/Forest_environmental_services)>



A falta de alguna metodología, para el caso que nos ocupa se utilizará el Método aproximado para la estimación de la biomasa según la publicación forestal 134 de la FAO (1997, 2000)<sup>4</sup>. Para realizar dicho cálculo es necesario:

- 1) Obtener las existencias volumétricas promedio de la masa de la cual se quiere estimar la biomasa arriba del suelo en m<sup>3</sup>/hectárea.
- 2) Estimar la densidad promedio de la madera de los árboles de esa masa en toneladas/m<sup>3</sup>.
- 3) Calcular la biomasa de los árboles con la siguiente expresión:

Biomasa arriba del suelo = Vol m<sup>3</sup>/ha X densidad de la madera en ton/m<sup>3</sup>= biomasa en ton/ha

El volumen maderable (m<sup>3</sup>) debe convertirse a peso en seco (ton), multiplicando por un factor de conversión conocido como densidad básica de la madera (D) en (t/m<sup>3</sup>). Considerando que para la selva baja espinosa caducifolia y selva baja caducifolia del Área del Proyecto se obtuvo un volumen de materias primas forestales de 21.738 m<sup>3</sup>/ha se observa que:

Biomasa de selvas bajas espinosas y caducifolias= 21.738 m<sup>3</sup>/ha X 0.6 ton/m<sup>3</sup> = 13.0428 ton/ha

- 4) Aplicar un factor de ajuste de acuerdo a lo siguiente:

- Si la biomasa por hectárea es mayor o igual a 190 ton/ha= 1.74
- Si la biomasa por hectárea es menor a 190 ton/ha= 2.66

- 5) Hacer el cálculo final de la biomasa de los árboles inventariados arriba del suelo, multiplicando el resultado del inciso 3, por el factor de ajuste correspondiente. Se considera que la cantidad de carbono almacenado es aproximadamente el 50% del resultado obtenido, ya que se sabe que el carbono contenido en la biomasa es aproximadamente el 50% del peso seco (Montoya, *et al.* 2002<sup>5</sup>). De esta manera, tenemos que:

Biomasa de selvas bajas espinosas y caducifolias = 13.0428 ton/ha X 2.66 = 34.69 X 0.50 = 17.3469 tCO<sub>2</sub>e

Dónde: tCO<sub>2</sub>e toneladas de bióxido de carbono equivalente,  
(Aunque en el texto en general, se le alude sólo como carbono)

Considerando el factor anterior este se multiplica por la superficie para determinar el almacenamiento de CO<sub>2</sub> de las selvas bajas espinosa caducifolia mediana subcaducifolia.

La selva baja espinosa caducifolia ocupa una superficie de **666.4 ha** en el SAR y almacena **11,559.97 toneladas de CO<sub>2</sub>e**. Derivado de lo anterior y por el desmonte de **49.60 ha**, que se requiere para la ejecución del Proyecto, se estimó que se dejarán de capturar anualmente hasta **860.406 toneladas de CO<sub>2</sub>e**.

<sup>4</sup> FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Global forest resources assessment 2000 - main report. FAO Forestry Paper No. 140. Rome [www.fao.org/forestry/site/7949/en](http://www.fao.org/forestry/site/7949/en)

<sup>5</sup> Montoya, G., Soto, L., De Jong, B., Nelson, K., Farías, P., Yakactik, P. y J. Taylor. 2002. Desarrollo forestal sustentable, Captura de Carbono en las zonas Tzeltal y Tojolabal del estado de Chiapas.

El proyecto objeto de la presente evaluación consiste como ya se ha señalado en la generación de energía eléctrica a partir de celdas solares con una capacidad nominal de **18 MW** y una capacidad de generación de energía eléctrica de **48,748 MWh/Año**. De conformidad con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y los reportes del Registro Nacional de Emisiones, los factores de emisión para el cálculo de emisiones indirectas por consumo de electricidad para el periodo 2015 (última actualización) del Sistema Eléctrico Nacional, la generación de gases de efecto invernadero, medida en Ton de CO<sub>2</sub> por MW es del orden de las **0.458 toneladas de CO<sub>2</sub>/MWh**, por lo que bajo esta óptica, con la implementación de este proyecto, se dejarían de emitir **22,326.584 Ton CO<sub>2</sub>/Año**. Por su parte y cómo ya se ha señalado, con la remoción de **49.60 ha** de vegetación de selva baja espinosa caducifolia y selva mediana subcaducifolia, se dejarán de capturar **860.406 Ton CO<sub>2</sub>/Año**, por lo que el balance considerando la implementación del proyecto resulta favorable en lo que respecta a la generación de energía eléctrica sin utilizar combustibles fósiles contra la reducción de captura de CO<sub>2</sub> por remoción de vegetación, con una reducción favorable del orden de las **21,466.178 Ton CO<sub>2</sub>/Año**.

#### **VIII.4. CARTOGRAFÍA**

Ver Anexo VIII.1.