ÍNDICE
Capítulo I

I.1. DATOS DEL PROYECTO 2
I.1.1. Nombre del proyecto 2
I.1.2. Ubicación del proyecto 2
I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto 2
I.2. PROMOVENTE 2
I.2.1. Nombre o razón social 2
I.2.2. Registro federal de contribuyentes del promovente 2
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 2
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 3
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 3
I.3.1. Nombre o razón social 3
I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio 3
I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio 3

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

I.1. Datos del Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN DESARROLLO INMOBILIARIO EN RÉGIMEN CONDOMINAL DENOMINADO "PARALIAN".

I.1.2. Ubicación del proyecto

El polígono donde se llevará a cabo el proyecto se ubica en los Tablajes Catastrales 53845**,** 53846**,** 53847**,** 53855**,**53857**,** 9314 y 9309, en la localidad de Chicxulub Puerto, municipio de Progreso, Yucatán. Localizado en el Km 8.5 Chicxulub Puerto, Yucatán.

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

Considerando el giro del proyecto, se prevé un tiempo de vida indefinido o permanente, lo cual dependerá del mantenimiento periódico realizado a las instalaciones de los departamentos.

Vida útil operativa de por lo menos 50 años.

I.2. Promovente

I.2.1. Nombre o razón social

HENSER DESARROLLOS SOCIEDAD ANONIMA PROMOTORA DE INVERSION DE CAPITAL VARIABLE

I.2.2. Registro federal de contribuyentes del promovente

Protegido en términos de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y/o de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

Protegido en términos de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y/o de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

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

Protegido en términos de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y/o de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre o razón social

Consultores en Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales S.C.P.
(COPREMIA S.C.P.)

I.3.2. Registro federal de contribuyentes o CURP

CPM000718R39

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio

I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio

ÍNDICE
Capítulo II

II.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 2
II.1. Información general del proyecto 2
II.1.1. Naturaleza del proyecto 2
II.1.2. Selección del sitio 2
II.1.3. Ubicación física del proyecto 3
II.1.4. Inversión requerida 5
II.1.5. Dimensiones del proyecto 6
II.1.4. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 8
II.2. Características particulares del proyecto 9
Cuadro II.7. Personal requerido 10
II.2.1. Programa de trabajo 11
II.2.2. Representación gráfica local 15
II.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción 16
Sistema de tratamiento de aguas residuales 17
Instalación de drenaje 19
Instalación de agua para uso y consumo 19
II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento 21
II.2.5 Etapa de abandono del sitio 22
II.2.6 Utilización de explosivos 22
II.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 22
Generación y manejo de residuos sólidos 22
Generación y manejo de residuos líquidos 23
Generación y manejo de emisiones a la atmósfera 24
II.2.8 Generación de gases de efecto invernadero 24

II.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

II.1.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario en régimen condominal de veraneo, localizado en el kilómetro 8.5 de Chicxulub Puerto, municipio de Progreso,Yucatán.
Originalmente, la superficie del proyecto comprendía los Tablajes Catastrales 9314 y 9309, con una extensión total de 23,832.50 m²**;** sin embargo, derivado de una actualización en la delimitación catastral y ajustes administrativos en la factibilidad urbano-ambiental, dichos tablajes han sido sustituidos y ahora corresponden a los siguientes:

- Tablaje Catastral 53845
- Tablaje Catastral 53846
- Tablaje Catastral 53847
- Tablaje Catastral 53855
- Tablaje Catastral 53857

La superficie total del predio y las características generales del proyecto permanecen sin modificación respecto al diseño arquitectónico y densidad previamente autorizados. El desarrollo contempla un edificio habitacional multifamiliar conformado por tres torres interconectadas de hasta 9 niveles**,** con un total de 174 departamentos y una construcción de 37,054.69 m². Se consideran 319 cajones de estacionamiento y 13 cajones adicionales para personas con discapacidad. Asimismo, el proyecto mantiene un área de conservación de 7,786.76 m² (32.67%)**,** destinada a zonas verdes y ajardinadas.

II.1.2. Selección del sitio

Los criterios seguidos para la selección del sitio del proyecto fueron los siguientes:

1. El predio se localiza en el kilómetro 8.5 de Chicxulub Puerto, en el municipio de Progreso, Yucatán, una zona reconocida por su vocación turística y de veraneo, lo que hace viable y atractivo el desarrollo de un complejo habitacional multifamiliar en régimen condominal.
2. El terreno cuenta con una superficie de 23,832.50 m², lo cual permite albergar de manera adecuada un proyecto de gran escala con infraestructura habitacional, áreas comunes y estacionamiento.
3. El terreno y sus alrededores han sido modificados con anterioridad, por lo que el área cuenta con vegetación perturbada y en estado de regeneración compuesta en su mayoría por vegetación herbácea y arbustiva característica de la zona costera.

4. El promovente es propietaria del predio, mismo que se localiza en una zona con desarrollos habitacionales actuales, siendo predominante este uso.
5. El paisaje de la zona está compuesto principalmente por casas veraniegas particulares, condominios y complejos de villas, por lo que la implementación de este proyecto no representará un impacto visual para el sistema ambiental y sus colindancias directas.
6. El predio tiene acceso directo desde la carretera estatal Progreso–Telchac Puerto, facilitando la movilidad de residentes, visitantes y servicios hacia el desarrollo.

II.1.3. Ubicación física del proyecto

El predio en el que se llevará a cabo el proyecto se ubica en los Tablajes Catastrales 53845, 53846, 53847, 53855 y 53857, en la localidad de Chicxulub Puerto, municipio de Progreso, Yucatán.; a la altura del Km. 8.5 de la Carretera Progreso-Telchac Puerto.

Al norte del polígono de interés se encuentra la zona federal y el Golfo de México; al sur se encuentra la carretera estatal Progreso-Telchac Puerto; al este y oeste se encuentran predios particulares con desarrollos habitacionales y secciones de vegetación natural.





Figura II.1. Ubicación general del área del proyecto (Vista ampliada desde Google Earth).

El área del proyecto se ubica en las siguientes coordenadas:

Cuadro II.1. Coordenadas geográficas donde se ubica el proyecto

CUADRO DE CONSTRUCCION					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	9.91	180°1'14"	231900.19	2357271.01
P2	P2 - P3	35.68	179°58'58"	231900.80	2357280.90
P3	P3 - P4	10.84	140°41'41"	231903.01	2357316.51
P4	P4 - P5	46.33	127°33'29"	231896.68	2357325.31
P5	P5 - P6	5.01	269°23'2"	231850.37	2357326.77
P7	P7 - P8	18.01	90°25'50"	231851.30	2357374.07
P6	P6 - P7	42.30	179°56'1"	231850.48	2357331.77
P8	P8 - P9	4.00	91°7'31"	231833.30	2357374.55
P9	P9 - P10	10.14	267°19'25"	231833.11	2357370.56
P10	P10 - P11	0.09	271°51'2"	231822.97	2357370.56
P11	P11 - P12	3.50	88°40'19"	231822.97	2357370.66
P12	P12 - P13	7.60	134°34'21"	231819.48	2357370.69
P13	P13 - P14	32.83	138°19'35"	231814.09	2357365.32
P14	P14 - P15	4.71	180°7'47"	231812.13	2357332.55
P15	P15 - P16	74.17	180°5'21"	231811.84	2357327.84
P16	P16 - P17	13.22	179°9'54"	231807.13	2357253.82
P17	P17 - P18	19.09	180°25'31"	231806.49	2357240.62
P18	P18 - P19	6.14	180°0'27"	231805.41	2357221.55
P19	P19 - P20	11.06	203°5'21"	231805.06	2357215.42
P20	P20 - P21	2.86	260°15'25"	231800.16	2357205.50
P21	P21 - P22	8.27	168°1'56"	231797.42	2357206.32
P22	P22 - P23	43.47	172°28'11"	231789.17	2357206.98
P23	P23 - P24	13.46	179°33'13"	231745.76	2357204.77
P24	P24 - P25	54.78	180°26'47"	231732.32	2357203.98
P25	P25 - P26	46.45	100°29'56"	231677.61	2357201.20
P26	P26 - P27	125.99	79°37'13"	231671.48	2357155.15
P27	P27 - P28	21.55	180°3'38"	231797.32	2357161.30
P28	P28 - P29	75.02	179°56'15"	231818.84	2357162.32
P29	P29 - P30	45.02	96°13'12"	231893.77	2357165.99
P30	P30 - P31	9.91	180°7'37"	231896.46	2357210.93
P31	P31 - P1	50.28	179°59'49"	231897.08	2357220.82

Area: 22399.73 m²

II.1.4. Inversión requerida

La inversión total para el desarrollo del proyecto es de aproximadamente $30'000,000 (treinta millones de pesos 00/100 M.N.), incluyendo el presupuesto destinado para las medidas preventivas, de mitigación y compensación de los impactos ambientales. El monto del presupuestado variará de acuerdo con los cambios en los precios de insumos y materiales.

Cuadro II.2. Rubros en los que dividirá la inversión

Rubro	Monto (Pesos)	Porcentaje (%)
Costo de infraestructura	27,000,000.00	80
Prevención y Mitigación	3,000.000.00	20
Total	**30,000,000.00**	**100**

II.1.5. Dimensiones del proyecto

El proyecto denominado "Paralian" se desarrollará sobre una superficie total de 22,399.73 metros cuadrados, localizada en Chicxulub Puerto, municipio de Progreso, Yucatán. El conjunto inmobiliario se encuentra diseñado para lograr un equilibrio entre las áreas construidas y las zonas permeables, garantizando una ocupación armónica del terreno y el cumplimiento con los criterios establecidos en la factibilidad urbano-ambiental correspondiente.

El área de construcción del proyecto, que corresponde a las edificaciones principales, cuenta con una superficie de 1,694.56 m², equivalente al 7.57% del total del predio. En esta superficie se contempla la edificación de las torres habitacionales, así como las áreas de servicios y espacios comunes cubiertos. El área destinada a estacionamiento representa 4,071.84 m², equivalente al 18.18%, y comprende los cajones vehiculares, incluyendo los espacios asignados para personas con discapacidad, garantizando accesibilidad universal.

Las vialidades internas ocupan una superficie de 2,637.10 m², equivalente al 11.77% del total del terreno, permitiendo una adecuada circulación peatonal y vehicular dentro del complejo. Asimismo, se contempla una superficie de 133.90 m² para banquetas y andadores, lo que representa el 0.59% del predio y servirá como conectividad peatonal entre los diferentes espacios del desarrollo.

Las áreas comunes techadas suman 4,669.83 m², lo que corresponde al 20.85% de la superficie total, integrando zonas recreativas, de convivencia y amenidades cubiertas, mientras que las áreas comunes no techadas abarcan 2,371.46 m², equivalentes al 10.59%, destinadas a terrazas, jardines y espacios abiertos de uso común. Por su parte, las áreas de servicios comprenden 466.78 m², representando el 2.08% del total, e incluyen las instalaciones necesarias para mantenimiento, almacenamiento y operación general del conjunto.

Finalmente, se destina una superficie de 6,354.26 m², equivalente al 28.37% del terreno, como área permeable y de conservación, donde se conservará vegetación nativa y se fomentará la infiltración natural de agua, contribuyendo al equilibrio ambiental del sitio.

En conjunto, la distribución del terreno refleja una planeación integral que combina funcionalidad, estética y sustentabilidad, procurando mantener amplias áreas verdes y espacios abiertos en armonía con el entorno costero de Chicxulub Puerto.

De manera general dicha área de construcción se distribuyen de la siguiente manera:

Cuadro II.3. Dimensiones del proyecto, cuadro de áreas.

TABLA DE ÁREAS										
NIVEL	VENDIBLE	ESTACIONAMIENTO	VIALIDADES PERMEABLES	BANQUETAS	ÁREAS COMUNES TECHADAS	ÁREAS COMUNES NO TECHADAS	SERVICIOS	TOTAL TECHADO	TOTAL ÁREA DE CONSERVACIÓN	TOTAL TERRENO
PLANTA BAJA	1,694.56 m²	4,071.84 m²	2,637.10 m²	133.90 m²	4,669.83 m²	2,371.46 m²	466.78 m²	6,831.17 m²	6,354.26 m²	22,399.73 m²
PORCENTAJE EN DESPLANTE	7.57%	18.18%	11.77%	0.59%	20.85%	10.59%	2.08%	30.50%	28.37%	

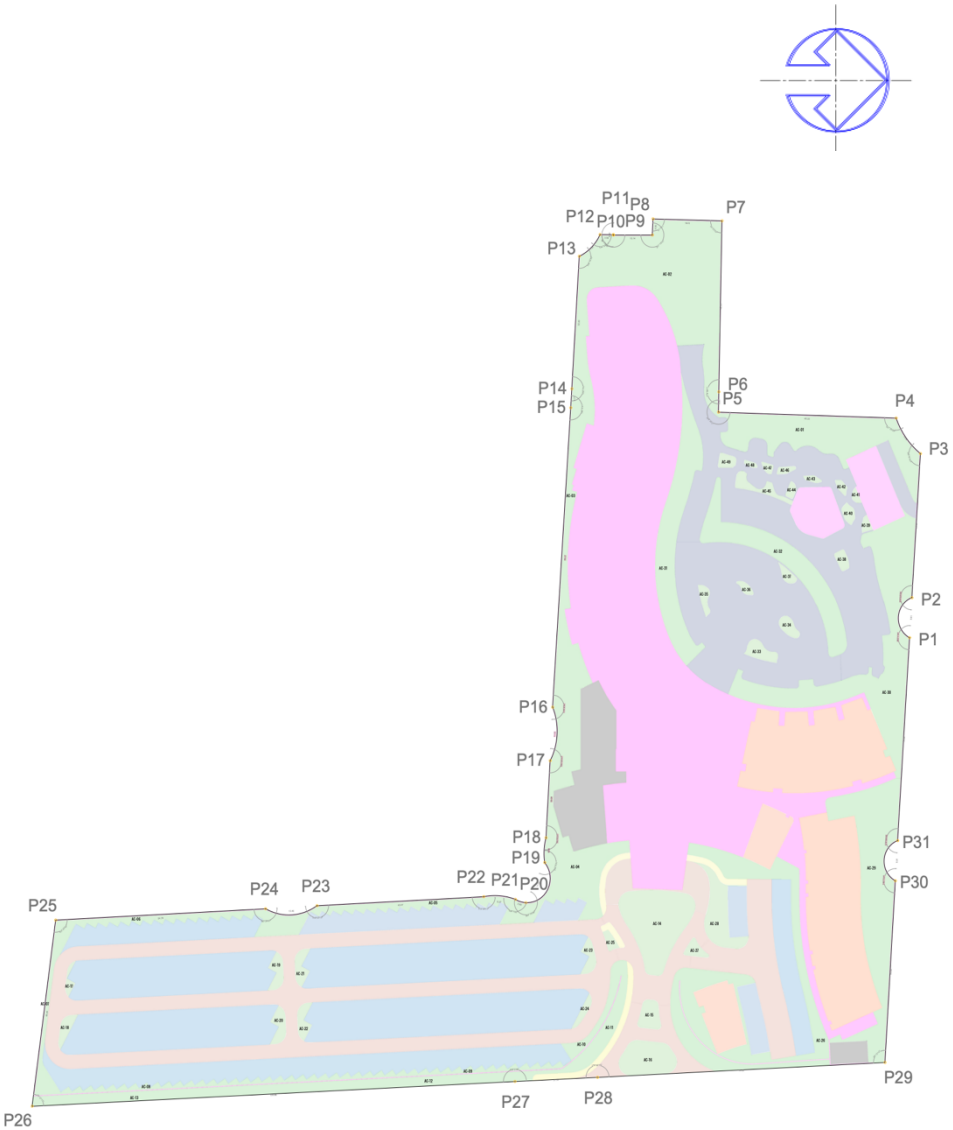


Figura II.3. Plano del proyecto

Las coordenadas geográficas correspondientes a las diversas áreas que conforman el proyecto se incluyen de manera detallada en los Anexos Técnicos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (Anexo 2), donde se presentan los vértices, límites y

referencias espaciales que delimitan la poligonal del predio y las secciones específicas destinadas a las distintas áreas funcionales del desarrollo.

II.1.4. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La zona donde se desarrollará el proyecto **"Paralian"** presenta una vocación habitacional y turística consolidada**,** caracterizada por la presencia de conjuntos residenciales, casas veraniegas y desarrollos condominales que aprovechan la cercanía con la costa de Chicxulub Puerto. El predio cuenta con acceso mediante caminos costeros consolidados y se encuentra dentro de un entorno con infraestructura básica de energía eléctrica y telecomunicaciones móviles**,** así como servicios de patrullaje y seguridad pública correspondientes al municipio de Progreso.

En la zona del proyecto existe red eléctrica de baja tensión y vialidades locales con tramos de arena compactada, que permiten la circulación vehicular y peatonal. Estas vías serán aprovechadas para el acceso de maquinaria y materiales durante la etapa constructiva, y posteriormente, para el tránsito de residentes y visitantes del desarrollo.

El área del proyecto no cuenta con red pública de agua potable ni con sistema municipal de drenaje sanitario, por lo que ambos servicios serán abastecidos e implementados de manera interna dentro del conjunto.

En el caso del abastecimiento de agua**,** esta se obtendrá a través de la red de la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán (JAPAY)**,** mediante una acometida de 2 pulgadas que alimentará una cisterna principal con capacidad de 219.3 m³, la cual distribuirá el agua hacia las torres habitacionales y áreas comunes mediante un sistema de bombas presurizadoras y red hidráulica de PVC cédula 40**.**

Por su parte, el sistema de drenaje y tratamiento de aguas residuales será totalmente independiente y estará conformado por tres plantas de tratamiento tipo "BIOCEN HIGH TECH" modelo BBC-60/100, con una capacidad total de 180 m³/día**.** Estas unidades realizarán procesos de tratamiento biológico, filtración y desinfección**,** asegurando el cumplimiento con las NOM-001, NOM-002 y NOM-003-SEMARNAT-1996**.** El efluente tratado será reutilizado para el riego de las áreas verdes y ajardinadas del desarrollo, las cuales representan aproximadamente el 28.37% del predio**,** contribuyendo al uso sustentable del recurso hídrico.

El suministro de energía eléctrica será proporcionado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) mediante acometida subterránea, con infraestructura interna que abastecerá las torres habitacionales, áreas comunes, alumbrado y sistemas de bombeo. Asimismo, el proyecto contará con servicios de telefonía celular, internet inalámbrico y red interna de comunicación**,** garantizando conectividad y seguridad en todo el conjunto.

Finalmente, se destaca que las coordenadas geográficas y límites del proyecto se presentan de manera detallada en los Anexos Técnicos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (Anexo 2)**,** donde se delimitan los vértices y áreas funcionales que integran el desarrollo.

II.2. Características particulares del proyecto

El proyecto consistirá en la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario en régimen condominal de veraneo, conformado por tres torres habitacionales interconectadas destinadas al uso turístico-residencial.

- ✓ **Actividades e insumos**

Durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto, se realizarán actividades de limpieza superficial, trazo y nivelación del terreno, excavaciones menores, cimentaciones, edificación de estructuras, así como la instalación de infraestructura eléctrica, hidráulica y sanitaria.

La infraestructura se construirá principalmente con materiales pétreos y convencionales de obra, tales como block, concreto armado, varilla, bovedilla, vigas de acero, porcelanatos, aluminio y cristalería, los cuales serán adquiridos con proveedores locales para fortalecer la economía de la región. No será necesario realizar obras asociadas externas a la propiedad, ya que el predio cuenta con accesos y vialidades consolidadas.

Durante la fase constructiva no se utilizarán sustancias peligrosas, ni se almacenarán combustibles o solventes dentro del predio. Los mantenimientos de maquinaria y suministro de combustible se realizarán en áreas externas autorizadas.

Los servicios requeridos durante todas las etapas incluirán sanitarios portátiles, energía eléctrica temporal, agua purificada y potable, así como acceso por vialidades existentes. Durante la etapa de obra se dispondrá de letrinas portátiles (una por cada 15 trabajadores), mientras que en la fase operativa el manejo de aguas residuales será atendido mediante el sistema interno de tratamiento.

El abastecimiento de agua durante la construcción se realizará mediante pipas que llenarán las cisternas temporales. Durante la operación, el suministro provendrá de la red pública de la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán (JAPAY), a través de una acometida de 2 pulgadas, conectada a una cisterna general de 219.3 m³, con distribución interna mediante bombas presurizadoras y red hidráulica de PVC cédula 40.

El sistema de tratamiento de aguas residuales estará conformado por tres plantas tipo "BIOCEN HIGH TECH" modelo BBC-60/100, con una capacidad total de 180 m³/día, que cumplirán con las NOM-001, NOM-002 y NOM-003-SEMARNAT-1996. El agua tratada será reutilizada para el riego de las áreas verdes, que abarcan 6,354.26 m² (28.37%) del predio.

Los residuos sólidos urbanos generados durante la construcción serán recolectados y enviados a los sitios de disposición final autorizados por el Ayuntamiento de Progreso, mientras que en la fase operativa se contará con un sistema interno de separación en origen y almacenamiento temporal para su posterior recolección municipal.

El suministro eléctrico será proporcionado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) mediante acometida subterránea, con red interna que alimentará las torres, áreas comunes y sistemas de bombeo. Las vialidades existentes se consideran adecuadas y no será necesaria su modificación o pavimentación adicional

Cuadro II.7. Personal requerido

Etapa	Personal	Cantidad
Preparación del sitio	Ingeniero residente / Supervisor de obra	1
	Biólogo (monitoreo ambiental)	1
	Topógrafo	1
	Operador de maquinaria	2
	Personal de limpieza y desmonte ligero	4
Construcción	Ingeniero residente	1
	Maestro de obra	1
	Albañiles	25
	Ayudantes generales	15
	Carpinteros	3
	Herreros / Aluminieros	2
	Electricistas	3
	Plomeros	2
	Pintores / Acabados	3
	Personal de instalaciones especiales (aire, bombas, etc.)	2
	Auxiliares administrativos / campo	2
Operación y mantenimiento	Administrador general	1
	Personal de mantenimiento	2
	Personal de jardinería	2
	Personal de limpieza general	3
	Seguridad y control de acceso	2

Dada la magnitud y naturaleza del proyecto, no se provocará desabasto de recursos humanos o materiales en la zona, ya que la mano de obra será contratada localmente de Chicxulub Puerto, Progreso y comunidades cercanas, contribuyendo así al fortalecimiento económico regional.

II.2.1. Programa de trabajo

Preparación del sitio. Consiste en la remoción de las herbáceas del área donde se ubicará la cimentación, los accesos y las instalaciones necesarias para el proyecto.

Construcción. Incluye la edificación de las tres torres habitacionales que conforman el desarrollo , con estructuras de concreto armado y losa de entrepiso, así como la instalación de infraestructura eléctrica, hidráulica y sanitaria.

En esta fase se ejecutarán los cimientos, columnas, muros, losas, acabados y fachadas, además de la construcción de piscinas, andadores, vialidades internas, estacionamientos y áreas comunes.

I. Cimentación

1. **Cimientos**: se utilizarán zapatas y losas de cimentación de concreto armado**,** dimensionadas según el estudio de mecánica de suelos, con un diseño estructural adaptado a las condiciones costeras del sitio.
2. **Desplantes**: se construirán sobre una base de material compactado tipo grava-arena, con recubrimiento de mortero de cal y cemento para garantizar estabilidad estructural.
3. **Cadenas de cimentación**: se realizarán con secciones de 15x20 cm, armadas con varilla de acero corrugado(Armex 15-15-4) y concreto F'c=200 kg/cm², aplicando impermeabilización con aditivos tipo Microfest o equivalente**.**
4. **Rellenos y compactación**: se colocará material arenoso y escombro estabilizado en capas de 20 cm compactadas al 95% Proctor, asegurando la nivelación de las plataformas.
5. **Bases de castillos**: con dimensiones de 30x30 cm y refuerzo de acero Armex 15-15-4, localizados conforme a planos estructurales y anclados a la cimentación principal.

II. Albañilería y acabados

1. **Muros estructurales**: fabricados con blocks de concreto de 15x20x40 cm, con altura libre de 2.70 m (13 filas)**,** trabados con mortero cemento-arena.
2. **Cadenas de nivel y de cerramiento**: de concreto armado 15x15 cm**,** con acero tipo Armex 15-15-4.
3. **Castillos**: de concreto armado con secciones de 15x15 cm**,** integrados a muros portantes.
4. **Losas**: sistema de vigueta y bovedilla, con capa de compresión de 4 cm de concreto F'c=200 kg/cm²**,** reforzada con malla electrosoldada.
5. **Acabado exterior**: a tres capas (richeado, emparche y masilla con fibra), con sellador impermeable.
6. **Firmes interiores**: de 5 cm de espesor con concreto F'c=100 kg/cm².
7. **Pisos y recubrimientos**: porcelanatos tipo madera marca Interceramic (20x50 cm) en áreas interiores y terrazas.
8. **Zoclos**: de 6 cm de altura**,** tipo madera, a juego con los pisos.

9. **Baños**: recubrimientos cerámicos en zonas húmedas tipo madera con acabado mate.
10. **Plafones y muros interiores**: acabados a tres capas (richeado, emparche y masilla), pintura vinílica lavable.
11. **Escaleras**: de concreto reforzado de 1.00 m de ancho**,** forradas con porcelanato tipo madera.
12. **Azoteas**: impermeabilizadas con pendientes de 3 a 5 cm y acabado bruñido con sellador elastomérico.
13. **Áreas exteriores**: terminadas con limpieza de escombro y nivelación del terreno natural.

III. Instalación eléctrica

1. **Acometida eléctrica subterránea** trifásica, con base de medición, mufa y tierra física con varilla Copperweld.
2. **Centro de carga**: gabinetes Qo20 con interruptores termomagnéticos de 15, 20 y 30 amperes, de acuerdo con la carga por torre.
3. **Cableado**: conductores tipo THW-LS calibres 6, 8, 10, 12 y 14 marca IUSA o equivalente.
4. **Salidas y contactos**: de tipo modular Leviton o similar, con apagadores, placas y contactos polarizados.
5. **Instalaciones especiales**: salida de TV, telefonía y datos en cada unidad habitacional, con canalización por ductos empotrados en muros.

IV. Instalación hidráulica y sanitaria

1. **Cisterna general** de 219.3 m³ de capacidad, con bomba centrífuga de 1 HP para presurización y distribución del sistema.
2. **Tubería hidráulica** de CPVC de 1", ¾" y ½", instalada en muros y plafones.
3. **Suministro de agua potable** proveniente de la red de JAPAY mediante acometida de 2 pulgadas**.**
4. **Tubería sanitaria** de PVC sanitario de 4" y 6"**,** conectada a tres plantas de tratamiento BIOCEN HIGH TECH modelo BBC-60/100**,** con capacidad total de 180 m³/día**.**
5. **Sistema de tratamiento** con procesos de oxidación biológica, filtrado y desinfección**,** cumpliendo con NOM-001, NOM-002 y NOM-003-SEMARNAT-1996**.**
6. **Reutilización del efluente tratado** para riego de áreas verdes y jardinería**.**
7. **Mesetas de baño** con cubiertas de mármol travertino, lavabos cerámicos y llaves monomando marca Castel o equivalente**.**
8. **W.C.** marca Helvex o similar, color blanco.
9. **Cocinas** con mesetas de granito Ubatuba negro verdoso y tarja de acero inoxidable.

V. Aluminio y herrería

1. **Ventanas y canceles** de aluminio anodizado color negro de 3"**,** con cristal de 6 mm**.**
2. **Puertas corredizas** de vidrio templado en áreas comunes y terrazas.

3. **Barandales** metálicos de acero tubular con acabado anticorrosivo.

VI. Carpintería

1. **Puertas interiores** tipo tambor con marco de pino estufado y chapa de caobilla de 6 mm.
2. **Puertas de acceso** con acabado entintado y barniz natural.
3. **Closets y muebles** con triplay entintado y herrajes de acero inoxidable.

VII. Pintura

1. **Pintura vinílica de alta durabilidad**, marca Sherwin Williams o equivalente, a dos capas sobre sellador acrílico en plafones, muros interiores y fachadas.
2. **Color neutro** en exteriores para integración con el entorno costero y reducción del impacto visual.

Operación. Se considera aquella en la que el desarrollo entre en funcionamiento y las unidades habitacionales sean ocupadas de manera permanente o temporal.

Durante esta etapa se mantendrá la operación integral del conjunto, que incluye los servicios de abastecimiento de agua potable, energía eléctrica, alumbrado, tratamiento de aguas residuales, recolección de residuos sólidos y mantenimiento general**.**

Las instalaciones hidráulicas estarán conectadas a la red de la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán (JAPAY) y contarán con una cisterna general de 219.3 m³**,** mientras que las aguas residuales serán tratadas por medio de tres plantas de tratamiento tipo BIOCEN HIGH TECH modelo BBC-60/100**,** con capacidad total de 180 m³/día**,** garantizando la calidad del efluente conforme a las normas ambientales aplicables.

Durante la operación, se llevará a cabo un mantenimiento preventivo y correctivo periódico en todos los sistemas, de acuerdo con las especificaciones de cada componente técnico:

- **Sistema hidráulico:** revisión de bombas, válvulas y cisternas.
- **Sistema eléctrico:** inspección de centros de carga, cableado y alumbrado.
- **Plantas de tratamiento:** limpieza de lodos y control del sistema biológico.
- **Áreas comunes y recreativas:** limpieza, jardinería y restauración de acabados.

Dichas labores serán ejecutadas por personal operativo y técnico especializado**,** bajo la supervisión de la administración del condominio, con el fin de mantener la funcionalidad, seguridad y eficiencia ambiental del desarrollo**.**

.

.

Cuadro II.8. Programa General de Obra.

		AÑOS				
		1	2	3	4	5
Preparación del Sitio y Construcción	Retiro de Vegetación					
	Delimitación de las áreas verdes y de conservación					
	Excavación, Compactación y nivelación					
Construcción	Cimentaciones					
	Obra civil					
	Acabados e Instalaciones (eléctricas y sanitarias)					
	Obras en áreas verdes y áreas de conservación					
Operación	Ocupación de torres					
	Acciones de mantenimiento	Se contemplan actividades de mantenimiento de infraestructura y equipos desgastados o con desperfectos producidos por su uso cotidiano, para lo cual se requerirá de técnicos como albañiles, plomeros, eléctricos, entre otros. Se espera que estos mantenimientos sean esporádicos y sin una periodicidad definida. Estos mantenimientos, contribuirán a prolongar la vida útil de la infraestructura.				
Abandono	Debido al tipo de proyecto, no se considera una etapa de abandono. Se prevé un tiempo de vida indefinido o permanente.					

El proyecto tiene considerada una duración total de cinco años, comprendiendo desde la etapa de preparación del sitio hasta la conclusión de las obras de construcción y equipamiento. Durante el primer mes se llevarán a cabo las actividades correspondientes a la limpieza superficial, trazo y nivelación del terreno, así como la instalación temporal de infraestructura y maquinaria.

Posteriormente, a lo largo de los siguientes meses se desarrollarán de manera progresiva las etapas de cimentación, estructura, albañilería, instalaciones hidráulicas, sanitarias y

eléctricas, así como los acabados arquitectónicos, obras exteriores, urbanización y construcción de amenidades.

En el **Cuadro II.8. Programa General de Obra**, se detalla la duración de cada una de las actividades programadas para los trabajos de preparación del sitio, construcción y urbanización, estableciendo un calendario de ejecución que permite una planeación ordenada y sustentable del desarrollo, acorde con la magnitud y características técnicas del proyecto Paralian.

II.2.2. Representación gráfica local

El diseño del proyecto se presenta en los planos anexos a la presente Manifestación de Impacto Ambiental (Anexo 3). En ellos se aprecia la distribución general del desarrollo, la delimitación del predio y las áreas que lo conforman, incluyendo las zonas de construcción, piscina, andadores, áreas verdes, área de conservación y elementos complementarios como la barda perimetral y el acceso vehicular.

La disposición arquitectónica fue planeada considerando la armonía con el entorno costero, favoreciendo la permeabilidad del terreno y la preservación de la cobertura vegetal existente dentro de las áreas destinadas a conservación. Asimismo, se incorporan materiales y sistemas constructivos que reducen el impacto ambiental y facilitan el mantenimiento a largo plazo.

A continuación, se presenta el **Cuadro II.9. Dimensiones del proyecto**, donde se detallan las superficies y proporciones correspondientes a cada componente del desarrollo.

Cuadro II.9. Dimensiones del proyecto, cuadro de áreas.

|

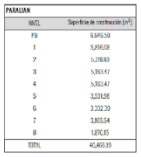
Concepto	Superficie (m²)	Porcentaje (%)
Nivel vendible / estacionamiento	1,694.56	7.57 %
Vialidades	4,071.84	18.18 %
Áreas permeables	2,637.10	11.77 %
Banquetas / Áreas comunes techadas	133.90	0.59 %
Áreas comunes no techadas	4,669.83	20.85 %
Servicios	2,371.46	10.59 %
Área de conservación	6,831.17	30.50 %
Total terreno	22,399.73	100%

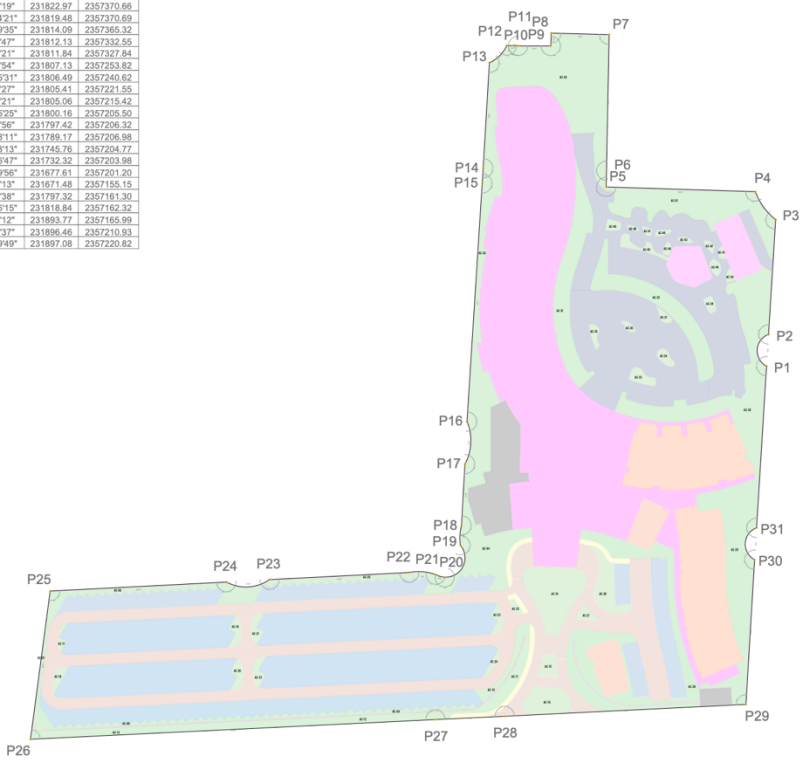
Figura II.3. Diseño arquitectónico.



CUADRO DE CONSTRUCCION					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	9.91	180°1'14"	231900.19	2357271.01
P2	P2 - P3	35.68	179°58'58"	231900.80	2357280.90
P3	P3 - P4	10.84	140°41'41"	231903.01	2357316.51
P4	P4 - P5	46.33	127°33'29"	231896.68	2357325.31
P5	P5 - P6	5.01	269°23'2"	231850.37	2357326.77
P7	P7 - P8	18.01	90°25'50"	231851.30	2357374.07
P6	P6 - P7	42.30	179°56'1"	231850.48	2357331.77
P8	P8 - P9	4.00	91°7'31"	231833.30	2357374.55
P9	P9 - P10	10.14	267°19'25"	231833.11	2357370.56
P10	P10 - P11	0.09	271°51'2"	231822.97	2357370.56
P11	P11 - P12	3.50	88°40'19"	231822.97	2357370.66
P12	P12 - P13	7.60	134°34'21"	231819.48	2357370.69
P13	P13 - P14	32.83	138°19'35"	231814.09	2357365.32
P14	P14 - P15	4.71	180°7'47"	231812.13	2357332.55
P15	P15 - P16	74.17	180°5'21"	231811.84	2357327.84
P16	P16 - P17	13.22	179°9'54"	231807.13	2357253.82
P17	P17 - P18	19.09	180°25'31"	231806.49	2357240.62
P18	P18 - P19	6.14	180°0'27"	231805.41	2357221.55
P19	P19 - P20	11.06	203°5'21"	231805.06	2357215.42
P20	P20 - P21	2.86	260°15'25"	231800.16	2357205.50
P21	P21 - P22	8.27	168°1'56"	231797.42	2357206.32
P22	P22 - P23	43.47	172°28'11"	231789.17	2357206.98
P23	P23 - P24	13.46	179°33'13"	231745.76	2357204.77
P24	P24 - P25	54.78	180°26'47"	231732.32	2357203.98
P25	P25 - P26	46.45	100°29'56"	231677.61	2357201.20
P26	P26 - P27	125.99	79°37'13"	231671.48	2357155.15
P27	P27 - P28	21.55	180°3'38"	231797.32	2357161.30
P28	P28 - P29	75.02	179°56'15"	231818.84	2357162.32
P29	P29 - P30	45.02	96°13'12"	231893.77	2357165.99
P30	P30 - P31	9.91	180°7'37"	231896.46	2357210.93
P31	P31 - P1	50.28	179°59'49"	231897.08	2357220.82

Area: 22399.73 m²
Area: 2.23997 ha
Perimetro: 851.72 ml





II.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción

✓ Preparación del Sitio

Durante esta etapa se llevará a cabo la limpieza, desmonte y nivelación del terreno en las áreas destinadas a la construcción de las torres habitacionales, vialidades internas, estacionamientos, áreas comunes y de servicios.

Las actividades incluirán el retiro de vegetación secundaria baja, compuesta principalmente

por herbáceas y matorral costero de baja altura, dentro de la superficie a ocupar por la infraestructura proyectada.

El material vegetal producto del desmonte será acopiado temporalmente y retirado del sitio para su disposición en los lugares autorizados por la autoridad municipal de Progreso o en sitios aprobados para manejo de residuos vegetales.

Se establece que no se permitirá el uso de fuego ni de sustancias químicas para eliminar vegetación o residuos, priorizando el manejo mecánico con herramientas y maquinaria ligera.

Previo al inicio de los trabajos, se realizará la delimitación física de las áreas de conservación (6,831.17 m²) y de las zonas verdes internas, las cuales permanecerán protegidas durante toda la ejecución de la obra mediante barreras o cintas de resguardo.

- ✓ **Construcción**

Durante esta etapa se desarrollarán las actividades correspondientes a la edificación del desarrollo inmobiliario Paralian Progreso**,** las cuales incluirán:

- **Cimentación profunda y estructuras principales** para las tres torres habitacionales de nueve niveles.
- **Construcción de vialidades, banquetas y áreas comunes**, tanto techadas como no techadas.
- **Instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y pluviales** integradas al conjunto, con conexión a los sistemas de servicio urbano del municipio.
- **Áreas de conservación y zonas permeables** habilitadas como parte del plan paisajístico del proyecto.

Sistema de tratamiento de aguas residuales

El proyecto contará con un sistema integral de tratamiento de aguas residuales diseñado conforme a la NOM-001-SEMARNAT-2021**,** NOM-002-SEMARNAT-1996 **y** NOM-003-SEMARNAT-1997, así como las disposiciones municipales y estatales aplicables para la zona costera del municipio de Progreso, Yucatán.

El sistema se dimensionó para atender la generación estimada de 156.75 m³/día de aguas residuales**,** correspondiente a una población promedio de 627 habitantes (3.6 por departamento). Este volumen será tratado mediante tres plantas de tratamiento modulares modelo BHT® BIOCEN HIGH TECH BBC-60/100, cada una con capacidad nominal de 60 m³/día**,** garantizando el cumplimiento de los parámetros establecidos para descargas en suelo permeable.

Las plantas estarán compuestas por:

- Reactor biológico con aireación forzada,
- Trampa de grasas y sólidos,
- Bomba sumergible de recirculación,
- Sistema de cloración con bomba dosificadora,
- Soplador de aire, medidor de flujo y tablero de control.

Estas unidades modulares permitirán el tratamiento primario, secundario y la desinfección del efluente**,** con eficiencias superiores al 90% en la remoción de DBO, SST y coliformes fecales.

Las plantas se ubicarán bajo superficie, en el área de servicios del conjunto**,** con una profundidad promedio de 3.00 metros, asegurando el flujo por gravedad desde la red sanitaria principal.

El efluente tratado será conducido hacia un campo de infiltración y absorción**,** que permitirá la recarga natural del subsuelo.

El sistema contará con un registro de control de lodos y válvulas de mantenimiento**,** diseñado para facilitar la extracción y manejo de lodos estabilizados, los cuales se deshidratarán y utilizarán como material orgánico para jardinería y revegetación interna**.**

El mantenimiento será preventivo cada dos años**,** mediante limpieza de cámaras, válvulas, difusores y filtros biológicos, ejecutado por personal técnico certificado.

Este sistema garantiza la autonomía operativa del desarrollo**,** el cumplimiento normativo ambiental y la protección del ecosistema costero, en concordancia con los criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Progreso (POETCY)**.**

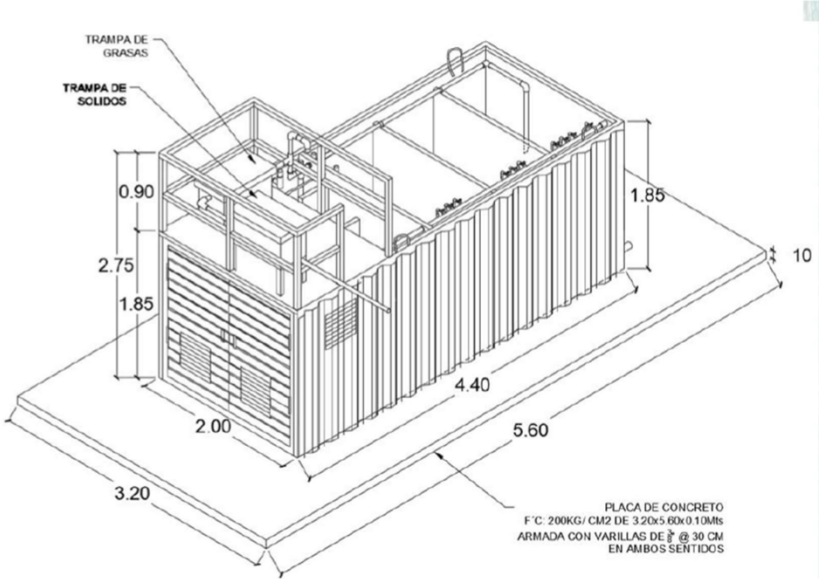


Figura II.6. Esquema del sistema modular de tratamiento de aguas residuales tipo BHT BIOCEN HIGH TECH.

Instalación de drenaje

El proyecto contempla la construcción de una red sanitaria interna y externa que dará servicio a los 174 departamentos, áreas comunes, locales y zonas técnicas del desarrollo.

El sistema está diseñado conforme al Reglamento de Construcción Municipal de Mérida (2018) y a los lineamientos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), utilizando tubería de PVC sanitario de alta densidad para la conducción de aguas negras y jabonosas de manera independiente.

Las bajadas sanitarias (B.A.N.) estarán instaladas en ductos verticales, cada una dimensionada según las unidades de descarga (U.D.) correspondientes a los muebles sanitarios y equipos conectados.

La red general contará con una tubería principal de 6" de diámetro, con ventilaciones a 152 mm sobre el nivel de inundación del mueble más alto.

Las aguas negras serán canalizadas directamente a las plantas modulares de tratamiento BIOCEN HIGH TECH, mientras que las aguas grises serán prefiltradas y dirigidas hacia el campo de infiltración.

La red contará con registros de inspección de block o concreto, localizados en los puntos donde confluyan ramales, cambios de dirección o tramos mayores a 12.00 m, permitiendo mantenimiento periódico.

El sistema sanitario operará por gravedad, sin necesidad de bombeo, y será objeto de revisiones preventivas bimestrales durante el primer año de operación, posteriormente de forma anual.

Instalación de agua para uso y consumo

El abastecimiento de agua potable del desarrollo se realizará mediante conexión a la red municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Progreso (SAPAP), complementado con cisternas de almacenamiento de regulación localizadas en el área de servicios del conjunto.

El volumen de diseño para el suministro es de 250 litros por habitante al día, lo que equivale a una demanda total de 156.75 m³/día, la cual será cubierta mediante el sistema de almacenamiento y distribución interna del proyecto.

Durante la etapa de construcción, el agua será abastecida mediante pipas autorizadas, mientras que en la etapa operativa la red hidráulica interna funcionará mediante tuberías de CPVC hidráulico de alta presión, diseñadas conforme a la NOM-001-CONAGUA-2011 y la NMX-C-450-ONNCCE-2010.

El sistema contará con:

- Cisterna principal de regulación,
- Equipos de bombeo y presurización,

- Tubería de CPVC o PVC hidráulico**,**
- Válvulas de control por torre**,**
- Medidores individuales **y** dispositivos ahorradores (llaves de bajo flujo, regaderas y sanitarios ecológicos).

Este sistema asegura la presión y continuidad del servicio en todos los niveles de los edificios, así como el control eficiente del consumo y reducción de pérdidas, evitando impactos sobre la infraestructura municipal existente.

✓ Cimentaciones

Durante esta etapa se ejecutarán las obras de cimentación superficial de tipo zapata corrida y aislada, diseñadas conforme a los estudios de mecánica de suelos realizados para el sitio, los cuales determinan la capacidad portante del terreno y las condiciones de estrato arenoso-calcáreo característico de la zona costera de Progreso.

Las zapatas se construirán en concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm², reforzadas con varilla corrugada #3 y #4, y se unirán mediante trabes de liga para garantizar la estabilidad estructural.
Previo al colado se realizará la excavación, compactación y nivelación del terreno natural, empleando material producto del mismo sitio, sin requerir cortes profundos ni rellenos mayores.

El concreto será fabricado con materiales provenientes de bancos certificados de la región y se elaborará en planta dosificadora para asegurar su uniformidad y control de calidad. Las cadenas de cimentación serán impermeabilizadas con selladores asfálticos o microfest, según las especificaciones estructurales y de protección contra humedad del proyecto.

✓ Estructura y Muros

La estructura portante del conjunto estará integrada por marcos de concreto armado conformados por columnas, trabes y losas macizas o reticulares, de acuerdo con los cálculos estructurales de cada torre habitacional y área de amenidades.
El sistema constructivo contempla el uso de losas aligeradas con vigueta y bovedilla en áreas residenciales, y losas macizas en cubiertas, circulaciones y zonas comunes.
Los elementos estructurales cumplirán con la **NOM-C-155-ONNCCE-2016** y con los criterios del Reglamento de Construcción del Municipio de Progreso.
Los muros divisorios serán de block de concreto hueco de 12 × 20 × 40 cm, asentados con mortero cemento-arena 1:4, con nivelación, plomeado y aplanado a tres capas.
En áreas húmedas, como baños y cocinas, se aplicará recubrimiento cerámico y sellado impermeable.
Las fachadas tendrán muros portantes combinados con paneles ligeros o recubrimientos arquitectónicos según el diseño del conjunto.

• Acabados y Recubrimientos

Las superficies interiores recibirán aplanado de mortero y pintura vinílica en tonos neutros; los plafones serán en yeso y pintura blanca.

Los pisos de las unidades habitacionales se terminarán con porcelanato de 60 × 60 cm tipo mármol o piedra natural, con zoclo del mismo material.

Las áreas exteriores y de tránsito contarán con pisos cerámicos antiderrapantes y recubrimientos pétreos locales (conchuela y piedra crema maya).

Las cancelerías serán de aluminio anodizado color natural o negro, con vidrio templado de 6 mm, y los barandales de herrería galvanizada.

- **Arreglo paisajístico**

El proyecto contempla un plan integral de paisaje y revegetación en las áreas comunes, andadores y perímetro del predio.

Se priorizará el uso de especies nativas y adaptadas al ecosistema costero del norte de Yucatán, como chit (Thrinax radiata), palma de coco (Cocos nucifera), uva de playa (Coccoloba uvifera), chit blanco (Thrinax morrisii), icaco (Chrysobalanus icaco) y pastos de cobertura tipo *grama marina*.

Las zonas ajardinadas incorporarán sustratos orgánicos provenientes del compostaje de residuos vegetales internos del conjunto.
El diseño paisajístico buscará minimizar la erosión del suelo arenoso, contribuir a la infiltración natural de lluvia y mantener la estética del entorno costero.
No se permitirá el uso de especies exóticas invasoras ni de alto consumo hídrico, conforme a lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el POETCY del municipio de Progreso**.**

II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento

La etapa de operación del proyecto iniciará una vez concluidas las obras de edificación, urbanización y equipamiento de las áreas comunes. Durante esta fase, el conjunto funcionará como complejo habitacional y vacacional de uso mixto, conformado por 174 departamentos distribuidos en torres residenciales, con amenidades y áreas de servicio complementarias.
La operación contemplará la ocupación gradual de las unidades, la administración de los servicios comunes y el mantenimiento continuo de la infraestructura hidráulica, sanitaria, eléctrica y de paisaje.

El consumo energético se optimizará mediante el uso de sistemas de iluminación tipo LED**,** sensores de presencia en pasillos y áreas comunes**,** así como equipos eléctricos de alta eficiencia energética. En el mediano plazo, se prevé la implementación de paneles solares fotovoltaicos para alimentar parcialmente el alumbrado de áreas exteriores y sistemas de bombeo, aprovechando la alta radiación solar característica de la zona costera de Yucatán.

En cuanto al consumo de agua, se utilizarán griferías, regaderas e inodoros con dispositivos ahorradores, garantizando una operación sustentable y reduciendo la demanda sobre la red municipal. La impermeabilización térmica de azoteas se realizará con recubrimientos

reflectivos tipo acrílico o elastomérico, que contribuyan a disminuir la temperatura interior de los edificios y mejorar la eficiencia del sistema de climatización.

El mantenimiento preventivo y correctivo abarcará las siguientes actividades principales:

- Infraestructura hidráulica y sanitaria: revisión de válvulas, registros, plantas de tratamiento y cisternas.
- Instalaciones eléctricas: verificación de tableros, luminarias y cableado.
- Estructuras y acabados: limpieza, pintura, resane de grietas y mantenimiento de fachadas.
- Áreas verdes: poda, reforestación y control fitosanitario de especies.
- Sistemas mecánicos y equipos comunes**:** mantenimiento de bombas, elevadores y sistemas de presión hidráulica.

Estas actividades se realizarán de forma programada**,** conforme al plan de mantenimiento anual del desarrollo, y serán ejecutadas por personal técnico especializado o contratistas certificados.
El mantenimiento adecuado garantizará la conservación funcional y estética de las edificaciones, la operación segura del conjunto y la prolongación de la vida útil de los sistemas constructivos, sin generar impactos ambientales adicionales.

II.2.5 Etapa de abandono del sitio

No se prevé el abandono del sitio. En caso de que llegase a ocurrir el abandono del proyecto ya sea total o parcialmente construido, se retirarán los residuos generados, ejecutándose la limpieza general del predio y se fomentará el desarrollo de la vegetación natural existente en los sitios donde se hubiese removido y sea viable su regeneración. Las actividades que se ejecuten en este sentido tenderán a mantener o mejorar la calidad sanitaria del ambiente local.

En caso de preverse esta situación, se dará oportuno aviso a la SEMARNAT y a la PROFEPA, para establecer las acciones conducentes y realizar los procedimientos específicos de rehabilitación o restauración, enfatizando en las medidas de rehabilitación y compensación necesarias.

II.2.6 Utilización de explosivos

En ninguna etapa del proyecto se utilizarán explosivos.

II.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Generación y manejo de residuos sólidos
Preparación del sitio y construcción:

Durante estas etapas, se generarán residuos sólidos asociados a las actividades de obra civil, montaje y acabados. Entre ellos destacan restos de vegetación proveniente del

desmonte selectivo, material de excavación, empaques de cemento y cal, fragmentos de block, PVC, cableado eléctrico, piezas metálicas, madera, aluminio, cartón, plásticos y residuos domésticos del personal de obra.

La generación estimada será moderada, debido a que el número de trabajadores oscilará entre 30 y 50 personas durante los picos de construcción.

Los residuos serán clasificados en orgánicos, inorgánicos y reciclables**,** y se dispondrán temporalmente en contenedores plásticos con tapa**,** claramente rotulados. Posteriormente, serán trasladados mediante camiones tipo volteo o camionetas hacia el sitio de disposición final autorizado por el municipio de Progreso**.**

Los materiales reciclables —como PET, aluminio, cartón y cobre— serán separados y vendidos a centros de acopio locales para su aprovechamiento. Durante toda la obra, se evitará la quema o enterramiento de residuos y se mantendrá un control de limpieza del área de trabajo.

Operación y mantenimiento:

En la etapa operativa, los residuos sólidos serán generados principalmente por los ocupantes de los 174 departamentos**,** las áreas comunes, locales de servicio y mantenimiento del conjunto.

Estos residuos corresponderán a orgánicos (restos de alimentos) e inorgánicos (plásticos, cartones, empaques, vidrios, metales, papel)**.**
El manejo incluirá separación en origen**,** almacenamiento temporal en el área de servicios y recolección mediante el sistema municipal de limpia, con frecuencia diaria.

El desarrollo contará con contenedores diferenciados y personal de mantenimiento encargado de la segregación y disposición adecuada.

Generación y manejo de residuos líquidos

Preparación del sitio y construcción:

Durante estas etapas, las aguas residuales provendrán exclusivamente del uso sanitario del personal de obra.
Para ello se instalarán letrinas portátiles en una proporción de una por cada 15 trabajadores, cuyo manejo y disposición final será responsabilidad de una empresa certificada en saneamiento ambiental, la cual emitirá manifiestos de recolección y disposición conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002**.**

Operación y mantenimiento:

Durante la fase operativa, las aguas residuales domésticas se generarán por el uso de sanitarios, fregaderos, regaderas y cocinas en los departamentos y áreas comunes. Estas aguas serán tratadas en plantas modulares tipo biodigestor con sistema de cloración**,**

instaladas en el área de servicios del conjunto, con una capacidad proporcional a la carga orgánica total del desarrollo.
El sistema separará aguas negras y grises en la red sanitaria para optimizar la eficiencia del tratamiento.

Las aguas negras serán conducidas al sistema biodigestor modular (BHT BIOCEN HIGH TECH), donde recibirán tratamiento biológico y cloración antes de su infiltración controlada en el campo de absorción.

Las aguas grises**,** con bajo contenido contaminante, serán tratadas en el mismo sistema o en un módulo auxiliar, según el caudal diario.

El mantenimiento se realizará cada dos años**,** incluyendo la limpieza de filtros, retiro de lodos estabilizados y revisión de válvulas y registros.

Generación y manejo de emisiones a la atmósfera

Preparación del sitio y construcción:

Durante esta etapa se generarán emisiones temporales de polvo y gases de combustión derivadas del uso de maquinaria pesada, vehículos de transporte de materiales y operaciones de mezclado y excavación.
Las emisiones estarán compuestas principalmente por dióxido de carbono (CO_2)**,** monóxido de carbono (CO)**,** óxidos de nitrógeno (NO_x) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), sin superar los límites establecidos por la NOM-043-SEMARNAT-1993**.**

Para minimizar su impacto, se aplicarán las siguientes medidas:

- Humectación periódica de caminos y áreas de carga.
- Tapiales y mallas para control de polvo.
- Mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos.
- Limitación de velocidad dentro del sitio de obra.

Operación:
Durante la fase operativa, las emisiones atmosféricas serán mínimas, limitadas al uso de vehículos particulares**,** sistemas de aire acondicionado y generadores de emergencia, en caso de requerirse.

El conjunto contará con tecnología eléctrica eficiente (focos LED, sensores, paneles solares) que reducirá la demanda energética y las emisiones indirectas.
No se generarán emisiones significativas de combustión, ya que no se contempla el uso de gas LP en los departamentos (las cocinas operarán con parrillas de inducción eléctrica).

II.2.8 Generación de gases de efecto invernadero

Durante la etapa de construcción**,** el uso de maquinaria y vehículos generará emisiones temporales de CO_2, estimadas en niveles bajos y dentro de los límites permisibles. Estas emisiones no representarán un riesgo para la calidad del aire ni para la salud de los trabajadores.

En la fase operativa, el desarrollo implementará tecnologías de eficiencia energética**,** sistemas de iluminación LED y la posible integración de paneles solare**s**, lo cual reducirá significativamente las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero. No se prevé la generación de metano (CH_4) ni óxidos de nitrógeno (NO_x) en concentraciones relevantes, debido a que no existirán procesos de combustión interna o vertimientos orgánicos no tratados.

En conjunto, el proyecto mantendrá un balance ambiental positivo al incorporar estrategias de ahorro energético, manejo adecuado de residuos y tratamiento eficiente de aguas residuales, contribuyendo a la mitigación del cambio climático y al cumplimiento de los compromisos ambientales nacionales.

INDICE

Capitulo III

III.1. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO 2
III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY)..... 2
III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán . 10
III.2. DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 31
III.2.1. Áreas Naturales Protegidas 31
III.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias de Conservación (CONABIO 32
III.2.3. Regiones Marítimas Prioritarias de Conservación 33
III.2.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias 35
III.2.5. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)..... 36
III.3. ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN APLICABLES A LA ZONA DEL PROYECTO 37
III.3.1 Plan Estatal de Desarrollo 2024-2030 Yucatán 37
III.4. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DEL MUNICIPIO DE PROGRESO **..... 42**
III.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS **..... 42**
III.6. LEYES Y REGLAMENTOS **..... 46**
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera..... 51

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO

A continuación, se enlistan los instrumentos normativos aplicables al siguiente proyecto, desde los Ordenamientos Ecológicos, hasta las leyes, reglamentos y normas que le pueden aplicar.

III.1. Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio

III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY)

El área donde se localiza el polígono del proyecto en cuestión se encuentra regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), el instrumento de planeación jurídica que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial que maximizan el consenso entre los actores sociales y minimicen el conflicto sobre el uso del suelo.

El área donde se encuentra ubicada el polígono del proyecto se incluye en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) denominada PRO08-BAR_AP1 (Figura III.1.), lo cual indica que el área corresponde a una UGA del Municipio de Progreso, en una zona de isla de barrera, con una política de aprovechamiento de baja intensidad.

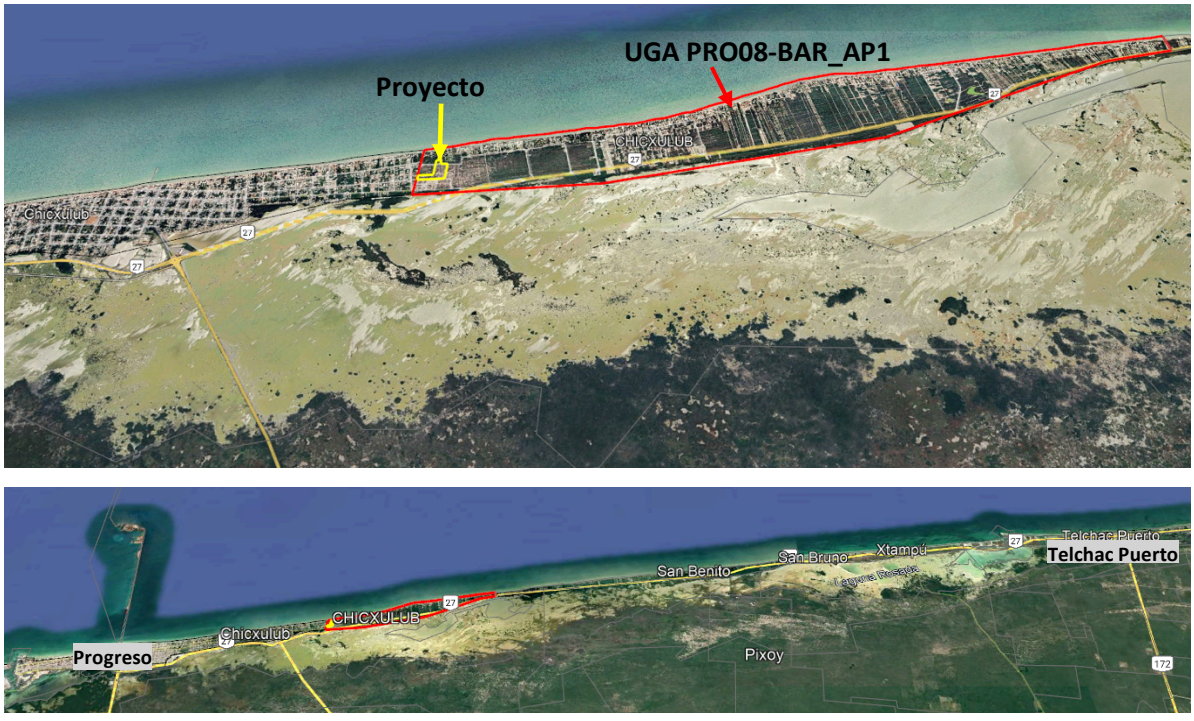


Figura III.1. Ubicación del polígono del proyecto con respecto a la UGA PRO08-BAR_AP1 del POETCY.

Los usos de suelo en esta UGA actualmente son:

- Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.
- Agricultura de plantaciones perennes (henequén, cocos, frutales).
- Vivienda Unifamiliar.

De igual modo, es compatible con las actividades:

- Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas.
- Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.
- Apicultura.
- Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético.
- Turismo de muy bajo impacto (pasa día, palapas, senderos, pesca deportiva -en mar o ría- observación de aves, fotografía, acampado).
- **Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles).**
- **Vivienda Unifamiliar**.
- **Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos)** y
- **Desarrollos inmobiliarios** de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.

Por otro lado, para la zona (UGA) del proyecto se establecen como uso NO COMPATIBLE:

- Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva.
- Acuacultura artesanal o extensiva.
- Acuacultura industrial o intensiva.
- Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.
- Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato).
- Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros.
- Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).
- Extracción artesanal de sal o artemia.
- Extracción industrial de sal.
- Extracción de arena.
- Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.
- Extracción industrial de piedra o sascab.
- Industrial no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.
- Industria en general.
- Campos de golf.
- Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.
- Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.
- Aprovechamiento forestal maderable y no maderable, e
- Industria Eoloeléctrica.

Vinculación: *El proyecto pretendido se encuentra entre los usos de suelo compatibles para la UGA, de modo que es una obra viable y que no se contrapone con las directrices del POETCY.*

Tabla III.1. Criterios de regulación ecológica aplicables a la UGA "PRO08-BAR_AP1" y la vinculación del proyecto con los mismos.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
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.
Vinculación: *El proyecto obtendrá el agua para su operación mediante la red municipal de agua potable disponible en la zona e incluso a la orilla del polígono del proyecto, por lo que no realizará la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, comercial o de servicios.*	
9	La extracción de arena queda supeditada a la autorización de los permisos por parte de las autoridades municipales y de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, con excepción de las zonas de acumulación en las escolleras orientales de los puertos de abrigo habilitadas como bancos de préstamo por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y aquellos que se encuentren en zonas federales, en cuyo caso, deberán contar con autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y en aquellas que se encuentren en áreas naturales protegidas, deberán contar con la autorización de la dirección de la reserva.
Vinculación: *El proyecto no extraerá arena en ninguna de sus etapas. Se mantendrá la arena en las áreas de conservación junto con la vegetación natural del sitio y permanecerá como permeable la mayor parte del sustrato.*	
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.
Vinculación: *El proyecto se ajustará al programa de desarrollo urbano aplicable emitido por la autoridad correspondiente. Este proyecto se desarrolla en apego a las obligaciones administrativas, normativas y de otro tipo en materia de urbanización; no provocará invasiones en zonas federales de ciénagas; se trata de una propiedad en condiciones legales, sin dar lugar a irregularidades o desarrollos no planificados.* *De hecho, el proyecto cuenta con la correspondiente licencia de uso de suelo emitida por el municipio, misma que se encuentra vigente.*	

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
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.
Vinculación: *La propiedad no estará delimitada con bardas (blocks) cerradas o completas que sean totalmente impermeables para la fauna. Su delimitación será con alambre, mallas, o alguna otra estructura que permitan el paso selectivo de fauna a través de la propiedad.*	
12	La construcción e instalación de infraestructura en zonas federales que afecten la dinámica del transporte litoral, tales como, espigones, espolones, escolleras, geotubos y bardas, que obstruyan o modifiquen los cauces principales del flujo y reflujo de marea, así como proyectos de restitución de playas, quedarán restringidas y sujetas a evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a la presentación de un programa de monitoreo y mantenimiento de transporte litoral de sedimentos.
Vinculación: *El proyecto no contempla la construcción de estructuras que obstruyan o modifiquen los flujos de las mareas. En caso de que a futuro, durante la operación se diera la necesidad de alguna forma de protección de la playa colindante, se sometería el proyecto correspondiente a la autorización por parte de la SEMARNAT.*	
19	Las autorizaciones de construcción de hoteles, condominios, villas, casas-habitación, desarrollos habitacionales y urbanos, piscinas, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles y calles de los predios ubicados frente a la playa requerirán de una delimitación de la zona federal marítimo terrestre y los promoventes deberán identificar en un plano topográfico la primera duna, o en su caso, la presencia de matorral costero, el cual deberá ser protegido, por lo que no nivelarán ni destruirán la primera duna y respetarán la vegetación rastrera y de matorral existente tanto en la duna como en la playa. Se exceptúa de este criterio la instalación de estructuras que no requieran de cimentación y que sean desmontables y fácilmente removibles manteniendo la condición de protección total a la vegetación de duna presente. Estos criterios aplican también a los permisos para ampliación, remodelación, o reconstrucción de edificaciones preexistentes, los cuales también requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental.
Vinculación: L*a primera duna inicia y termina fuera de los límites del predio. Dicha área como ya se mencionó, no recibirá afectaciones por la realización de obras constructivas. El proyecto no pretende nivelar, destruir o construir encima de la primera duna, respetando su integridad.*	
20	Para las autorizaciones de construcción de predios ubicados frente a la playa cuyas dimensiones no les permitan cumplir con la disposición señalada en el criterio anterior, podrán optar por sistemas de construcción elevados sobre pilotes, que mantengan la duna y la vegetación, previa evaluación en materia de impacto ambiental.
Vinculación: *Este criterio establece que, para predios frente a playa que no puedan respetar el retiro sobre duna, se permite construir sobre pilotes previa autorización ambiental.* *El desarrollo no se localiza dentro de la ZOFEMAT ni sobre la duna costera frontal, sino en predios colindantes a vialidad costera, por lo que no requiere este tipo de solución constructiva, aunque se respeta la vegetación y los elementos naturales existentes.*	

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
21	En caso de que la primera duna esté alterada o poco definida, las construcciones deben incluir trampas de arena para reconstruirla; si la vegetación está alterada, es escasa o inexistente, la obra debe incluir la reforestación con vegetación rastrera y de matorral desde la duna hasta la playa.
Vinculación: *La primera duna se encuentra bien definida y con una estructura vegetal adecuada la cual cuenta con especies fijas que contribuyen de manera natural a la retención de arena. Esta vegetación no será afectada por el proyecto.* *Sin embargo, es del interés del promovente el mantenimiento de las condiciones naturales adecuadas de la duna y playa, de modo que, si a futuro se detectara la necesidad por motivos paisajísticos, se aplicarían acciones como por ejemplo las trampas de arena y/o la reforestación con vegetación rastrera y de matorral, lo cual sería oportunamente presentado a valoración de la autoridad competente.*	
22	Las construcciones en la barra arenosa de tipo habitacional, turístico, comercial y de servicios deberán sujetarse al procedimiento del cálculo de la capacidad de carga (anexo I), se podrá exceptuar los resultados del anexo I en los predios cuya capacidad de carga sea menor que el resultado del estudio de contexto. Las construcciones se apegarán a los reglamentos de construcción municipales, en su caso. En paisajes fuera de la barra arenosa, los desarrollos de tipo habitacional, turístico, comercial y de servicios no requerirán del análisis del anexo I. En todos los casos se requerirán evaluaciones de impacto ambiental.
Vinculación: *El proyecto de tipo habitacional con elementos de comercio y servicios integrados, se sujetó al procedimiento del cálculo de la capacidad de carga, obteniéndose la resolución correspondiente por parte de la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS) del estado de Yucatán (ver anexos técnicos de esta manifestación). Las construcciones se apegarán a los reglamentos de construcción municipales aplicables. Asimismo, se presenta ante esta autoridad este estudio para dictamen en materia de impacto ambiental.*	
23	El diseño por viento de las construcciones en la barra arenosa deberá considerar velocidades de 250 km/h.
Vinculación: *El proyecto considerará dentro de su diseño de construcción, las velocidades del viento mencionadas líneas arriba. Contará con cimientos piloteados e infraestructura de derivados pétreos que la harán resistente a velocidades de viento de 250 km/h.* *Asimismo, al respecto de este lineamiento, se toma en cuenta la resolución de la SDS en materia de capacidad de carga.*	
24	La altura máxima de los edificios construidos en la barra arenosa dentro del área que resulte del estudio de capacidad de carga determinada por el anexo I o el estudio de contexto, será equivalente a la que determine el número máximo de lotes unifamiliares que pudiera establecerse en la superficie máxima de aprovechamiento para el desarrollo, es decir el número de lotes máximo que puede ser distribuidos de manera horizontal o vertical. Se tomarán como base para este cálculo, los lotes con una superficie de 300 m^2 y las restricciones por concepto de vialidades o circulaciones y áreas de destino o áreas comunes. Para el cálculo de altura en metros, se tomará como base que la altura máxima por piso se considerará de tres metros. En el caso de una vivienda unifamiliar, la altura máxima de dicha vivienda será de diez metros.
Vinculación: *El proyecto se apegará a los lineamientos o restricciones en relación a la altura máxima de los edificios y para el cálculo de altura en metros, se tomará como base que la altura máxima por piso se considerará de tres metros; todo lo anterior en función de la capacidad de carga determinada por la Secretaría.*	

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
25	Los desarrollos urbanos y turísticos sometidos a autorización de la autoridad competente deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos.
Vinculación: *El proyecto cuenta con programa integral de manejo de residuos sólidos. Este manejo se realizará en apego a los sistemas implementados por el municipio, el estado y/o la federación para su correcta disposición.*	
30	Los accesos peatonales a la playa ya sean públicos o privados; deberán consistir en andadores elevados sobre pilotes para no destruir la vegetación fijadora de la arena, o accesos serpenteados no mayores a un 1.5 m de ancho.
Vinculación: *No será necesaria la construcción de accesos peatonales públicos a la playa, toda vez que se trata de un predio privado. El acceso formal a las autoridades competentes será permitido a través de los medios y canales oficiales. En la zona se podrá acceder a la playa caminando por las calles de arena públicas existentes. Para usuarios del proyecto se conformará un acceso serpenteado (sinuoso) no mayor de 1.5 m de ancho. No se caminará sobre la vegetación de duna costera.*	
31	Las áreas actuales ocupadas por desarrollos turísticos, vivienda y las de futura expansión deberán contemplar el acceso público a zona federal marítimo terrestre, de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, recomendándose distancias máximas de 200 m.
Vinculación: *No se construirá ningún tipo de edificación o contención que obstruya el acceso público a la zona federal marítimo terrestre, permitiendo así el libre tránsito de peatones en los costados del predio y/o en las áreas que legalmente se determine procedente por parte de las autoridades competentes. En todos los casos, el proyecto se ajustará a los requerimientos legales aplicables.*	
32	La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales dispondrá las áreas, horarios y condiciones en que no podrán utilizarse vehículos motorizados, así como la realización de otras actividades que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, áreas de anidación de tortugas marinas y la porción correspondiente a la primera duna costera, salvo en casos de inspección, vigilancia y emergencias.
Vinculación: *El proyecto no plantea la utilización de vehículos motorizados sobre las dunas costeras. Únicamente se llevará a cabo la construcción y uso de las instalaciones e infraestructura del proyecto. En caso necesario durante la operación y que se determine la procedencia de tales actividades, se ajustará el proyecto a este numeral, previo conocimiento y visto bueno de la autoridad competente.*	
33	Con el objeto de no perturbar a las tortugas marinas, durante el periodo de anidación y eclosión se debe restringir la iluminación directa al mar y a la playa durante dicho período.
Vinculación: *Durante la ocupación u operación de las instalaciones del proyecto, no se contará con equipo de luminaria (focos, lámparas) en el área adyacente a colindante con la playa. Toda la sección norte del poligonal se mantendrá como área de conservación sin iluminación. Y en caso necesaria, sería de baja intensidad, además que no enfocarían de manera directa a la playa y mar.*	
34	Con el objeto de no perturbar a las tortugas marinas durante el periodo de anidación y eclosión, se controlará el acceso a las playas tortugueras durante dicho periodo.
Vinculación: *Aunque el proyecto no contemple infraestructura o actividades en la zona de playa, se tendrá particular control y cuidado en el acceso a la playa colindante con el proyecto durante la temporada de animación y eclosión de tortugas en la región.*	

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
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.
Vinculación: *El proyecto no prevé algún tipo de manejo ejemplares de especies exóticas ni el uso de palma de coco (enano malayo).*	
37	Las excavaciones y obras hidráulicas para conectar los cuerpos lagunares con el mar requerirán de evaluación en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en los términos de lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, excepto cuando tengan como finalidad el drenaje de cuerpos lagunares o charcas salineras derivados de fenómenos hidrometeorológicos severos.
Vinculación: *El proyecto no realizará excavaciones u obras hidráulicas que conecten cuerpos lagunares con el mar.*	
38	Las vialidades de acceso público a las playas deberán mantener su permeabilidad por lo que cualquier propuesta de recubrimiento o pavimentación deberá cumplir con este requisito.
Vinculación: *Las vías de acceso actuales que conectan desde la carretera hasta la playa y otras vías de acceso próximas, son vías desprovistas de vegetación con suelo natural de arena. El proyecto no contempla la pavimentación de ninguna vía de acceso público a la playa.*	
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.
Vinculación: *El proyecto no planea la construcción de nuevos caminos ni el ensanche, cambio de trazo o pavimentación de caminos existentes.*	
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.
Vinculación: *No aplica. El proyecto no se plantea el uso del fuego para ninguna actividad o etapa.*	
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.
Vinculación: *No aplica. El proyecto no considera el aprovechamiento de especies silvestres.*	

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
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.
Vinculación: *El proyecto contará con plantas de tratamiento de aguas residuales, de modo que se infiltrarán como consecuencia aguas residuales tratadas, con niveles de contaminantes dentro de límites permisibles. Se contará con el permiso de descarga correspondiente emitido por CONAGUA.*	
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.
Vinculación: *El proyecto en cuestión contará con sistemas ahorradores de agua (llaves de lavabos y grifos, inodoros y regaderas), los cuales serán abastecidos por cisternas para el almacenamiento de agua. Como se ha indicado, para el tratamiento de aguas residuales contará con plantas de tratamiento y campo de absorción de aguas tratadas. En todos los casos, se contará con sistemas separados de aguas grises y aguas negras.*	
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.
Vinculación: *El control de plagas y cualquier atención a enfermedades en áreas verdes y ajardinadas del proyecto, ocurrirá con productos orgánicos y/o permitidos por CICLOPLAFEST, COFEPRIS u otra entidad equivalente. En todos los casos se fomentará el uso de productos ambientalmente compatibles.*	
61	Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.
Vinculación: *Durante todas las etapas del proyecto se manejarán de manera adecuada todos los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que se generen, conforme al plan de manejo que se aplique. La disposición final ocurrirá contratando a empresas especializadas y autorizadas del servicio que se encargarán de su recolección, transporte y disposición final.* *El proyecto no considera la conformación de algún sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.*	
63	Los residuos de la actividad pesquera como eviscerados, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en dicha actividad, están regulados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, por lo que su disposición en las playas está restringida.
Vinculación: *No aplica. El proyecto no consiste en actividades que generen residuos de actividades pesqueras como vísceras.*	
64	No se permite el vertimiento de salmueras a los humedales, lagunas, manglares y blanquizales.
Vinculación: *El proyecto no realizará, durante ninguna de sus etapas, el vertimiento de salmueras a los humedales, lagunas, manglares y blanquizales. Así como tampoco se considera su manejo o generación.*	

III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán

Se describirá a continuación la vinculación del proyecto con los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY), en cuanto a la conservación, protección, aprovechamiento y restauración aplicables a la zona en cuestión.

La zona en la que se encuentra ubicado el proyecto se incluye en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) UG006-APROV-DZE, definida en el POETY para el municipio de Dzemul. Esta unidad se ubica en la franja costera y cuenta con una política de aprovechamiento regulado, la cual condiciona los usos de suelo a la conservación ecológica y al control de riesgos ambientales como erosión y salinización. Dentro de esta UGA los asentamientos humanos se consideran compatibles bajo condicionantes

A continuación, se encuentran descritos los Usos de Suelo que la UGA establece dentro de su área de aplicación:

- **Compatibles:** Acuacultura de agua dulce; Acuacultura salobre; Turismo de Naturaleza; y Turismo de sol y playa.
- **Condicionados:** Asentamientos humanos, Forestal, Infraestructura, Pesca y Turismo convencional.
- **Incompatibles:** Agricultura tecnificada, Energía eólica, Energía fotovoltaica, Industrial, Milpa maya, Minería no metálica, Pecuario bovino, Pecuario avícola y Pecuario porcino.

Vinculación: *El proyecto es viable conforme a los usos de suelo compatibles y condicionados de la UGA. Por tanto, no se contrapone a los lineamientos establecidos para el sitio.*

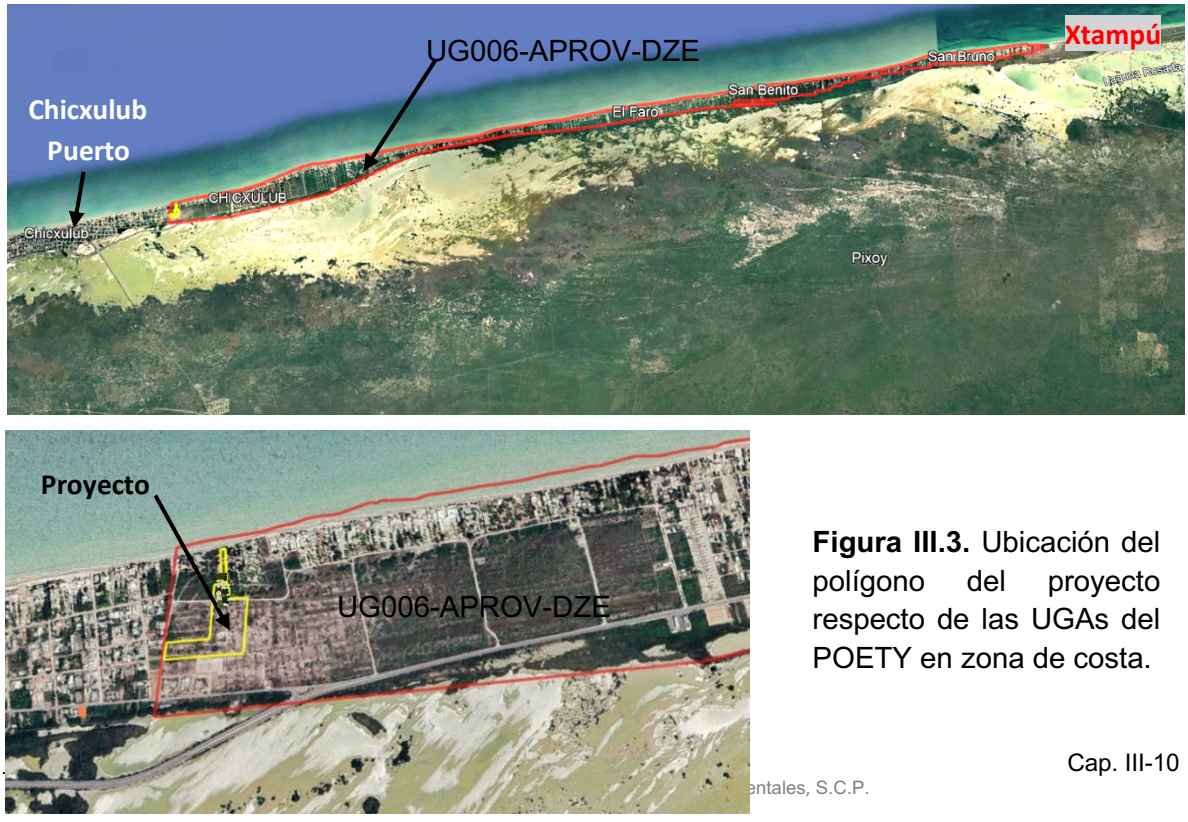


Figura III.3. Ubicación del polígono del proyecto respecto de las UGAs del POETY en zona de costa.

En cuanto a los criterios establecidos dentro de la UGA PRO08-BAR_AP1, se describe su cumplimiento por parte del proyecto en los cuadros siguientes.

Tabla III.2. Criterios ecológicos generales aplicables a todas las unidades de gestión ambiental.

No.	**CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES**
	Criterios y Recomendaciones
1.	Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos que cumplan con la normatividad aplicable previo a la disposición de aguas residuales. En todos los casos, el drenaje pluvial y el sanitario deberán estar separados.
Durante la construcción del proyecto se rentarán letrinas portátiles, de las cuales el proveedor hará la limpieza y remoción de las aguas sanitarias. Las vialidades internas y/o estacionamientos que se construirán contarán con drenaje pluvial. Así mismo, para la operación del desarrollo se implementarán Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales que cumplirán con la norma respecto de la calidad-límites máximos permisibles de contaminantes. El drenaje pluvial estará separado del sanitario.	
2.	Todo proyecto, obra o actividad que genere residuos sólidos urbanos (RSU), deberán contar con la infraestructura apropiada y con un programa de manejo integral para su recolección, tratamiento o disposición final, ya sea por cuenta propia, contratación de servicios especializados o a través de los servicios públicos municipales.
Durante las distintas etapas del proyecto se contempla el correcto manejo de los residuos, por lo que, todos los residuos que se generen se dividirán en orgánicos (restos de alimentos), inorgánicos (cartón, papel, PET, aluminio), residuos de manejo especial (residuos de material pétreo, de vegetación y suelo; escombro) y residuos peligrosos (aceites y sólidos impregnados con aceite; impregnados con pintura, etc.). Los residuos inorgánicos como cartón, PET y aluminio serán separados para posteriormente ser manejados como reciclaje. *Los residuos serán almacenados en contenedores de plástico con tapa y etiqueta por tipo de residuo (orgánicos, inorgánicos, de manejo especial y peligrosos) y serán almacenados en el almacén temporal de residuos. Para los residuos peligrosos se designará un área específica para almacenaje temporal de manera separada de los otros residuos, cumpliendo con la normativa aplicable para los microgeneradores (se espera esta categoría).* *Los residuos orgánicos e inorgánicos serán puestos a disposición del servicio de recolección de basura del municipio, por su parte, los residuos de manejo especial y peligrosos serán recolectados por una empresa autorizada para prestar el servicio, que se encargará de su disposición final.* *En todo caso se aplicará un programa o plan de manejo integral de los residuos generados. En los casos necesarios, el propio desarrollador o constructor hará la disposición de residuos por los medios apropiados y contando con la documentación aplicable para el traslado y disposición final.*	
3.	Todo proyecto, obra o actividad que generen residuos de manejo especial, deberán reportar su generación y estrategias de manejo a la dependencia estatal de conformidad con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.
Los residuos orgánicos e inorgánicos serán puestos a disposición del servicio de recolección de basura del municipio, por su parte, los residuos de manejo especial y peligrosos serán recolectados por una empresa autorizada del servicio, que se encargará de su disposición final. Se anexa Programa (ver anexos técnicos). *En caso aplicable, se obtendrá el registro o visto bueno de la Secretaría de Desarrollo Sustentable para el manejo de los residuos de manejo especial.*	

No.	**CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES**
	Criterios y Recomendaciones
4.	Todo proyecto, obra o actividad que requieran el abastecimiento de agua subterránea quedarán supeditas a que se demuestre que no se afecta la disponibilidad ni la calidad del agua del acuífero mediante la presentación estudios que determinen los niveles estáticos, la profundidad del manto salino, la velocidad de saturación del suelo, los flujos y el aforo de extracción de agua. Así mismo deberá indicar el número de pozos de extracción necesarios para el proyecto y su distribución en el predio, el volumen de agua requerido en m^3/día y las velocidades de extracción en l/s de cada pozo.
El proyecto no requiere el abastecimiento de agua subterránea mediante pozos, ya que contará con acometida de la red hidráulica pública administrada por el municipio. *En caso de que a futuro se considere necesario, se obtendrá de la CONAGUA el título de concesión correspondiente en su oportunidad, así como el permiso de descarga asociado. Se demostrará oportunamente que no se afecta la disponibilidad ni la calidad del agua del acuífero mediante el estudio geohidrológico o su equivalente, que permita determinar los niveles estáticos, la profundidad del manto salino, la velocidad de saturación del suelo, los flujos y el aforo de extracción de agua.* *El número de pozos de extracción necesarios, su distribución en el predio, el volumen de agua requerido en m^3/día y las velocidades de extracción en l/s de cada pozo se presentarían oportunamente ante la CONAGUA para la obtención del título de concesión necesario para el proyecto.*	
5.	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de oquedades, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante derrumbes de zonas cavernosas
En el predio del proyecto no se encontró ningún tipo de oquedades. El proyecto cuenta con Estudio de Mecánica de Suelos que permite determinar las cargas y demás datos técnicos que permiten con certeza otorgar viabilidad a las obras previstas. Ver dicho estudio en los anexos técnicos de esta Manifestación.	
	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de zonas inundables, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante efectos climáticos.
En el terreno no se encontraron áreas inundables durante el reconocimiento en campo y tampoco el estudio de mecánica de suelos lo identifica como terreno inundable. No obstante, en la zona general es viable encontrar suelo con estas características aunque la topografía del sitio no ha evidenciado desniveles relevantes que conformen zonas inundables ante intemperismos severos.	
6.	Los proyectos que incluyan la construcción de caminos, carreteras y estacionamientos, deberán integrar un sistema de drenes adecuados y suficientes que permitan el flujo natural del agua y considerar la viabilidad de utilizar materiales permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural.
Las calles interiores y/o estacionamiento del desarrollo contarán con sistema de drenaje incorporando pozos pluviales. El proyecto considera superficies permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural, con áreas verdes naturales, áreas ajardinadas y arboladas.	

No.	**CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES**
	Criterios y Recomendaciones
7.	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar en terrenos que presenten vegetación forestal, deberán mantener los parches mejor conservados, fomentar la creación de franjas de vegetación para mejorar la conectividad, disminuir la fragmentación y funcionar como corredor biológico.
El polígono del proyecto no cuenta con vegetación forestal. Sin embargo, mantiene en su diseño la permanencia de vegetación o individuos en mejor estado de desarrollo. De hecho, el diseño de las áreas verdes de conservación permitirá la conectividad y disminuirán la fragmentación de la cobertura vegetal, funcionando como corredor biológico.	
8.	Todo proyecto, obra o actividad que requiera la realización de excavación como parte de su proceso construcción, deberá contemplar medidas de mitigación para reducir afectaciones por el material extraído, como puede ser su reutilización en las propias actividades constructivas.
Las excavaciones previstas por el proyecto como parte de las acciones constructivas contemplan la reutilización del material para relleno de las excavaciones y/o rellenos de nivelación, de modo que en términos generales, el sustrato removido permanecerá en el predio.	
9.	Todo proyecto, obra o actividad deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente forestales y en última instancia sobre terrenos forestales previa autorización de la autoridad competente.
El predio del proyecto no cuenta con vegetación forestal.	
10.	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda desarrollar en un predio, deberá identificar y caracterizar los humedales (cenotes, poljes, uvalas, cuevas, grutas, humedales costeros) que se encuentren en su interior, con lo cual deberá establecer las medidas necesarias para evitar los impactos directos, indirectos o a distancia de la obra o actividad que causen la desecación o la sedimentación de los humedales. En el caso de vías de transporte (veredas, caminos, carreteras, red ferroviaria), se deberá evitar la alteración de la hidrodinámica natural, tanto superficial como subterránea.
No se identificaron cenotes o cualquier otro humedal dentro del polígono del proyecto. El sistema de circulaciones internas contará con los drenes necesarios para evitar cualquier afectación a la hidrodinámica natural del sitio, consistente en pozos pluviales, dado que no se detectan zonas inundables o de escorrentía superficial.	
11.	Todo proyecto, obra o actividad que extraigan agua salobre del acuífero subterráneo y requieran su desalinización para su uso, deberán presentar los estudios correspondientes que demuestren que no modificarán la integridad funcional de los ecosistemas y las características naturales de los acuíferos, considerando también la descarga de aguas de desecho.
La fuente de distribución de agua potable será a partir de obras de abastecimiento público municipal en la zona. En caso de determinar a futuro la necesidad de pozos de abastecimiento, estarán autorizados, regulados y concesionados por la CONAGUA. *En el caso de las aguas sanitarias residuales tratadas, se cumplirá con la normatividad correspondiente respecto de la calidad de las descargas en el pozo de absorción o área de infiltración y en el caso de su uso como riego de áreas ajardinadas.*	

No.	**CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES**
	Criterios y Recomendaciones
12.	Todo proyecto, obra o actividad, deberá ubicar su sistema de tratamiento de aguas residuales en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero, con el objeto de minimizar el riesgo que las aguas residuales fluyan al acuífero o a la superficie sin haber tenido un adecuado tratamiento. Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse.
Durante la construcción del proyecto se rentarán letrinas portátiles, de las cuales el proveedor hará la limpieza y remoción de las aguas negras. Así mismo, se construirán plantas o sistemas para el tratamiento de las aguas residuales para la etapa de operación. *Las cargas y en general la obra civil serán calculadas y construidas en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero en el sitio, conforme a la mecánica de suelos y diseño del estructurista.* *Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse. En el caso del tratamiento de lodos activados previsto, es un proceso ampliamente utilizado y el lodo resultante del proceso se puede tratar y gestionar de diversas maneras, como la digestión anaeróbica para la producción de biogás o la deshidratación para su disposición final.*	
13.	Todo proyecto, obra o actividad deberá remitirse a los atlas de riesgos y peligros y demostrar que incorporan las medidas constructivas y operativas necesarias para disminuir la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos y a los efectos del cambio climático. Entre dichas medidas se incluyen las siguientes: a) Ubicar las obras y actividades en las zonas de menores niveles exposición. b) Minimizar la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometeorológicos extremos. c) Preservar la cobertura vegetal natural y la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos. d) Adaptar los caminos a la topografía del terreno. e) Utilizar diseños y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, así como la Infiltración al subsuelo. f) Disminuir posibles afectaciones a las estructuras de cavernas y formaciones geológicas. j) Implementar diseños y estructuras constructivas que disminuyan la vulnerabilidad.
Conforme al Atlas de Riesgos del Estado de Yucatán y al Atlas Nacional de Riesgos, el área del proyecto se encuentra en una zona con muy bajo riesgo de hundimientos, sin cenotes, con grado muy bajo de fracturamientos, riesgo medio de inundación (alto por inundación pluvial), riesgo de marea de tormenta, mediana concentración de trayectoria de huracanes y amenaza media de incendios forestales. *El proyecto contará con áreas verdes naturales, mismas que se distribuyen en la poligonal y conforman corredores de vegetación y suelo natural que comunican con las colindancias.* *No se detectan cavernas y formaciones geológicas de riesgo en el sitio.* *El Atlas de Peligros de Progreso Yucatán del 2011 (Ayuntamiento de Progreso, Yucatán; Servicios Integrales Gika SC), calcula que el 70% de las viviendas que se encuentran sobre toda la franja costera del municipio son ocupadas durante las épocas de vacaciones de verano o decembrina y describe que existe una gasolinera a la entrada de la Chicxulub Puerto.* *Considera que, dependiendo la categoría del huracán, podrían afectarse las viviendas por los fuertes vientos y las inundaciones; al respecto, en el municipio se encuentran varios albergues e incluso en la ciudad de Mérida como apoyo, misma que se ubica cercana a la zona del proyecto.* *Los vientos fuertes pueden desencadenar otros fenómenos como las inundaciones, invasión del mar sobre las primeras filas de las viviendas.*	

No.	**CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES**
	Criterios y Recomendaciones
La problemática en cuanto a la presencia de zonas inundables ocurre debido al encharcamiento temporal en viviendas aledañas a la ciénaga, en la parte sur de la franja costera por escurrimientos extraordinarios. *Todas estas condiciones son tomadas en cuenta en el diseño, cimentación, cargas e infraestructura general del proyecto.*	
14.	Todo proyecto, obra o actividad deberá implementar medidas que favorezcan la recarga del acuífero. Estas medidas podrán incluir la recuperación del suelo, la construcción de pozos de absorción de agua de lluvia y/o la reforestación de áreas desmontadas o degradadas.
Se construirán drenajes pluviales con pozos de absorción que infiltrarán al manto acuífero para su recarga. Permanecerán áreas verdes naturales y ajardinadas en el polígono, así como secciones arboladas. *Se implementarán las acciones de reforestación y enriquecimiento de vegetación en las áreas verdes.*	

Tabla III.3. Criterios de regulación ecológica particulares de los distintos sectores aplicables a la unidad de gestión ambiental UGA UGA PRO08-BAR_AP1

CRITERIOS DEL SECTOR ACUACULTURA DE AGUA DULCE

No.	**CRITERIOS**
1.	La actividad acuícola deberá contar con un área de amortiguamiento de 20 m alrededor del predio con vegetación natural con especies nativas.
El proyecto no considera actividades acuícolas.	
2.	La actividad acuícola no deberá instalarse dentro de un centro de población urbano o rural.
El proyecto no considera actividades acuícolas.	
3.	En la actividad acuícola, la introducción y aprovechamiento de especies exóticas deberá realizarse únicamente en sistemas controlados y confinados, que eviten la fuga de los organismos de cultivo, previa autorización de la autoridad correspondiente.
El proyecto no considera actividades acuícolas ni la introducción o aprovechamiento de especies exóticas para cultivo.	
4.	La actividad acuícola deberá contar con un área de conservación de al menos el 30% del total del predio, priorizando la permanencia de vegetación en buen estado de conservación. En caso de no contar con sitios aptos para mantener como área de conservación, deberá restaurar dicha superficie mediante la siembra de especies nativos.
El proyecto no considera actividades acuícolas. El actual proyecto considera en su diseño el área de conservación.	

CRITERIOS DEL SECTOR ACUACULTURA SALOBRE

No.	CRITERIOS
1.	La actividad acuícola deberá contar con un área de amortiguamiento de 20 m alrededor del predio con vegetación natural con especies nativas.
El proyecto no considera actividades acuícolas.	
2.	La actividad acuícola no deberá instalarse dentro de un centro de población urbano o rural.
El proyecto no considera actividades acuícolas.	
3.	En la actividad acuícola, la introducción y aprovechamiento de especies exóticas deberá realizarse únicamente en sistemas controlados y confinados, que eviten la fuga de los organismos de cultivo, previa autorización de la autoridad correspondiente.
El proyecto no considera actividades acuícolas ni la introducción o aprovechamiento de especies exóticas para cultivo.	
4.	La actividad acuícola deberá contar con un área de conservación de al menos el 30% del total del predio, priorizando la permanencia de vegetación en buen estado de conservación. En caso de no contar con sitios aptos para mantener como área de conservación, deberá restaurar dicha superficie mediante la siembra de especies nativos.
El proyecto no considera actividades acuícolas. El proyecto considera en su diseño el área de conservación.	

CRITERIOS DEL SECTOR INFRAESTRUCTURA

No.	CRITERIOS
1.	Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental.
El proyecto no considera la conformación de plantas desalinizadoras.	
2.	Las obras de infraestructura deberán mantener los humedales libres de todo tipo de afectación a sus condiciones hidrodinámicas (o hidrológicas), con el objeto de mantener los procesos hidrodinámicos naturales a fin de minimizar los impactos negativos directos, indirectos o a distancia sobre éstos.
El proyecto no considera actividades que afecten humedales. El humedal más cercano se ubica al sur, a 140-150 m de distancia.	
3.	Las obras de infraestructura que requieran de bancos de préstamo de material pétreo, únicamente podrán apresurarlos en la misma UGA donde se realice el proyecto, debiendo justificar el beneficio social de la obra, y únicamente podrá ser utilizado el material en dicha obra.
El proyecto no contempla la conformación de bancos de préstamo de material pétreo. Este material necesario para las obras previstas será obtenido a partir de bancos establecidos y autorizados en la región.	

CRITERIOS DEL SECTOR FORESTAL

No.	CRITERIOS
1.	Las actividades de aprovechamiento de especies de fauna únicamente se podrán realizar en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre.
El proyecto no considera actividades de aprovechamiento de especies de fauna.	
2.	Los proyectos de producción de bioenergéticos a partir de residuos forestales deberán contar con medidas para: a) Prevenir impactos sobre la biodiversidad y los ecosistemas. b) Conservar las áreas con especies de flora y fauna endémica o en algún estatus de peligro. c) Controlar la generación de lixiviados y escurrimientos de los sitios de almacenamiento de biomasa. d) Tratar las aguas residuales del proceso de conversión de la biomasa previo a su disposición final. e) Controlar y monitorear las emisiones al aire (gaseosas y cenizas) derivadas del traslado y de la combustión de la biomasa.
El proyecto no considera actividades de producción de bioenergéticos a partir de residuos forestales.	
3.	El aprovechamiento forestal maderable se podrá realizar en tasas de extracción siempre que no se sobrepase la capacidad de recuperación natural.
El proyecto no considera actividades de aprovechamiento forestal maderable.	
4.	Se podrá realizar el aprovechamiento forestal no maderable de tierra de monte, madera (leña), y plantas medicinales, únicamente para autoconsumo de las comunidades rurales asentadas al interior de la UGA.
El proyecto no considera actividades de aprovechamiento forestal no maderable. No obstante, en caso de generarse residuos de tierra de monte y/o de madera (leña) derivado de las acciones de desmonte y despalme, se permitiría el aprovechamiento por parte de los pobladores de la localidad.	
5.	Se permitirá el establecimiento de plantaciones forestales comerciales siempre que cuenten con un programa de manejo autorizado que asegure que no ocasionarán cambio de uso de suelo forestal.
El proyecto no contempla establecimiento de plantaciones forestales comerciales.	

CRITERIOS DEL SECTOR PESCA

No.	CRITERIOS
1.	Se deberán excluir las playas y las dunas como sitios aptos para la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) del dragado de canales de puertos, bocas de lagunas y lagunas costeras.
El proyecto no considera acciones de dragado ni la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) derivados de dragados.	

No.	CRITERIOS
2.	Las actividades y obras asociadas a la operación de instalaciones pesqueras deberán contar con las instalaciones y los procedimientos de manejo integral de residuos sólidos y líquidos para prevenir la contaminación del acuífero.
El proyecto no considera actividades u obras asociadas a la operación de instalaciones pesqueras. Sin embargo, el proyecto considera la conformación de instalaciones de manejo integral de residuos sólidos y líquidos, incluyendo procedimientos para prevenir la contaminación del acuífero por los residuos generados.	

CRITERIOS DEL SECTOR TURISMO DE NATURALEZA

No.	CRITERIOS
1.	La operación de proyectos o actividades de Turismo de Naturaleza que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como captación de agua de lluvia, reuso de agua residual tratada, sistemas ahorradores, entre otros.
El proyecto no considera acciones de operación de proyectos o actividades de Turismo de Naturaleza.	
2.	En todo proyecto turístico que pretenda hacer uso de los cenotes y cuevas deberá aplicar buenas prácticas para salvaguardar la biodiversidad, incluyendo las siguientes: a) Establecer franjas de amortiguamiento con vegetación natural alrededor de cada cenote, cuya extensión será, por lo menos, de una distancia mínima de 50 metros del borde de estos y la instalación de servicios sanitarios a una distancia de 75 metros a partir de la boca del cenote, cueva o gruta, de conformidad con el Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuervas y Grutas. b) En caso de justificarse, solo podrán realizar aclareos de hasta el 10 % de la cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 centímetros de diámetro. c) Integrar a los árboles en el diseño arquitectónico de restaurantes, baños, regaderas y áreas comunes a fin de evitar su corte y retiro. d) No se podrá realizar la extracción de flora y fauna del cenote y sus alrededores, e) No se permite la liberación de individuos de especies exóticas, la introducción de mascotas en los cenotes, así como la crianza de especies exóticas (como la tilapia y la rana toro). f) No se permite intervención que modifique su estructura.
El proyecto pretendido no es de tipo turístico ni hará uso de cenotes o cuevas.	

CRITERIOS DEL SECTOR TURISMO DE SOL Y PLAYA

No.	CRITERIOS
1.	La operación de proyectos o actividades de Turismo de Sol y Playa que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como

No.	CRITERIOS
	captación de agua de lluvia, reuso de agua residual tratada, sistemas ahorradores, entre otros.
El proyecto incluye en su diseño medidas para la reducción del consumo de agua, entre las que se encuentran el reuso de agua residual tratada (principalmente para riego de áreas ajardinadas), sistemas ahorradores instalados en sanitarios y de servicios, etc.	
2.	Se deberán excluir las dunas incipientes o embrionarias, las dunas en estuarios, las islas de barrera, y las dunas con alto valor ecológico como sitios aptos para la construcción de infraestructura y edificaciones de carácter temporal o permanente cuando se afecta la integridad funcional del sistema playa-duna costera.
El proyecto pretendido no se ubicará el sitio de dunas incipientes o embrionarias. Las obras o infraestructura del proyecto se localiza al menos a 100 m de distancia respecto de la duna-playa.	
3.	El aprovechamiento de las zonas colindantes a las playas se restringirá a instalaciones piloteadas (tipo palafito o andadores) de madera o materiales degradables, las cuales deberán ser ubicadas detrás de la cara posterior del primer cordón de duna, evitando la ocupación de la corona o cresta de la misma. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Las dunas que formen barreras o diques que interrumpan el drenaje se excluirán para la construcción de instalaciones de edificaciones por ser zonas de vulnerables a inundaciones.
El proyecto no conformará instalaciones en las zonas colindantes a las playas y no se ocupará el primer cordón de duna, la corona o cresta de la misma.	
4.	Se considera la playa como zona potencial de anidación de tortugas marinas y se deberán adoptar las medidas precautorias señaladas en la normativa aplicable, incluyendo: a) Conservar la vegetación nativa y restringir la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. b) Propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. c) Retirar de la playa cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación. d) Reorientar, modificar o desinstalar cualquier equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. e) Implementar el uso de luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, (tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión) que disminuyan los impactos por la iluminación nocturna de la playa. f) Prohibir el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa durante la temporada de anidación. g) Vigilar que los animales domésticos No perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías.

No.	CRITERIOS
	h) Vigilar los niveles de ruido de fuentes antropogénicas en las playas de anidación para que no sobrepase el nivel establecido en la norma. i) El manejo de las tortugas marinas solo podrá realizarlo el personal que acredite estar capacitado.
El proyecto pretendido conservará parte de la vegetación nativa del predio como área de conservación, particularmente la sección de la poligonal que se encuentra adyacente a la playa. De ninguna manera se pretende introducir especies exóticas en el hábitat potencialmente de anidación que conforma la duna-playa. Asimismo, dado que no se realizarán obras o actividades como parte del proyecto en la zona federal, no se afectará la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. Se implementarán acciones de enriquecimiento de la comunidad vegetal nativa (reforestación). *No se instalarán en la playa objetos que puedan atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación. Tampoco se pretende instalar equipos que emitan luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera. En todo caso, de requerirse la iluminación nocturna en la sección del predio que se encuentra colindante a la playa, sería con luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, de modo que se disminuyan efectivamente los impactos por la iluminación nocturna de la playa. También en el caso del ruido de fuentes antropogénicas serán vigilados para que no afecte o sea excesivo en las playas de anidación.* *No se realizarán actividades que impliquen el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa.* *No se prevé la permanencia en sitio de animales domésticos, pero si ocurriera, el reglamento interno del desarrollo obligaría a los responsables para vigilarlos de modo que no perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías en la temporada de anidación.* *Finalmente, no prevé el proyecto algún tipo de manejo de las tortugas marinas.*	
5.	La construcción de edificaciones permanentes en dunas terciarias se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. Para asegurar la resiliencia del sistema de dunas, la orientación, tipo y densidad de las edificaciones deberá minimizar la superficie de choque del viento y sujetarse a la capacidad de carga del sistema, y se deberá minimizar la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos.
La construcción de edificaciones permanentes previstos por el proyecto se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. El proyecto cuenta con un estudio de capacidad de carga. Y se mantendrán áreas de conservación con vegetación nativa y sustrato natural de modo que se minimizará la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos conformados de esta manera entre el predio y las colindancias.	
6.	La construcción y operación de todo desarrollo que requiera suministro de energía eléctrica (incluyendo conjuntos habitacionales, fraccionamientos, establecimientos de hospedaje turísticos, oficinas, plazas comerciales, industria) deberán privilegiar la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado. Asimismo, se recomienda presentar un programa de generación de energías limpias para satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, conforme a las disposiciones normativas aplicables.

No.	CRITERIOS
El proyecto prevé la inclusión de elementos de diseño bioclimático y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación y el aire acondicionado, entre otros. A futuro se implementaría un programa de generación energía mediante celdas fotovoltaicas o equivalentes para autoconsumo, de modo que se abastezca al menos el 10% de su consumo energético.	
7.	La construcción y operación de infraestructura residencial, comercial, o turística en la zona costera deberá mantener entradas y pasos libres y bien definidos para que la población tenga acceso a las playas y la zona federal marítimo terrestre.
No será necesaria la construcción de accesos peatonales públicos a la playa, toda vez que se trata de un predio privado. El acceso formal a las autoridades competentes será permitido a través de los medios y canales oficiales. En la zona se podrá acceder a la playa caminando por las calles de arena públicas existentes. Para usuarios del proyecto se conformará un acceso serpenteado (sinuoso) no mayor de 1.5 m de ancho. No se caminará sobre la vegetación de duna costera.	

CRITERIOS DEL SECTOR TURISMO CONVENCIONAL

No.	CRITERIOS
1.	Se supeditará la aprobación de proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios, conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana a la presentación de una estrategia dirigida a: a) Minimizar la expansión urbana desordenada. b) Minimizar la vulnerabilidad específica del acuífero. c) Prevenir la fragmentación de hábitats naturales. d) Satisfacer la demanda de manejo de residuos sólidos y líquidos, y la dotación de servicios urbanos.
El proyecto se realizará en una zona prevista para el crecimiento urbano de la localidad Chicxulub Puerto, municipio de Progreso, lo cual propicia la consolidación urbana de la zona y planifica la ampliación de servicios urbanos en conjunto con los desarrolladores. Dado que el predio del proyecto se encuentra adyacente a la actual la mancha urbana y en desarrollo de la localidad, el municipio de Progreso puede aportar los servicios públicos básicos tal como la recolección de los residuos sólidos urbanos. *El proyecto se encuentra en una zona que cuenta ya con un crecimiento urbano en pleno proceso, actividad que va acorde a lo que se establece en el uso suelo. Las circulaciones internas y estacionamientos contarán con drenajes pluviales para facilitar su recarga.* *Al menos de principio, no se realizará el aprovechamiento del manto freático dado que para el predio se cuenta con disponibilidad de agua de la red pública municipal (acometida). En caso que posteriormente se requiera la habilitación de pozos de aprovechamiento, éste estará amparado por el título de concesión y la descarga de aguas residuales tratadas cumplirá con los límites permisibles de acuerdo con la norma de NOM-001-SEMARNAT-2021. La conformación de los corredores de vegetación (áreas de conservación) aportarán a minimizar y prevenir la fragmentación de hábitats naturales.*	

No.	CRITERIOS
El manejo de residuos sólidos y líquidos ocurrirá conforme a procedimientos adecuados por parte del desarrollador durante las etapas del proyecto y durante la operación, por parte del servicio de recolección de residuos concesionado en la zona del municipio, o bien, por medios propios según el acuerdo que se logré con dicha autoridad.	
2.	Los proyectos de urbanización, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana deberán establecerse preferentemente en: a) Vacíos de las áreas urbanas actuales. b) Reservas territoriales definidas en los programas de desarrollo urbano; o c) Áreas que aseguren el acceso a las redes de servicios públicos de drenaje y alcantarillado, manejo de residuos, energía eléctrica y comunicaciones.
El proyecto se establece en un área parte de la actual mancha urbana de Chicxulub Puerto, en terrenos previamente afectados. Se trata de una zona con viabilidad de uso del suelo otorgado por el municipio. *Al encontrarse en zona urbanizada y muy cercana a la carretera costera Chicxulub-San Benito, es posible extender las redes de servicios públicos al predio del proyecto.*	
3.	Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental.
El proyecto no considera habilitar plantas desalinizadoras.	
4.	Los proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios y de turismo convencional que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como pueden ser captación de agua de lluvia, reuso de agua residual tratada (aguas grises) en riego de áreas verdes y otros usos que no requieran agua potable, instalación de sistemas ahorradores de agua, empleo de vegetación nativa con bajo requerimiento de agua en sus áreas verdes.
El proyecto prevé el reuso de agua residual tratada (aguas grises) para riego de áreas verdes y otros usos que no requieran agua potable; instalación de sistemas ahorradores de agua durante la operación. Se prevé el uso de vegetación nativa en las áreas arboladas-ajardinadas, lo cual redundará en bajo requerimiento de agua y se adapta mejor en las áreas verdes.	
5.	En todo proyecto turístico que pretenda hacer uso de los cenotes y cuevas deberá aplicar buenas prácticas para salvaguardar la biodiversidad, incluyendo las siguientes: a) Establecer franjas de amortiguamiento con vegetación natural alrededor de cada cenote, cuya extensión será, por lo menos, de una distancia mínima de 50 metros del borde de estos y la instalación de servicios sanitarios a una distancia de 75 metros a partir de la boca del cenote, cueva o gruta, de conformidad con el Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuervas y Grutas. b) En caso de justificarse, solo podrán realizar aclareos de hasta el 10 % de la cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 centímetros de diámetro. c) Integrar a los árboles en el diseño arquitectónico de restaurantes, baños, regaderas y áreas comunes a fin de evitar su corte y retiro. d) No se podrá realizar la extracción de flora y fauna del cenote y sus alrededores,

No.	CRITERIOS
	e) No se permite la liberación de individuos de especies exóticas, la introducción de mascotas en los cenotes, así como la crianza de especies exóticas (como la tilapia y la rana toro). f) No se permite intervención que modifique su estructura
El proyecto no pretende hacer uso de los cenotes y cuevas.	
6.	Las actividades turísticas convencionales deberán mantener los humedales libres de todo tipo de obra que altere sus condiciones hidrodinámicas (o hidrológicas), así como mantener los procesos hidrodinámicos naturales a fin de minimizar los impactos negativos directos, indirectos o a distancia.
El proyecto no considera actividades en, o afectaciones a, los humedales.	
7.	Se deberán mantener libres de obras, temporales o permanentes, las dunas incipientes o embrionarias y las dunas en estuarios, con el objeto de evitar la afectación a integridad funcional del sistema playa-duna costera.
El proyecto no se encuentra en zona de afectación al sistema playa-duna costera. Toda la parte norte del polígono se mantendrá sin obras que puedan afectar dunas.	
8.	El aprovechamiento de las zonas colindantes a las playas, se restringirán a instalaciones piloteadas (tipo palafito o andadores) de madera o materiales degradables, las cuales deberán ser ubicadas detrás de la cara posterior del primer cordón de duna, evitando la ocupación de la corona o cresta de la misma. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Las dunas que formen barreras o diques que interrumpan el drenaje se excluirán para la construcción de instalaciones de edificaciones por ser zonas de vulnerables a inundaciones.
Este supuesto no aplica directamente, ya que el desarrollo no se localiza sobre la ZOFEMAT ni sobre el primer cordón de duna, sino en predios ubicados detrás de la franja dunar, por lo que no requiere instalaciones tipo palafito, aunque se mantiene la preservación de la duna y vegetación existente.	
9.	Se considera la playa como zona potencial de anidación de tortugas marinas y se deberán adoptar las medidas precautorias señaladas en la normativa aplicable, incluyendo: a) Conservar la vegetación nativa y restringir la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. b) Propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. c) Retirar de la playa cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación. d) Reorientar, modificar o desinstalar cualquier equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. e) Implementar el uso de luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad

No.	CRITERIOS
	equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, (tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión) que disminuyan los impactos por la iluminación nocturna de la playa. f) Prohibir el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa durante la temporada de anidación. g) Vigilar que los animales domésticos No perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías. h) Vigilar los niveles de ruido de fuentes antropogénicas en las playas de anidación para que no sobrepase el nivel establecido en la norma. i) El manejo de las tortugas marinas solo podrá realizarlo el personal que acredite estar capacitado.
El proyecto pretendido conservará parte de la vegetación nativa del predio como área de conservación, particularmente la sección de la poligonal que se encuentra adyacente a la playa. De ninguna manera se pretende introducir especies exóticas en el hábitat potencialmente de anidación que conforma la duna-playa. Asimismo, dado que no se realizarán obras o actividades como parte del proyecto en la zona federal, no se afectará la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. Se implementarán acciones de enriquecimiento de la comunidad vegetal nativa (reforestación). *No se instalarán en la playa objetos que puedan atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación. Tampoco se pretende instalar equipos que emitan luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera. En todo caso, de requerirse la iluminación nocturna en la sección del predio que se encuentra colindante a la playa, sería con luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, de modo que se disminuyan efectivamente los impactos por la iluminación nocturna de la playa. También en el caso del ruido de fuentes antropogénicas serán vigilados para que no afecte o sea excesivo en las playas de anidación.* *No se realizarán actividades que impliquen el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa.* *No se prevé la permanencia en sitio de animales domésticos, pero si ocurriera, el reglamento interno del desarrollo obligaría a los responsables para vigilarlos de modo que no perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías en la temporada de anidación.* *Finalmente, no prevé el proyecto algún tipo de manejo de las tortugas marinas.*	
10.	La construcción de edificaciones permanentes en dunas terciarias se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. Para asegurar la resiliencia del sistema de dunas, la orientación, tipo y densidad de las edificaciones deberá minimizar la superficie de choque del viento y sujetarse a la capacidad de carga del sistema, y se deberá minimizar la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos.
La construcción de edificaciones permanentes previstos por el proyecto se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. El proyecto cuenta con un estudio de capacidad de carga. Y se mantendrán áreas de conservación con vegetación nativa y sustrato natural de modo que se minimizará la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos conformados de esta manera entre el predio y las colindancias.	

No.	CRITERIOS
11.	Se deberán excluir las playas y las dunas como sitios aptos para la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) del dragado de canales de puertos, bocas de lagunas y lagunas costeras.
El proyecto no considera acciones de dragado ni la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) derivados de dragados.	
12.	La construcción y operación de todo desarrollo que requiera suministro de energía eléctrica (incluyendo conjuntos habitacionales, fraccionamientos, establecimientos de hospedaje turísticos, oficinas, plazas comerciales, industria) deberán privilegiar la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado. Asimismo, se recomienda presentar un programa de generación de energías limpias para satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, conforme a las disposiciones normativas aplicables.
El desarrollo requiere del suministro de energía eléctrica, misma que provendrá de la red eléctrica existente en la zona. *En su operación, se fomentará la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado.* *En dicha etapa se fomentarán planes de energía eléctrica que pueda satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, mediante energías limpias tales como fotovoltáicos.*	
13.	La construcción y operación de infraestructura residencial, comercial, o turística en la zona costera deberá mantener entradas y pasos libres y bien definidos para que la población tenga acceso a las playas y la zona federal marítimo terrestre.
No será necesaria la construcción de accesos peatonales públicos a la playa, toda vez que se trata de un predio privado. El acceso formal a las autoridades competentes será permitido a través de los medios y canales oficiales. En la zona se podrá acceder a la playa caminando por las calles de arena públicas existentes. Para usuarios del proyecto se conformará un acceso serpenteado (sinuoso) no mayor de 1.5 m de ancho. No se caminará sobre la vegetación de duna costera.	

CRITERIOS PARA ASENTAMIENTOS HUMANOS

No.	CRITERIOS
1.	Se supeditará la aprobación de proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios, conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana a la presentación de una estrategia dirigida a: a) Minimizar la expansión urbana desordenada. b) Minimizar la vulnerabilidad específica del acuífero. c) Prevenir la fragmentación de hábitats naturales. d) Satisfacer la demanda de manejo de residuos sólidos y líquidos, y la dotación de servicios urbanos.
El proyecto se realizará en una zona prevista para el crecimiento urbano de la localidad Chicxulub Puerto, municipio de Progreso, lo cual propicia la consolidación urbana de la zona y	

No.	CRITERIOS
planifica la ampliación de servicios urbanos en conjunto con los desarrolladores. Dado que el predio del proyecto se encuentra adyacente a la actual la mancha urbana y en desarrollo de la localidad, el municipio de Progreso puede aportar los servicios públicos básicos tal como la recolección de los residuos sólidos urbanos. *El proyecto se encuentra en una zona que cuenta ya con un crecimiento urbano en pleno proceso, actividad que va acorde a lo que se establece en el uso suelo. Las circulaciones internas y estacionamientos contarán con drenajes pluviales para facilitar su recarga.* *Al menos de principio, no se realizará el aprovechamiento del manto freático dado que para el predio se cuenta con disponibilidad de agua de la red pública municipal (acometida). En caso que posteriormente se requiera la habilitación de pozos de aprovechamiento, éste estará amparado por el título de concesión y la descarga de aguas residuales tratadas cumplirá con los límites permisibles de acuerdo con la norma de NOM-001-SEMARNAT-2021. La conformación de los corredores de vegetación (áreas de conservación) aportarán a minimizar y prevenir la fragmentación de hábitats naturales.* *El manejo de residuos sólidos y líquidos ocurrirá conforme a procedimientos adecuados por parte del desarrollador durante las etapas del proyecto y durante la operación, por parte del servicio de recolección de residuos concesionado en la zona del municipio, o bien, por medios propios según el acuerdo que se logré con dicha autoridad.*	
3.	Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental.
Como parte del proyecto no se realizarán actividades de desalinización.	
4.	Los proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios y de turismo convencional que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como pueden ser captación de agua de lluvia, reuso de agua residual tratada (aguas grises) en riego de áreas verdes y otros usos que no requieran agua potable, instalación de sistemas ahorradores de agua, empleo de vegetación nativa con bajo requerimiento de agua en sus áreas verdes.
El proyecto prevé el reuso de agua residual tratada (aguas grises) para riego de áreas verdes y otros usos que no requieran agua potable; instalación de sistemas ahorradores de agua durante la operación. Se prevé el uso de vegetación nativa en las áreas arboladas-ajardinadas, lo cual redundará en bajo requerimiento de agua y se adapta mejor en las áreas verdes.	
5.	Los asentamientos humanos (vivienda, fraccionamientos, servicios, etc) deberán mantener los humedales libres de obras de edificación, con el objeto de mantener sus procesos hidrodinámicos naturales.
El proyecto no afectará directamente el humedal cercano, mismo que se encuentra fuera del área de implementación de las obras y actividades. Por tanto, este humedal estará libre de obras de edificación como consecuencia del proyecto. Asimismo, dado que la sección norte del polígono del proyecto no será objeto de obras, tampoco se prevé afectación de los procesos hidrodinámicos naturales en la costa.	

No.	CRITERIOS
6.	Se deberán mantener libres de obras, temporales o permanentes, las dunas incipientes o embrionarias y las dunas en estuarios, con el objeto de evitar la afectación a integridad funcional del sistema playa-duna costera.
El proyecto pretendido no se ubicará el sitio de dunas incipientes o embrionarias. Por otra parte, la sección norte de la poligonal que estará más cercana a la duna colindante al norte (a unos 10 m), no será objeto de obras o actividades, de modo que no serán afectadas las dunas. La sección de la poligonal del proyecto que contará con obras o infraestructura se localiza al menos a 100 m de distancia respecto de la duna-playa.	
7.	El aprovechamiento de las zonas colindantes a las playas se restringirá las instalaciones piloteadas (tipo palafito o andadores) de madera o materiales degradables, las cuales deberán ser ubicadas detrás de la cara posterior del primer cordón de duna, evitando la ocupación de la corona o cresta de esta. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Las dunas que formen barreras o diques que interrumpan el drenaje se excluirán para la construcción de instalaciones de edificaciones por ser zonas de vulnerables a inundaciones.
El proyecto no conformará instalaciones en las zonas colindantes a las playas y no se ocupará el primer cordón de duna, la corona o cresta de la misma. La sección norte de la poligonal que estará más cercana a la duna colindante al norte (a unos 10 m), no será objeto de obras o actividades, de modo que no serán afectadas las dunas. La sección de la poligonal del proyecto que contará con obras o infraestructura se localiza al menos a 100 m de distancia respecto de la duna-playa. *Toda la sección norte del polígono se mantendrá como área de conservación y permitirá el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna.*	
8.	Se considera la playa como zona potencial de anidación de tortugas marinas y se deberán adoptar las medidas precautorias señaladas en la normativa aplicable, incluyendo: a) Conservar la vegetación nativa y restringir la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. b) Propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. c) Retirar de la playa cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación. d) Reorientar, modificar o desinstalar cualquier equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. e) Implementar el uso de luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, (tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión) que disminuyan los impactos por la iluminación nocturna de la playa.

No.	CRITERIOS
	f) Prohibir el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa durante la temporada de anidación. g) Vigilar que los animales domésticos No perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías. h) Vigilar los niveles de ruido de fuentes antropogénicas en las playas de anidación para que no sobrepase el nivel establecido en la norma. i) El manejo de las tortugas marinas solo podrá realizarlo el personal que acredite estar capacitado
El proyecto pretendido conservará parte de la vegetación nativa del predio como área de conservación, particularmente la sección de la poligonal que se encuentra adyacente a la playa. De ninguna manera se pretende introducir especies exóticas en el hábitat potencialmente de anidación que conforma la duna-playa. Asimismo, dado que no se realizarán obras o actividades como parte del proyecto en la zona federal, no se afectará la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. Se implementarán acciones de enriquecimiento de la comunidad vegetal nativa (reforestación). *No se instalarán en la playa objetos que puedan atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación. Tampoco se pretende instalar equipos que emitan luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera. En todo caso, de requerirse la iluminación nocturna en la sección del predio que se encuentra colindante a la playa, sería con luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, de modo que se disminuyan efectivamente los impactos por la iluminación nocturna de la playa. También en el caso del ruido de fuentes antropogénicas serán vigilados para que no afecte o sea excesivo en las playas de anidación.* *No se realizarán actividades que impliquen el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa.* *No se prevé la permanencia en sitio de animales domésticos, pero si ocurriera, el reglamento interno del desarrollo obligaría a los responsables para vigilarlos de modo que no perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías en la temporada de anidación.* *Finalmente, no prevé el proyecto algún tipo de manejo de las tortugas marinas.*	
9.	La construcción de edificaciones permanentes en dunas terciarias se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. Para asegurar la resiliencia del sistema de dunas, la orientación, tipo y densidad de las edificaciones deberá minimizar la superficie de choque del viento y sujetarse a la capacidad de carga del sistema, y se deberá minimizar la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos.
La construcción de edificaciones permanentes previstos por el proyecto se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. El proyecto cuenta con un estudio de capacidad de carga. Y se mantendrán áreas de conservación con vegetación nativa y sustrato natural de modo que se minimizará la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos conformados de esta manera entre el predio y las colindancias.	
10.	Se deberán excluir las playas y las dunas como sitios aptos para la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) del dragado de canales de puertos, bocas de lagunas y lagunas costeras.

No.	CRITERIOS
El proyecto no considera acciones de dragado ni la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) derivados de dragados.	
11.	La construcción y operación de todo desarrollo que requiera suministro de energía eléctrica (incluyendo conjuntos habitacionales, fraccionamientos, establecimientos de hospedaje turísticos, oficinas, plazas comerciales, industria) deberán privilegiar la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado. Asimismo, se recomienda presentar un programa de generación de energías limpias para satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, conforme a las disposiciones normativas aplicables.
La energía eléctrica para el proyecto provendrá de la red de la CFE existente en la colindancia y, en su etapa operativa, prevé el fomento de tecnología para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación y electrodomésticos. *El proyecto prevé la inclusión de elementos de diseño bioclimático y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación y el aire acondicionado, entre otros. A futuro se implementaría un programa de generación energía mediante celdas fotovoltaicas o equivalentes para autoconsumo, de modo que se abastezca al menos el 10% de su consumo energético.*	
12.	La construcción y operación de infraestructura residencial, comercial, o turística en la zona costera deberá mantener entradas y pasos libres y bien definidos para que la población tenga acceso a las playas y la zona federal marítimo terrestre.
No será necesaria la construcción de accesos peatonales públicos a la playa, toda vez que se trata de un predio privado. El acceso formal a las autoridades competentes será permitido a través de los medios y canales oficiales. En la zona se podrá acceder a la playa caminando por las calles de arena públicas existentes. Para usuarios del proyecto se conformará un acceso serpenteado (sinuoso) no mayor de 1.5 m de ancho. No se caminará sobre la vegetación de duna costera.	
13.	Los conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turístico e infraestructura urbana deberán remitirse a los atlas de riesgos o peligros estatal y municipal vigentes para evitar que se desarrollen en ubicaciones inapropiadas, las cuales incluyen: a) Zonas de aluviones naturales recientes, profundos o superficiales. b) Relleno artificiales en barrancos, humedales y terraplenes o en general terrenos no consolidados, inestables con agrietamientos y sensibles a asentamientos diferenciales o hundimientos. c) Áreas susceptibles a derrumbes o deslizamientos, sobresaturación hidráulica, sobrepeso, o movimientos vibratorios. d) Áreas por debajo del nivel máximo de mareas. e) Áreas susceptibles a inundación. f) Bancos de materiales abandonados. g) Áreas elevadas que al ser deforestadas generan escurrimientos que agravan inundaciones en zonas bajas.
Conforme al Atlas de Riesgos del Estado de Yucatán y al Atlas Nacional de Riesgos, el área del proyecto se encuentra en una zona con muy bajo riesgo de hundimientos, sin cenotes, con grado	

No.	CRITERIOS
	muy bajo de fracturamientos, riesgo medio de inundación (alto por inundación pluvial), riesgo de marea de tormenta, mediana concentración de trayectoria de huracanes y amenaza media de incendios forestales. *El proyecto contará con áreas verdes naturales, mismas que se distribuyen en la poligonal y conforman corredores de vegetación y suelo natural que comunican con las colindancias.* *No se detectan cavernas y formaciones geológicas de riesgo en el sitio.* *El Atlas de Peligros de Progreso Yucatán del 2011 (Ayuntamiento de Progreso, Yucatán; Servicios Integrales Gika SC), calcula que el 70% de las viviendas que se encuentran sobre toda la franja costera del municipio son ocupadas durante las épocas de vacaciones de verano o decembrina y describe que existe una gasolinera a la entrada de la Chicxulub Puerto.* *Considera que, dependiendo la categoría del huracán, podrían afectarse las viviendas por los fuertes vientos y las inundaciones; al respecto, en el municipio se encuentran varios albergues e incluso en la ciudad de Mérida como apoyo, misma que se ubica cercana a la zona del proyecto.* *Los vientos fuertes pueden desencadenar otros fenómenos como las inundaciones, invasión del mar sobre las primeras filas de las viviendas.* *La problemática en cuanto a la presencia de zonas inundables ocurre debido al encharcamiento temporal en viviendas aledañas a la ciénaga, en la parte sur de la franja costera por escurrimientos extraordinarios.* *Todas estas condiciones son tomadas en cuenta en el diseño, cimentación, cargas e infraestructura general del proyecto.* *El proyecto se encuentra en una zona en donde se destina el uso para crecimiento urbano.* *No se localiza en zona de aluviones, rellenos artificiales, barrancos o terraplenes (terrenos no consolidados o inestables); no presenta agrietamientos ni hundimientos. Tampoco se considera zona de derrumbes o deslizamientos, con sobresaturación hidráulica o movimientos vibratorios.* *No se encuentra en algún banco de material abandonado ni en áreas elevadas.*
14	Los desarrollos inmobiliarios (condominio, fraccionamiento o subdivisión) solo se podrán establecer en terrenos que no cuenten con una cobertura forestal o se consideren como preferentemente forestales.
	El proyecto se encuentra en terrenos para crecimiento urbano y con impacto previo por las acciones antropogénicas históricas en el sitio, por lo que, a pesar de tener cobertura vegetal secundaria, no se requiere cambio de uso de suelo.
15.	Los asentamientos humanos rurales existentes están sujetos al crecimiento natural de su población y sus necesidades de vivienda, servicios e infraestructura, dentro de zonas que sean potencialmente urbanizables y fuera de zonas de riesgo.
	El proyecto se encuentra en una zona potencialmente urbanizable de la localidad de Chicxulub Puerto. *Conforme al Atlas de Riesgos del Estado de Yucatán y al Atlas Nacional de Riesgos, el área del proyecto se encuentra en una zona con muy bajo riesgo de hundimientos, sin cenotes, con grado muy bajo de fracturamientos, riesgo medio de inundación (alto por inundación pluvial), riesgo de marea de tormenta, mediana concentración de trayectoria de huracanes y amenaza media de incendios forestales.* *El proyecto contará con áreas verdes naturales, mismas que se distribuyen en la poligonal y conforman corredores de vegetación y suelo natural que comunican con las colindancias.* *No se detectan cavernas y formaciones geológicas de riesgo en el sitio.*

No.	CRITERIOS
	El Atlas de Peligros de Progreso Yucatán del 2011 (Ayuntamiento de Progreso, Yucatán; Servicios Integrales Gika SC), calcula que el 70% de las viviendas que se encuentran sobre toda la franja costera del municipio son ocupadas durante las épocas de vacaciones de verano o decembrina y describe que existe una gasolinera a la entrada de la Chicxulub Puerto. *Considera que, dependiendo la categoría del huracán, podrían afectarse las viviendas por los fuertes vientos y las inundaciones; al respecto, en el municipio se encuentran varios albergues e incluso en la ciudad de Mérida como apoyo, misma que se ubica cercana a la zona del proyecto.* *Los vientos fuertes pueden desencadenar otros fenómenos como las inundaciones, invasión del mar sobre las primeras filas de las viviendas.* *La problemática en cuanto a la presencia de zonas inundables ocurre debido al encharcamiento temporal en viviendas aledañas a la ciénaga, en la parte sur de la franja costera por escurrimientos extraordinarios.* *Todas estas condiciones son tomadas en cuenta en el diseño, cimentación, cargas e infraestructura general del proyecto.* *El proyecto se encuentra en una zona en donde se destina el uso para crecimiento urbano.* *No se localiza en zona de aluviones, rellenos artificiales, barrancos o terraplenes (terrenos no consolidados o inestables); no presenta agrietamientos ni hundimientos. Tampoco se considera zona de derrumbes o deslizamientos, con sobresaturación hidráulica o movimientos vibratorios.* *No se encuentra en algún banco de material abandonado ni en áreas elevadas.*

Como Conclusión, se considera que el proyecto no se contrapone a los criterios establecidos en esta UGA.

III.2. Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas

III.2.1. Áreas Naturales Protegidas

El polígono del proyecto no se encuentra dentro de ninguna poligonal de algún Área Natural Protegida (ANP) decretada.

La más cercana se trata de la "Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte" ubicada a aproximadamente 162 metros al sur del polígono del proyecto (Figura III.4).

El polígono del proyecto tampoco se ubica dentro de la poligonal de algún sitio RAMSAR.



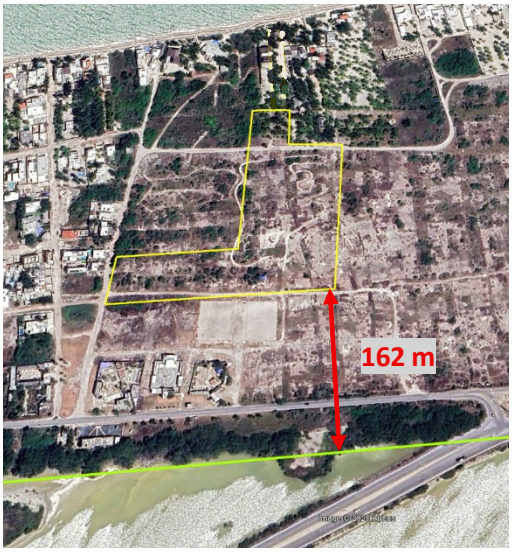


Figura III.4. Sitio del Proyecto con respecto al ANP más cercana.

Con respecto a los impactos esperados más extensos posibles, como serían el ruido y polvo, se estima que esta ANP no sufrirá afectación alguna con respecto a las actividades de construcción y operación del proyecto que generen este tipo de impactos.

El Sistema Ambiental del proyecto no se ubica dentro de algún Área Natural Protegida y la más cercana se espera no sea impactadas por la implementación del proyecto.

III.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias de Conservación (CONABIO)

El sitio se encuentra incluido en la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 146 "Dzilam - Ría Lagartos - Yum Balam", que comprende la zona norte del estado de Yucatán, donde se ubican ecosistemas conformados por humedales donde la principal vegetación de la región es el manglar (Figura III.5). La zona posee un alto valor biogeográfico y se constituye por un ecosistema homogéneo desde el punto de vista topográfico.

Dentro de esta RTP, con respecto a la flora, se encuentran algunas especies como *Pseudophoenix sp.* que son endémicas; involucra también algunas especies de importancia específica como la flor de mayo, (*Plumeria obtusa*), kuka (*Pseudophoenix sargentii*), chit (*Thrinax radiata*), tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*), palma real (*Roystonea sp.*) y *Coccothrinax* sp. En cuanto a la fauna, se han reportado varias especies de mamíferos en peligro de extinción como el mono araña, el jaguar, el ocelote, el tigrillo, y el oso hormiguero.



Figura III.5. Sitio del Proyecto con respecto a la RTP "Dzilam - Ría Lagartos - Yum Balam".

La principal problemática ambiental de esta RTP es el crecimiento urbano desordenado en la zona costera, así como las actividades industriales con poca regulación incluyendo la pesca, la salinera y el sobrepastoreo de ganado. Agregado a lo anterior, se suman las prácticas de manejo inadecuado de algunos recursos, como lo son la quema inmoderada de selva, cacería, explotación forestal inmoderada, prácticas inadecuadas, proyectos turísticos, entre otros. Estas prácticas ocasionan la fragmentación del hábitat y la disminución de poblaciones de mamíferos y aves, así como de especies florísticas.

Vinculación: En reacción a las principales especies faunísticas que protege esta región prioritaria cabe señalar que el polígono del proyecto no representa sitio de importancia para su distribución, alimentación o uso como paso especies toda vez que estas suelen encontrarse tierra adentro en un área rodeada de viviendas y su presencia o probabilidad de ocurrencia en el polígono es prácticamente nula, en cuanto la vegetación, en el polígono se realizará el rescate de especies susceptibles y se mantendrá un área de conservación con las especies vegetales nativas, que servirá de sitio de percha, descanso y alimentación de algunas especies de fauna, se evitará ocasionar daños adversos durante el desarrollo del proyecto mediante las prácticas organizadas, para dar cumplimiento a la normatividad ambiental aplicable.

Finalmente cabe señalar que la obra no contribuirá al incremento de las actividades problemáticas determinadas para esta zona y se tomarán medidas de conservación, mitigación y restauración con el fin de no alterar el ecosistema en el sitio.

III.2.3. Regiones Marítimas Prioritarias de Conservación

El predio se encuentra inmerso en la Región Marítima Prioritaria (RMP) 61 "Sisal-Dzilam, que se encuentra al norte del Estado de Yucatán y cuenta con zona costera con dunas y petenes (Figura III.6).



Figura III.6. Ubicación del predio con respecto a la Región Marítima Prioritaria.

Las especies que se encuentran dentro de la RMP 61 SISAL-DZILAM son muy variadas. Se pueden encontrar moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves y algunos mamíferos marinos. La vegetación dominante se compone por manglares y vegetación costera. Existen especies endémicas como las fanerógamas, peces y moluscos (*Melongena* spp). Además, esta región es zona de anidación de aves, de alimentación para tortugas (caguama *Caretta caretta*) y manatí, de crianza, refugio y reproducción para peces (*Rachycentron canadus*, *Lutjanus campechanus*), cocodrilos y cacerolita.

Las principales problemáticas se dan por la modificación del entorno, al existir daño al ambiente por remoción de pastos marinos, arrastres camaroneros y perturbación de fondos, de igual modo se genera daño por los asentamientos irregulares. Por su parte, la contaminación se presenta por descargas petroleras, por escurrimientos agrícolas con agroquímicos, tiraderos de basura y descarga incorrecta de aguas negras. De igual modo, existe un problema de pesca intensiva de peces y crustáceos, y pesca ilegal y tráfico de especies de huevos de tortuga.

Vinculación: De manera directa el proyecto no entrará en contacto directo con cuerpos de agua, ni afectará sus cauces. Por lo que la fauna nativa que se desarrolla en los mismos no recibirá afectación alguna por parte del proyecto.

La obra evaluada en la presente MIA contempla sistemas de tratamiento de sus aguas residuales, mediante sistemas que cumplen con la normatividad aplicable. En el plano de áreas verdes se presenta el esquema de los sistemas de tratamiento y su ubicación en el proyecto.

Por otro lado, el proyecto plantea un adecuado manejo de residuos en todas sus etapas y darles el correcto manejo, del mismo modo, no se plantea la realización de actividades de

pesca intensiva o extracción de fauna silvestre, por lo que se evitaría contribuir con las principales problemáticas de esta región prioritaria.

Se contará con un sistema de tratamiento de sus aguas residuales, manejando un sistema separado en negras y grises (jabonosas).

Durante las acciones de preparación del sitio y construcción, las aguas sanitarias residuales se contendrán mediante letrinas portátiles y se manejarán adecuadamente por parte del proveedor del servicio.

III.2.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias

El área del proyecto se encuentra inmersa en la región hidrológica prioritaria identificada como "Anillo de Cenotes" (RHP 102). Esta RHP es muy extensa y presenta una amplia variedad de tipos de vegetación entre las que podemos mencionar el manglar, dunas costeras, tular, carrizal, tasistales, vegetación riparia, palmar inundable, matorral espinoso inundable, selva mediana subcaducifolia, petenes, selva baja caducifolia, selva baja inundable, sabana, pastizal halófilo, cultivado y natural.

En cuanto a las problemáticas que presenta esta RHP está la extracción inmoderada de agua y desforestación, pérdida de la vegetación, sobrepastoreo, destrucción de dunas costeras por efecto de la industria salinera, construcción de carreteras, bordos y diques, azolve, desecación y desarrollo de infraestructura portuaria. Incendios producidos por prácticas de tumba, roza y quema y actividad ganadera. Crecimiento urbano que ocasiona relleno de zonas inundables y destrucción del manglar.

A su vez, presentan problemas de contaminación por materia orgánica y metales pesados, escurrimientos agrícolas con agroquímicos y aguas negras. Contaminación del manto freático. De igual modo presentan problemas por cacería furtiva, pesca ribereña y artesanal de camarón, bagre, mojarra, jurel, robalo, corvinas, mero, huachinango, lisa, pulpo, langosta, carito y caracol; acuicultura, agricultura, ganadería, apicultura y ecoturismo. Producción de sal y cultivos de palma de coco.

Vinculación: El proyecto no se encuentra dentro de la primera duna por lo que estas no serán afectadas, además que mantendrá un porcentaje de su superficie con vegetación nativa y suelo natural. En el sitio del proyecto no se encuentran individuos de manglar.

De igual modo, se contará con sistemas de tratamiento de sus aguas residuales, manejando un sistema aguas residuales separadas en negras y jabonosas. Por otro lado, el proyecto plantea un adecuado manejo de residuos en todas sus etapas y darles el correcto manejo. No se plantea la realización de actividades de pesca intensiva o cacería de fauna silvestre, por lo que se evitaría contribuir con las principales problemáticas de esta región prioritaria.

En el polígono específico del proyecto no se encuentran cuerpos de agua superficiales. Las actividades previstas en este proyecto no pretenden la extracción de agua. Las aguas residuales sanitarias serán tratadas mediante un sistema de tratamiento que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Como se ha indicado, no se detecta el terreno del proyecto como un área inundable ni cuenta con cobertura de vegetación de manglar.

El actual proyecto provocará parcialmente la pérdida de la vegetación del sitio para las actividades de urbanización pretendidas; sin embargo, prevé la incorporación de medidas tendientes a la protección al ambiente, tales como:

- Se realizará el rescate de los ejemplares de plantas susceptibles, incluyendo las especies endémicas de la provincia biótica de la península de Yucatán que se registren en la comunidad vegetal del sitio.
- Los ejemplares rescatados serán reubicados en las áreas verdes-de conservación del proyecto.
- En su caso, el material vegetal producto del desmonte será trozado y reincorporado a las áreas verdes para su degradación natural y reintegración al suelo.
- En su caso, la capa de suelo fértil será recuperado y mantenido para su posterior uso en las acciones de rescate, reincorporándolo a las áreas verdes-de conservación del sitio.

Durante las etapas de preparación y constructiva del proyecto se tendrá especial cuidado en el manto freático, impidiendo derrames de hidrocarburos y aceites para evitar las infiltraciones de estos, de igual modo se contará con sanitarios portátiles para los trabajadores, de este modo se manejarán adecuadamente las aguas residuales generadas.

III.2.5. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)

El sitio del proyecto se encuentra inmerso en la zona determinada como AICA 184 Ichka' Ansijo.

Esta AICA presenta distintos tipos de vegetación que son una garantía de la riqueza ornitofaunística, que proporciona hábitat para más de 300 especies de aves. La zona ha sido fuertemente impactada desde el tiempo de la colonia por las actividades salinera, coprera, pesquera, henequenera y ganadera. Además, en los últimos años la modernización ha acrecentado el deterioro ambiental con la construcción de la carretera costera y la urbanización con fines turísticos.

Cabe mencionar la existencia de una laguna costera continua desde Celestún hasta la Bahía Conil en Quintana Roo, que hasta 1964 era navegable desde Chuburná hasta Dzilám (Batllori, 1992) que actualmente se encuentra en proceso de fragmentación y desecación a causa de la construcción de caminos y drenes que impide la circulación libre del agua salobre y por tanto la pérdida de hábitat para muchas especies como el Jabirú y la Matraca yucateca y algunas especies de cactáceas como *Mamillaria gaumeri* (Leirana, 1995).

Es importante señalar que en las dunas costeras se encuentran muchos endemismos de vegetación (Flores *et al*., 1995) debido a la gran variedad de microambientes que se forman confiriéndole una gran capacidad para albergar una alta diversidad de especies (Martínez *et al*., 1993).



Figura III.7. Sitio del proyecto con respecto al AICA 184 Ichka' Ansijo.

Vinculación: El proyecto no acrecentará los principales problemas que presenta el AICA. En el polígono del proyecto se conformarán obras y actividades de presencia humana, turísticas, de segunda residencia, comercio y servicios. Respecto a la avifauna, el sitio funcionará como de paso y descanso, servicios que seguirán viables al mantenerse en el polígono del proyecto sitios de conservación con vegetación nativa.

III.3. Análisis de los instrumentos de planeación aplicables a la zona del proyecto

III.3.1 Plan Estatal de Desarrollo 2024-2030 Yucatán

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) es un instrumento con visión de desarrollo sostenible centrado en la atención de los problemas más relevantes para el estado de Yucatán. En el PED se identifican 7 directrices y vertientes como temas de intervención pública:

Directriz 4: Economía de la Prosperidad Compartida y Rescate del Campo.

4.3. Polos de bienestar

Impulsa el desarrollo económico y social mediante la creación de "polos de bienestar", que son regiones estratégicamente planificadas para ofrecer infraestructura moderna, servicios básicos y oportunidades laborales. Estos polos buscan equilibrar el desarrollo entre las áreas urbanas y rurales, reduciendo las desigualdades regionales. Incluyen proyectos de inversión pública y privada que fomenten actividades económicas diversificadas, como el

turismo, la agroindustria y el comercio local. Además, promueven la instalación de servicios educativos, de salud y culturales, generando entornos integrales que mejoren la calidad de vida de las comunidades.

Vinculación: El proyecto contribuirá al desarrollo económico y social de la zona mediante el aporte de oportunidades laborales durante cada una de sus etapas de desarrollo y operación, dado que se conformará como una inversión privada que fomentará actividades económicas diversificadas, turismo y comercio local.

4.4. Turismo sostenible, fuerza de la economía

4.4.1.2. Objetivo específico: *Incentivar la creación de productos turísticos de mayor valor agregado para incentivar la derrama económica en el Estado.*

Líneas de Acción
4.4.1.2.1. Articular acciones enfocadas en la atención de los segmentos turísticos.

Vinculación: El proyecto contribuirá al crear en la zona un producto turístico de alto valor agregado.

4.4.2.1. Objetivo específico: *Desconcentrar la actividad turística y extender sus beneficios bajo el enfoque sostenible, en las diferentes regiones del estado de Yucatán.*

Líneas de Acción
4.4.2.1.1. Gestionar acciones de mejoramiento de la infraestructura turística e imagen urbana sustentable en el Estado.

4.4.2.1.3. Coordinar con el sector privado el aprovechamiento y consolidación de la infraestructura con potencial turístico en el estado de manera sostenible.

Vinculación: El proyecto aporta a la mejora de la infraestructura turística de la región que tiene vocación turística y de vivienda de segunda residencia, a partir de un desarrollo de capital privado que se adiciona a la actual configuración de la oferta turística de calidad.

Directriz 5: Infraestructura para un Desarrollo Territorial Ordenado y Sostenible.

5.1. Desarrollo urbano y ordenamiento territorial

Esta vertiente promueve la implementación de planes de ordenamiento territorial que equilibran el crecimiento urbano con la conservación del medio ambiente. Se fomentan ciudades compactas, funcionales y sostenibles, con acceso a transporte público eficiente, espacios verdes y servicios básicos de calidad. Esta vertiente también busca prevenir la expansión descontrolada de los asentamientos humanos.

Vinculación: El proyecto, por su diseño, contará con infraestructura compacta, funcional y sostenible, en un sitio donde existe el acceso a transporte público eficiente, espacios verdes

y servicios básicos de calidad. Al tratarse de una zona urbana en expansión, este desarrollo no será de tipo descontrolado, sino planificado y con autorización municipal.

5.1.2. Objetivo estratégico: Proteger los recursos y ecosistemas naturales de los impactos ambientales del desarrollo urbano.

5.1.2.1. Objetivo específico: *Implementar medidas para la protección de los mantos freáticos, asegurando la sustentabilidad del abastecimiento de agua en las ciudades y comunidades.*

Líneas de Acción
5.1.2.1.2. Impulsar el uso de tecnologías de tratamiento de aguas residuales en nuevos desarrollos urbanos.

Vinculación: El proyecto no pretende, al menos de inicio, la extracción de agua del manto freático; sin embargo, si a futuro se requiere, se contará con el correspondiente título de concesión otorgado por la CONAGUA. El predio cuenta con acometida de agua potable a partir del servicio público municipal. Asimismo, el proyecto contará con sistemas eficientes para el tratamiento de aguas residuales.

5.1.2.2. Objetivo específico: *Reducir la reforestación y la pérdida de cobertura vegetal, promoviendo la conservación de ecosistemas estratégicos y la reforestación urbana.*

Líneas de Acción
5.1.2.2.1. Promover corredores ecológicos urbanos para mitigar la fragmentación de los ecosistemas.
5.1.2.2.2. Implementar proyectos de reforestación comunitaria en zonas urbanas y periurbanas.
5.1.2.2.3. Mejorar la regulación de los proyectos de construcción para la preservación de áreas verdes en nuevos desarrollos.
5.1.2.2.4. Incentivar el uso de techos y fachadas verdes en edificaciones urbanas.
5.1.2.2.5. Impulsar la conservación y manejo de áreas naturales en la periferia urbana.
5.1.2.2.6. Disminuir la deforestación en proyectos inmobiliarios, estableciendo compensaciones ecológicas obligatorias.

Vinculación: El proyecto reducirá la pérdida de cobertura vegetal a través del mantenimiento de las áreas de conservación con vegetación y sustrato naturales. Asimismo, se aplicará como parte del proyecto un programa de enriquecimiento vegetal o reforestación en las áreas de conservación del desarrollo.

También, se pretende la conformación de techos y/o fachadas verdes en las edificaciones que serán parte del proyecto, según lo determine el proyecto correspondiente.

5.1.2.4. Objetivo específico: *Fomentar el desarrollo de infraestructura urbana sustentable, incorporando criterios de eficiencia energética y economía circular en la planificación urbana.*

Líneas de Acción
5.1.2.4.1. Promover el uso de energías renovables en edificios públicos y desarrollos habitacionales.
5.1.2.4.4. Motivar la gestión de residuos de construcción que fomenten la reutilización y reciclaje de materiales.

Líneas de Acción
5.1.2.4.1. Promover el uso de energías renovables en edificios públicos y desarrollos habitacionales.
5.1.2.4.4. Motivar la gestión de residuos de construcción que fomenten la reutilización y reciclaje de materiales.

Vinculación: Como parte del diseño del proyecto se incorporan criterios de eficiencia energética y economía circular, mediante la inclusión de elementos ahorradores y/o de mayor eficiencia de consumo, así como la política de reciclaje y reducción de residuos que se generen. A futuro, se plantea la posibilidad de integrar la generación de energía fotovoltaica para generar al menos parte de la electricidad requerida por el proyecto.

5.4. Agua accesible y saludable

5.4.2. Objetivo estratégico: Mejorar la gestión sustentable del agua en sectores de alto consumo.

5.4.2.1. Objetivo específico: *Fomentar la eficiencia hídrica para un uso óptimo del agua y menor impacto ambiental.*

Líneas de Acción
5.4.2.1.3. Incentivar la adopción de tecnologías y prácticas que reduzcan el consumo de agua en sectores como la agricultura, la industria y el turismo.

Vinculación: Se considera en el diseño la inclusión de elementos ahorradores de agua, tales como inodoros, mingitorios, lavabos, entre otros, así como riego de áreas verdes ajardinadas con aguas residuales tratadas. Se contará en la operación con un programa de ahorro de agua.

5.5. Saneamiento de aguas

5.5.1. Objetivo estratégico: Disminuir la contaminación del acuífero y cuerpos de agua.

5.5.1.1. Objetivo específico: *Impulsar medidas de monitoreo y control que propicien el uso eficiente del agua.*

Líneas de Acción
5.5.1.1.3. Promover el uso de tecnologías avanzadas para el control de descargas.

5.5.1.2. Objetivo específico: *Optimizar el tratamiento de aguas residuales en el Estado.*

Líneas de Acción
5.5.1.2.1. Promover la construcción, modernización y operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Vinculación: Se considera en el diseño la inclusión de elementos ahorradores de agua, tales como inodoros, mingitorios, lavabos, entre otros, así como riego de áreas verdes ajardinadas con aguas residuales tratadas. Se contará en la operación con un programa de ahorro de agua.

Operarán plantas de tratamiento para aguas residuales como parte del desarrollo, las cuales se prevé cumplan con los límites máximos permisibles de contenido de contaminantes en las descargas.

5.7. Gestión de residuos sólidos

En esta vertiente se establecen estrategias para reducir, reutilizar y reciclar residuos sólidos, integrando un enfoque de economía circular. Promueve la instalación de centros de acopio, programas de educación ciudadana y alianzas con empresas para la valorización de desechos como insumos para nuevas cadenas productivas.

Vinculación: Las actividades del proyecto, así como su infraestructura, consideran el manejo y control adecuados de los residuos que se generen. Se aplicará un plan de manejo de residuos y un almacén temporal de residuos adecuado según su tipo.

5.9. Infraestructura pública

5.9.4. Objetivo estratégico: Mejorar los modelos de urbanización sostenible.

5.9.4.1. Objetivo específico: *Promover el desarrollo urbano sostenible con criterios de resiliencia climática y equidad territorial.*

Líneas de Acción
5.9.4.1.1. Incentivar proyectos habitacionales sustentables con materiales ecológicos y tecnologías de eficiencia energética.

Vinculación: Como parte del diseño del proyecto se incorporan criterios de eficiencia energética y economía circular, mediante la inclusión de elementos ahorradores y/o de mayor eficiencia de consumo, así como la política de reciclaje y reducción de residuos que se generen. A futuro, se plantea la posibilidad de integrar la generación de energía fotovoltaica para generar al menos parte de la electricidad requerida por el proyecto.

El desarrollo contará con todos los servicios públicos y privados para el desarrollo de sus actividades cotidianas. Respecto al medio ambiente, el PED busca disminuir la degradación ambiental del territorio, por lo que en el estudio se propondrán medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales en cada etapa del proyecto.

III.4. Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Progreso

Es posible extender los servicios públicos municipales hacia el polígono del proyecto, tales como el servicio de agua potable y la recolección de residuos.

El proyecto no se contrapone a las directrices de desarrollo actuales del municipio. Y se prevén acciones oficiales de esta autoridad para fomentar y favorecer el desarrollo que se conformará en el polígono del proyecto.

El proyecto cuenta con la Licencia de Uso de Suelo vigente emitida por el H. Ayuntamiento de Progreso (ver anexos técnicos), considerando que el uso de suelo pretendido es factible con base en los lineamientos de Desarrollo Urbano de la localidad (Programa Director de Usos y Destinos o equivalente) y conforme al POETY y POETCY.

En este sentido, el proyecto cuenta con el visto bueno municipal en los términos de su competencia dado que no se opone a las políticas y directrices de uso de suelo establecidas por el municipio.

III.5. Normas Oficiales Mexicanas

NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.

Vinculación: Durante la preparación del sitio y construcción se emplearán letrinas portátiles para el uso obligatorio de los trabajadores. Las aguas sanitarias generadas de esta forma serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (arrendadora de letrinas), por lo que no se realizarán afectaciones al agua subterránea. Durante la operación del proyecto se contará con Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales con sistema de cloración como tratamiento terciario.

Se obtendrá el permiso de descarga emitido por la CONAGUA. Periódicamente se realizarán los análisis de calidad de las descargas para evidenciar el cumplimiento de los límites máximos permisibles.

NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible.

NOM-045-SEMARNAT-2006. Establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas que incluyen diésel como combustible.

NOM-050-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

Vinculación: El proyecto ejecutará los programas de mantenimiento para los vehículos y maquinaria que se utilicen durante la implementación del proyecto, con la finalidad de no sobrepasar los límites máximos de contaminación al aire permitidos. Se buscará minimizar las emisiones de gases contaminantes y ruidos a la atmósfera a través de tales mantenimientos preventivos y correctivos, recibiendo cambios de aceite y filtros y engrasamiento de sus partes para evitar la fricción.

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Vinculación: Se contarán con la supervisión ambiental, así como programas de mantenimiento de vehículos y maquinaria que prevengan posibles fugas de aceites, es importante destacar que los trabajos de mantenimiento de vehículos y maquinaria se realizarán fuera del polígono del proyecto en talleres especializados. De igual modo se contará con procedimientos de manejo de residuos peligrosos que se puedan generar durante la construcción, como lo pueden ser aceite lubricante de maquinarias, filtros de aceites y sólidos impregnados con aceites. Esto con el fin de evitar y prevenir la mezcla de residuos incompatibles.

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental -especies nativas de flora y fauna silvestres de México- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. -Lista de especies en riesgo.

Vinculación: Quedarán terminantemente prohibidas las actividades, que afecten de manera directa o indirecta a las poblaciones de flora y fauna silvestres al interior del predio y sus colindancias (a excepción de las áreas solicitadas en este estudio para la implementación de infraestructura-obras). Se mantendrán áreas de conservación con especies vegetales nativas que fomenten el uso del sitio por la fauna silvestre. Durante las actividades de preparación del sitio previstas por el proyecto, en caso de encontrarse fauna esta será rescatada y reubicada a las áreas verdes. Se realizará el rescate de vegetación en las áreas de obras considerando las especies susceptibles de esto.

NOM-080-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores y su método de medición.

Vinculación: Durante la construcción los vehículos y maquinaria estarán sometidos a un mantenimiento periódico, el cual incluirá cambio de piezas en caso de que no estén en buenas condiciones, afinaciones todo esto con el propósito de evitar que se rebasen los límites máximos de contaminación acústica permitidos, los cuales son establecidos en estas normas. De igual modo el uso de estos vehículos y maquinaria únicamente se realizará en horarios diurnos, trabajando en turnos de 8 horas.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas y su forma de medición.

Vinculación: Los vehículos y maquinaria estarán sometidos a un mantenimiento periódico, el cual incluirá afinaciones y cambio de piezas en caso de que no estén en buenas condiciones, todo esto con el propósito de evitar que se rebasen los límites máximos de contaminación acústica permitidos, los cuales son establecidos en estas normas. De igual modo el uso de estos vehículos y maquinaria únicamente se realizará en horarios diurnos, permitiendo descansos durante la noche. Se aplicarán mantenimientos de cambios de aceite y filtros, así como engrasamiento de sus partes para evitar la fricción.

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

Vinculación: Se contará con mecanismos de contención de derrames y fugas de hidrocarburos como charolas de contención para la maquinaria que opere en sitio.

El mantenimiento a los vehículos y maquinarias será únicamente en taller mecánico externo, a menos de una situación de fuerza mayor provoque o requiera acciones de reparación urgente en el predio.

En el caso de los residuos líquidos como aceite e hidrocarburos, así como los impregnados con hidrocarburos como pueden ser las franelas, estopas, tierra, etc., estos serán almacenados en el almacén temporal de residuos peligrosos que cuente con contención y suelo impermeable, para posteriormente ser dispuestos según se establece en la norma, mediante personal capacitado y autorizado para su recolección, traslado y disposición final, quienes harán entrega de un manifiesto de recolección, transporte y disposición final el cual servirá de evidencia de la correcta disposición final de los residuos.

El acopio de estos residuos será conforme a su tipo, evitando la mezcla de sólidos y líquidos, así conforme a su compatibilidad. En los casos de derrames o fugas mayores, se procedería a la aplicación de un programa de restauración y/o remediación del suelo. En caso de goteos o fugas menores, se procedería al retiro total del suelo o sustrato impregnado, mismo que será manejado como residuo peligroso. Ningún equipo o maquinaria que provoque derrames de hidrocarburo se mantendrá en el área para operación.

NOM-162-SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de poblaciones de tortugas marinas en su hábitat de anidación.

Vinculación: El proyecto buscara cumplir con las siguientes especificaciones generales enlistadas en la NOM:

5.4.1 Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.

Dentro del predio del proyecto se enriquecerán las áreas de conservación con la siembra de especies nativas.

5.4.2 Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.

Como se mencionó previamente, aunque las áreas de obras y actividades se encuentran fuera de la zona de anidación y fuera de la zona de primera duna, se establece la propuesta de reforestación del matorral costero dentro del predio, en el área de conservación.

5.4.3 Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.

Durante la temporada de anidación de tortugas marinas, la cual ocurre de abril a octubre, los habitantes, administradores o usuarios de la infraestructura del proyecto se asegurarán de que no existan obstáculos que pudieran impedir o dificultar el paso de las tortugas marinas por la playa colindante al norte de su terreno.

5.4.4 Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.

5.4.5 Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:

- Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.
- Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.
- Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.

Por ningún motivo mantendrá iluminación fija hacia la playa o el mar durante época de anidación y emergencia de tortugas marinas. Las luces exteriores empleadas serán de bajo voltaje e intensidad lumínica y contarán con mamparas, difusores o conductores del flujo de luz fuera de la playa. Se acatarán las especificaciones de los incisos a, b y c, del numeral 5.4.5 de la presente NOM.

5.4.6 Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.

Durante todas las etapas del proyecto y todo momento quedará terminantemente prohibido el acceso a la playa de vehículos o remolques, por su parte, toda mascota permanecerá confinada al interior del predio o bajo vigilancia cuando este fuera de este, con la finalidad de evitar la perturbación de la anidación y/o retorno de las crías al mar.

Las actividades de construcción que involucren maquinaria serían suspendidas cuando, en su caso, la autoridad así lo notifique con la finalidad de no alterar el ciclo de vida natural de las tortugas marinas, retirando del sitio todo material, maquinaria, herramienta o cualquier elemento que pudiese resultar perjudicial. De igual manera, la remoción de la cobertura vegetal e introducción de especies exóticas no será parte del desarrollo de este proyecto y en contraparte el diseño de la vivienda favorecerá el desarrollo de esta en el polígono.

Finalmente, el proyecto plantea la revegetación del matorral de duna existente en la porción norte del terreno que se conformará como área de conservación. Esto contribuirá con la fijación de arena y probables sitios de anidación de las tortugas marinas ya que se sabe que las tortugas anidan en sitios próximos a la primera duna donde la humedad y la lejanía con las variaciones de las mareas hacen de esta zona un área segura para la ubicación de sus nidos. Cabe señalar que el área de obras y las instalaciones a desarrollar, se encuentran fuera de esta zona.

III.6. Leyes y Reglamentos

A continuación, se enlistan los instrumentos normativos aplicables al presente proyecto.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

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

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;

Vinculación: El presente proyecto se pretende desarrollar en un ecosistema costero por lo cual se presenta el actual estudio de impacto ambiental. En términos del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán y considerando que las actividades humanas y procesos naturales que se desarrollan en el área del proyecto pueden afectar el área litoral, se considera que el desarrollo inmobiliario previsto se ubica en la zona costera del estado (franja paralela al litoral de 20 km de ancho tierra adentro), se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental.

En atención a esta disposición, el promovente desarrolla esta manifestación de impacto ambiental para ser evaluado por la Instancia Federal y que se emita la resolución correspondiente en materia de impacto ambiental.

Art. 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:

I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y
fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción;
III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a
protección especial;
IV.- El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies;

Vinculación: El polígono del proyecto mantendrá áreas verdes de conservación con vegetación nativa de duna-matorral de duna costera y suelo natural permeable. Esto ayudará a conservar la biodiversidad del sitio y servirá como zona de refugio y alimentación para la fauna nativa que se registra en el predio y en las colindancias. Durante todas las etapas del proyecto estará estrictamente prohibido extraer fauna y flora del sitio del proyecto. Se implementarán las acciones de control e inspección para asegurar el cumplimiento de estos compromisos.

Art. 98. Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:

VI.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

Vinculación: El proyecto prevé la aplicación de un programa de protección y rescate de flora y de fauna, mediante los cuales se procurará alterar lo menos posible las condiciones para la subsistencia de especies de flora o fauna silvestre endémica, amenazada o en peligro de extinción. Se dejarán áreas verdes para generación de suelos. El proyecto promoverá la reforestación de áreas designadas como de conservación. Estas áreas de conservación contribuirán a fijar suelos. Por otra parte, la arena removida por las acciones de construcción podrá ser reutilizada en las áreas de reforestación y otras áreas, permaneciendo como con suelo natural y en su caso, si la autoridad así lo decide en la primera duna, que se encuentra fuera del polígono, pero en sus colindancias.

Art. 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del
país; y
II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o

móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el
bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Art. 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.

Vinculación: Las emisiones a la atmosfera serán controladas y minimizadas mediante el mantenimiento periódico al equipo y/o maquinaria que se utilice durante la implementación del proyecto. El promovente procurará evitar emisiones de partículas atmosféricas humedeciendo el material pétreo a emplear y contando con lonas para su transporte. Por otra parte, la maquinaria empleada en las obras contará con mantenimiento previo a su arribo al sitio del proyecto con la finalidad de mantener su operación con emisiones controladas. De igual modo se instalarán tapiales en el polígono para que el polvo generado no afecte a los habitantes que se encuentran en las colindancias.

Art. 120. Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local:
I. Las descargas de origen industrial;
VI. Las infiltraciones que afecten los mantos acuíferos; y
VII.- El vertimiento de residuos sólidos, materiales peligrosos y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, en cuerpos y corrientes de agua.

Art. 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.

Vinculación: La obra va a contar con sanitarios portátiles durante la construcción, cuya limpieza correrá a cargo de la empresa prestadora de servicios. Una vez que entre en operación, el proyecto contará con sanitarios fijos que estarán conectados al sistema SITAR DLD14 que cumple con la normatividad de SEMARNAT y CONAGUA; recibirán mantenimiento de manera periódica y análisis de descargas por lo menos una vez al año para verificar que este cumpla con las normas aplicables.

Art. 134. Fracc. III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.

Art. 136. Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar la contaminación del suelo.

Vinculación: El proyecto contará con contenedores con tapa y rotulados en el área del proyecto. De aquí serán trasladados al almacén temporal de los residuos sólidos urbanos (orgánicos, inorgánicos y reciclables), de manejo especial y/o peligrosos. Estos residuos

serán retirados del área del proyecto para ser dispuestos en sitios autorizados para su reutilización, reciclado o disposición final según corresponda. Los residuos de manejo especial y peligrosos no podrán estar almacenados más de 6 meses.

Art. 150. Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, la regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.

Art. 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

Vinculación: *Siendo casi inminente la generación de residuos sólidos urbanos durante las actividades constructivas que se realizarán en el proyecto, se dispondrán botes fijos señalados y con tapa para evitar una inadecuada acumulación. Aquellos residuos que sean propensos de reciclaje serán reutilizados o dispuestos de manera separada para fomentar su aprovechamiento, disminuyendo así el volumen de residuos finales. Por otro lado, los residuos de manejo especial que pudiesen ser generados serán dispuestos en sitios donde la autoridad municipal determine.*

Los residuos peligrosos serán generados en pequeñas cantidades, sin embargo, aquellos que se generen serán separados del resto de los residuos y puestos a disposición de una empresa arrendadora del servicio que esté certificada, quien se hará cargo de su recolección, traslado y disposición final.

Art. 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido... en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría...

Vinculación: *Las emisiones de ruido que sean generadas durante la construcción de la vivienda, principalmente provendrán de la maquinaria, la cual recibirá mantenimiento con la finalidad de evitar piezas flojas y estar bien engrasados, evitando el incremento propio del ruido generado por estas máquinas. Asimismo, la maquinaria trabajara en horario diurno durante la jornada laboral de 8 horas, evitando que el ruido se propague en horas posteriores a las crepusculares que puedan afectar a la fauna silvestre de las inmediaciones.*

Art. 203. Sin perjuicio de las sanciones penales o administrativas que procedan, toda persona que contamine o deteriore el ambiente o afecte los recursos naturales o la biodiversidad, será responsable y estará obligada a reparar los daños causados, de conformidad con la legislación civil aplicable. El término para demandar la responsabilidad ambiental será de cinco años contados a partir del momento en que se produzca el acto, hecho u omisión correspondiente.

Vinculación: El promovente del proyecto es consciente de la normatividad aplicable, por lo que es responsable de minimizar, prevenir o compensar los daños que pueda ocasionarse al ambiente.

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

Art. 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.

R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados al mar, así como en sus litorales o zonas federales.

Art. 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

Vinculación: *Se presentará ante la SEMARNAT la Manifestación de Impacto ambiental que comprende el proyecto para que se pueda llevar a cabo la evaluación de impacto pertinente sometiéndose a las especificaciones que la Secretaría considere.*

Art. 16. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.

Asimismo, y tomando en cuenta la diversidad de tecnologías que presentan las fuentes, podrán establecerse en la norma técnica ecológica diferentes valores al determinar los niveles máximos permisibles de emisión o inmisión, para un mismo contaminante o para una misma fuente, según se trate de:

I.- Fuentes existentes;
II.- Nuevas fuentes
III.- Fuentes localizadas en zonas críticas.
La Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, y previos los estudios correspondientes, determinará en la norma técnica ecológica respectiva, las zonas que deben considerarse críticas.

Art. 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría…

Vinculación: *Los vehículos, maquinaria y/o equipo que se emplearán durante la construcción de la casa contarán con mantenimiento preventivo, para minimizar la emisión de gases contaminantes a la atmósfera.*

Art. 58. Para los efectos del presente capítulo, las medidas correctivas o de urgente aplicación tendrán por objeto evitar que se sigan ocasionando afectaciones al ambiente, los ecosistemas o sus elementos; restablecer las condiciones de los recursos naturales que hubieren resultado afectados por obras o actividades; así como generar un efecto positivo alternativo y equivalente a los efectos adversos en el ambiente, los ecosistemas y sus elementos que se hubieren identificado en los procedimientos de inspección.

Vinculación: *En la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se establecen medidas de prevención y mitigación para todos aquellos impactos que se ocasionen o puedan ocasionarse durante la construcción y operación del proyecto. Estas medidas se encuentran sujetas a la normatividad ambiental correspondiente.*

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

Art. 13. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:
I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y
II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Vinculación*:* El proyecto considera el control de emisiones generadas a la atmósfera, mediante infraestructura y equipamiento pertinente, así como procedimientos o instructivos de operación. Todas las fuentes de emisiones contarán con sistemas de control y/o reducción de las emisiones. Se extiende este control y reducción aplicable a las emisiones de fuentes móviles de la empresa constructora y promovente.

Art. 16. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.

Asimismo, y tomando en cuenta la diversidad de tecnologías que presentan las fuentes, podrán establecerse en la norma técnica ecológica diferentes valores al determinar los niveles máximos permisibles de emisión o inmisión, para un mismo contaminante o para una misma fuente, según se trate de:

1) Fuentes existentes;
2) Nuevas fuentes; y
3) Fuentes localizadas en zonas críticas.

La Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, y previos los estudios correspondientes, determinará en la norma técnica ecológica respectiva, las zonas que deben considerarse críticas.

Art. 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría…

Vinculación: Los vehículos, maquinaria y/o equipo que se emplearán durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, contarán con mantenimiento preventivo, para minimizar la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. En este documento se proponen medidas de prevención y mitigación de impactos.

Art. 58. Para los efectos del presente capítulo, las medidas correctivas o de urgente aplicación tendrán por objeto evitar que se sigan ocasionando afectaciones al ambiente, los ecosistemas o sus elementos; restablecer las condiciones de los recursos naturales que hubieren resultado afectados por obras o actividades; así como generar un efecto positivo alternativo y equivalente a los efectos adversos en el ambiente, los ecosistemas y sus elementos que se hubieren identificado en los procedimientos de inspección.

Vinculación: En el presente estudio se establecen medidas de prevención y mitigación para todos aquellos impactos que se ocasionen o puedan ocasionarse durante la realización del proyecto. De igual modo se redactan y exponen las acciones y actividades de vigilancia ambiental, para supervisar el cumplimiento de las medidas propuestas, las cuales se encuentran sujetas a la normatividad ambiental correspondiente.

Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Art. 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos…

Vinculación*:* El manejo de residuos que se pondrá en práctica permitirá subclasificar los residuos sólidos urbanos de modo que se logre su separación primaria y secundaria.

Art. 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:
V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;
VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

Vinculación*:* El plan de manejo de residuos que se elaborará y pondrá en práctica, incluirá los residuos de manejo especial que se generen, lo que permitirá su control, manejo y disposición final adecuados.

Art. 22. Las personas que generen y manejen residuos y que requieran determinar si estos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberá remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifica como tales.

Art. 29. Los planes de manejo aplicables a productos de consumo que al desecharse se convierten en residuos peligrosos, deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

I. Los procedimientos para su acopio, almacenamiento, transporte y envío a reciclaje, tratamiento o disposición final, que se prevén utilizar…

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

Vinculación*:* Entre los residuos que probablemente se generarán se encuentran los aceites lubricantes usados, residuos de pintura de aceite y las lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio. Estos últimos en la etapa de mantenimiento de la infraestructura que se conforme en la urbanización del predio. El manejo de estos residuos será conforme al marco legal.

Art. 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Art. 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

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

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

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

Art. 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

Art. 56. …Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los

residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta a solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.

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

Vinculación: Durante la construcción se contempla el correcto manejo de los residuos en el sitio del proyecto, por lo que, todos los residuos que se generen se dividirán en orgánicos (restos de alimentos), inorgánicos (cartón, papel, PET, aluminio), residuos de manejo especial (residuos de construcción) y residuos peligrosos (aceites, pinturas y sólidos impregnados). Los residuos inorgánicos como cartón, PET y aluminio serán separados para posteriormente ser dispuestos en reciclaje.

Los residuos serán almacenados en contenedores con tapa y etiqueta por tipo de residuo (orgánicos, inorgánicos, de manejo especial y peligrosos) y serán almacenados en el almacén temporal de residuos.

Para los residuos peligrosos se designará un área específica para almacenaje temporal de manera separada de los otros residuos, cumpliendo con las condiciones básicas para las áreas de almacenamiento de acuerdo con el Artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión integral de los Residuos.

Los residuos orgánicos e inorgánicos serán puestos a disposición del servicio de recolección de basura del municipio, por su parte, los residuos de manejo especial y peligrosos serán recolectados por una empresa prestadora del servicio, que se encargará de su disposición final.

En el proyecto se utilizará maquinaria y vehículos, lo que podría ocasionar la generación de residuos peligrosos por fugas tales como combustibles, grasas, aceites y materiales impregnados con estos. Asimismo, la edificación prevista implicará el uso de pinturas con la consecuente generación de residuos de las mismas. Estos residuos serán recolectados desde el momento de su generación, resguardados en contenedores adecuados y llevados al almacén temporal existente en el área para el acopio temporal de residuos peligrosos.

No se rebasará el tiempo máximo de almacenamiento en sitio (6 meses). En cada ocasión que se realice este procedimiento, se contará con el manifiesto de entrega, transporte y disposición final.

Se verificará periódicamente que no se mezclen residuos peligrosos con no peligrosos u otros materiales. Asimismo, se procurará almacenar los residuos y sustancias según su compatibilidad, de modo que se eviten reacciones o riesgos innecesarios en su manejo.

El almacenamiento de los residuos peligrosos generados ocurrirá de modo que se evite la generación de lixiviados y la infiltración de los mismos en los suelos, el arrastre pluvial o eólico de los residuos, así como fugas o derrames por el manejo de estos residuos.

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

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

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

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

Vinculación: *Se contará con la supervisión ambiental, así como procedimientos de manejo de residuos peligrosos que se puedan generar durante la construcción, como lo pueden ser aceite lubricante de maquinarias, filtros de aceites y sólidos impregnados con aceites. Esto con el fin de evitar y prevenir la mezcla de residuos incompatibles. En caso de que se generen estos residuos serán separados del resto de los residuos y almacenados en contenedores de plástico con tapa y etiqueta, para posteriormente ser puestos a disposición de una empresa arrendadora del servicio que esté certificada, quien se hará cargo de su recolección, traslado y disposición final.*

Ley de Aguas Nacionales

Art. 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.

Corresponde a los Organismos de Cuenca expedir los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga a los que se refiere la presente Ley y sus reglamentos, salvo en aquellos casos previstos en la Fracción IX del Artículo 9 de la presente Ley, que queden reservados para la actuación directa de "la Comisión".

La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que establece esta Ley, sus reglamentos, el título y las prórrogas que al efecto se emitan.

Vinculación: El promovente contará con una pipa que será abastecida por un servicio, por lo tanto, en la etapa de preparación del sitio y construcción no habrá la necesidad de la apertura de pozos de extracción de agua en este proyecto, considerando las obras a ejecutar.

En la operación, el agua podría provenir de pozos de aprovechamiento, los cuales contarán en su caso con la concesión correspondiente; o bien, provendrá de fuentes municipales a través de la extensión de la distribución de agua potable al predio del proyecto.

Art. 29. Los concesionarios tendrán las siguientes obligaciones, en adición a las demás asentadas en el presente Título:

XIV. Realizar las medidas necesarias para prevenir la contaminación de las aguas concesionadas o asignadas y reintegrarlas en condiciones adecuadas conforme al título de descarga que ampare dichos vertidos, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas; el incumplimiento de esta disposición implicará: (1) la aplicación de sanciones, cuya severidad estará acorde con el daño ocasionado a la calidad del agua y al ambiente; (2) el pago de los derechos correspondientes a las descargas realizadas en volumen y calidad, y (3) se considerarán causales que puedan conducir a la suspensión o revocación de la concesión o asignación que corresponda;

Vinculación: El promovente es consciente de la legislación por lo que implementará las medidas pertinentes para prevenir la afectación y contaminación del agua del subsuelo. Como serán los mantenimientos de manera periódica a la maquinaria que se utilizará durante la construcción para evitar fugas de aceite, de igual modo, se contará con sanitarios portátiles a razón de uno por cada quince trabajadores y su limpieza y disposición final de las aguas residuales correrá a cargo de la empresa arrendadora del servicio. A futuro, cuando opere el proyecto, se contará con sistemas de tratamiento de aguas residuales que cumplan con la normatividad.

Si en su oportunidad, durante la operación el responsable del proyecto requiere la apertura de pozos de aprovechamiento, se realizará la gestión y obtendría en caso aplicable el título de concesión.

Art. 44. La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue "la Autoridad del Agua", en los términos dispuestos por el Título Cuarto de esta Ley.

Las personas que infiltren o descarguen aguas residuales en el suelo o subsuelo o cuerpos receptores distintos de los sistemas municipales de alcantarillados de las poblaciones, deberán obtener el permiso de descarga respectivo, en los términos de esta Ley independientemente del origen de las fuentes de abastecimiento.

Vinculación: El promovente contará con una pipa que será abastecida por un servicio particular, por lo tanto, no habrá la necesidad de la apertura de pozos de extracción de agua. En la etapa de operación, se abastecerá de agua mediante alimentación municipal o bien, mediante pozos en el predio que contarán en su caso con la concesión correspondiente.

Art. 85. Las personas físicas o morales que exploten usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas… a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir

su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Art. 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas.

Vinculación: Todos los residuos que puedan contaminar las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos considerados peligrosos, serán objeto de control y manejo adecuados, de modo que se evite poner en riesgo la calidad y disponibilidad de agua subterránea en la región.

Art. 88 BIS 1. Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado se podrán llevar a cabo con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante un aviso por escrito a "la Autoridad del Agua".

Vinculación: Estará terminantemente prohibida la disposición de residuos en el mar, asimismo los contenedores de basura contarán con tapas para evitar la dispersión de residuos que pudiesen ser arrojados al mar a causa del aire. La maquinaria recibirá mantenimientos para prevenir derrames de aceites u otros hidrocarburos y deberá contar con charolas de contención en caso de algún importuno en el sitio, bajo este supuesto el suelo que se impregne de hidrocarburos deberá ser retirado y dispuesto de manera temporal en un contenedor exclusivo para residuos peligros con tapa y etiqueta para posteriormente ser puestos a disposición de una empresa arrendadora del servicio que esté certificada, quien se hará cargo de su recolección, traslado y disposición final.

La obra no cuenta con sistema de alcantarillado, sin embargo, se espera que la generación de aguas residuales sea mínima debido a que se espera la utilización de las instalaciones de una casa y cuyo tratamiento de aguas residuales se llevará a cabo mediante la implementación de un sistema SITAR DLD14 que cumple con la normatividad de CONAGUA con capacidad para un sistema unifamiliar dichos residuos serán tratados adecuadamente. Cabe señala que, durante la etapa contractiva, se contará con sanitarios portátiles para evitar la infiltración de aguas residuales al subsuelo, la colecta, transporte y disposición final de estos residuos estará a cargo de la empresa arrendadora del servicio.

Reglamento de la Ley Aguas Nacionales

Art. 119. Fracc. 1. Cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la franja de 20 metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas…

Art. 134. Las personas físicas o morales que exploten usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas… a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de

permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Art. 135. Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán:
I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento;
II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente;
III. Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales;
IV. Instalar y mantener en buen estado, los dispositivos de aforo y los accesos para muestreo que permitan verificar los volúmenes de descarga y las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga;
V. Informar a "La Comisión" de cualquier cambio en sus procesos, cuando con ello se ocasionen modificaciones en las características o en los volúmenes de las aguas residuales que hubieran servido para expedir el permiso de descarga correspondiente;
VI. Hacer del conocimiento de "La Comisión", los contaminantes presentes en las aguas residuales que generen por causa del proceso industrial o del servicio que vienen operando, y que no estuvieran considerados originalmente en las condiciones particulares de descarga que se les hubieran fijado;
VII. Operar y mantener por sí o por terceros las obras e instalaciones necesarias para el manejo y, en su caso, el tratamiento de las aguas residuales, así como para asegurar el control de la calidad de dichas aguas antes de su descarga a cuerpos receptores;
VIII. Sujetarse a la vigilancia y fiscalización que para el control y prevención de la calidad del agua establezca "La Comisión", de conformidad con lo dispuesto en la "Ley" y el "Reglamento";
IX. Llevar un monitoreo de la calidad de las aguas residuales que descarguen o infiltren en los términos de ley y demás disposiciones reglamentarias;
X. Conservar al menos durante tres años el registro de la información sobre el monitoreo que realicen, en los términos de las disposiciones jurídicas, normas, condiciones y especificaciones técnicas aplicables, y
XI. Las demás que señalen las leyes y disposiciones reglamentarias.

Art. 137. Es responsabilidad de los usuarios del agua y de todos los concesionarios a que se refiere el Capítulo II, del Título Sexto de la "Ley", incluidas las unidades y los distritos de riego, cumplir con las normas oficiales mexicanas y en su caso con las demás condiciones particulares de descarga, para la prevención y control de la contaminación extendida o dispersa que resulte del manejo y aplicación de substancias que puedan contaminar la calidad de las aguas nacionales y los cuerpos receptores…

Art. 151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores…, basura, materiales, … y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos…

Vinculación: El promovente es consciente de la legislación por lo que implementará las medidas pertinentes para prevenir la afectación y contaminación del agua del subsuelo.

Como serán los mantenimientos de manera periódica a la maquinaria que se utilizará durante la construcción para evitar fugas de aceite, de igual modo, se contará con sanitarios portátiles a razón de uno por cada quince trabajadores y su limpieza y disposición final de las aguas residuales correrá a cargo de la empresa arrendadora del servicio.

El proyecto no considera en primera instancia la apertura de pozos abastecimiento o para riego de áreas verdes.

Estará estrictamente prohibido depositar basura o aguas residuales fuera de los sitios y dispositivos designados para ello, para evitar contaminación por disolución o arrastre. Se contará con contenedores separados para la disposición de residuos sólidos urbanos y peligrosos que se generen, y sitios para disposición de los residuos de manejo especial.

Todos los contenedores contarán con tapa, estarán cercanos a las áreas de trabajo y serán retirados y llevados al almacén temporal de residuos para evitar su dispersión. Se llevarán a cabo medidas preventivas como son los mantenimientos a la maquinaria para que no presenten fugas de aceites o hidrocarburos, de igual modo se vigilará que la maquinaria y herramientas utilizadas en la extracción no contengan residuos de hidrocarburos o aceites, así como manejar de manera adecuada los residuos peligrosos (aceites e hidrocarburos) que pudieran generarse.

El promovente contará con una pipa que será abastecida por un servicio particular, por lo tanto, no habrá la necesidad de la apertura de pozos de extracción de agua durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Durante la operación se podrán habilitar pozos de aprovechamiento, por lo que en su caso se contará con la concesión correspondiente. A futuro se espera contar con el agua potable de la red municipal en la zona.

Se implementarán las medidas pertinentes para prevenir la afectación y contaminación del agua del subsuelo. Como serán los mantenimientos de manera periódica a la maquinaria que se utilizará durante la construcción para evitar fugas de aceite, de igual modo, las viviendas/departamentos durante la etapa habitable del proyecto, se prevé contarán con un sistema que cumpla con la normatividad para tratar sus aguas residuales.

El polígono del proyecto no afectará la zona federal marítimo terrestre. Como se mencionó con anterioridad se mantendrá un manejo adecuado de los residuos sólidos y de aguas residuales en todas las etapas del proyecto, mediante la utilización de contenedores que en todo momento contarán con tapa para evitar la dispersión de residuos y el uso de un sistema SITAR DLD14 que cumple con la normatividad de CONAGUA con capacidad para un sistema unifamiliar dichos residuos serán tratados adecuadamente.

Ley General de Vida Silvestre

Art. 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación…

Art. 18. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la fauna silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat…

Art. 27 Bis. No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras.

Vinculación: No se realizarán acciones de liberación o introducción de especies exóticas en el polígono del proyecto ni en zonas aledañas. No se podrán usar especies de flora exótica en las áreas verdes del proyecto.

Art. 30. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre…

Art. 63. La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de utilidad pública….

Art. 73. Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, de conformidad con lo establecido en el reglamento, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios.

Vinculación: Durante ninguna fase de operación se utilizarán cercos o mallas perimetrales totalmente impermeables que limiten el flujo de la fauna hacia dentro o fuera del predio. Se prevé la delimitación del polígono, pero con secciones que permitan el paso de fauna sin demérito de la seguridad del desarrollo y sus usuarios.

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, así como en las aplicables de la operación, la fauna silvestre presente en el área de afectación será sujeta de medidas de protección, entre las que se encuentra el rescate de individuos susceptibles de ser afectados por las actividades de remoción vegetal y despalme con maquinaria pesada, principalmente.

Dado que se mantendrá con su actual cobertura vegetal y de suelo la superficie de conservación establecida como permanente para el polígono, se favorecerá la permanencia general de los hábitats en el predio.

Art. 106: Señala la obligación de toda persona de reparar los daños a la vida silvestre o su hábitat de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Vinculación: El proyecto mantendrá superficie de áreas verdes de conservación, las cuales contarán con especies vegetales nativas y suelo natural, que ayudarán a mantener la diversidad de la región, servirán como sitio de percha, alimentación y paso de fauna silvestre, de igual modo el suelo natural contribuirá al filtrado natural del agua pluvial.

El diseño del proyecto contempla la implementación de infraestructura y acciones de prevención y mitigación que reduzcan la perturbación de la fauna durante el desarrollo de las actividades, como mantener el libre flujo de la fauna por el predio al no implementar bardas limítrofes totalmente impermeables y al conservar parte del predio con vegetación nativa y suelo natural, manteniendo así su función de sitio de paso, alimentación y descanso de fauna.

Antes de iniciar labores de construcción se realizarán actividades de ahuyentado, rescate y reubicación de fauna para que esta no se vea afectada, de igual modo estará estrictamente prohibido matar o extraer individuos de flora y fauna del sitio.

Antes de iniciar labores de construcción se realizarán actividades de ahuyentado, rescate y reubicación de fauna para que esta no se vea afectada, de igual modo estará estrictamente prohibido matar o extraer individuos de flora y fauna del sitio.

Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido

Art. 29. Para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tractocamiones y similares, se establecen los siguientes niveles permisibles expresados en dB (A).

PESO BRUTO VEHICULAR	HASTA 3000 KG	DE MAS DE 3000KG, HASTA 10000KG	MAS DE 10000KG
NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE dB (A)	79	81	84

*Los valores anteriores serán medidos a 15 m de distancia de la fuente por el método dinámico de conformidad con la norma correspondiente.

Vinculación: La maquinaria y vehículos que se utilizarán durante las etapas de preparación del sitio y operación del proyecto, se les dará mantenimiento mayor/afinación de acuerdo con el plan de mantenimiento que incluya también el ajuste y/o reparación de piezas defectuosas que pudieran provocar ruido extraordinario.

Se contempla que una vez realizado el mantenimiento de los vehículos y maquinaria pesada no se sobrepasarán los límites máximos permisibles de ruido que se establecen en las Normas Oficiales Mexicanas, en caso de que no suceda esto, se realizarán las adecuaciones necesarias para reducir las emisiones de ruido. De igual modo habrá un horario establecido para la operación de estos, de tal modo que no se rebasen el límite permitido en la emisión de ruido.

Siempre se trabajará en horario diurno, permitiendo los descansos en la noche. A su vez, los trabajadores que ocupen la maquinaria contarán con tapones auditivos para su protección.

Durante la operación el proyecto no requerirá de maquinaria fija que genere emisiones de ruido importante dado que no se trata de industria, únicamente se generará ruido por actividades propias de los departamentos, comercios, áreas comunes, alberca, entre otros; por lo tanto, no sobrepasarán los límites permisibles.

En caso de habilitarse maquinaria generadora de ruido durante la operación, ésta se mantendrá aislada y amortiguada en instalaciones adecuadas tales como casetas, cabinas u otras.

Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

Art. 31. El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades que no sean de competencia federal, será evaluado por la secretaría y sujeto a la autorización de ésta… El procedimiento de evaluación de impacto ambiental se inicia con la presentación del informe preventivo y/o manifestación de impacto ambiental y/o estudio de riesgo, así como los documentos que se soliciten, dependiendo de la obra o actividad que se pretende realizar.

Vinculación: Se presenta ante la SEMARNAT la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente al proyecto. En este documento se determinan los impactos potenciales al ambiente y se establecen sus respectivas medidas de prevención y mitigación.

Art. 78. Los propietarios o poseedores de vehículos automotores que circulen en el territorio de la entidad tendrán la obligación de someter a verificación sus vehículos con el propósito de controlar las emisiones contaminantes, con la periodicidad y con las condiciones que el Ejecutivo del Estado establezca.

Art. 85. Quedan prohibidas las emisiones de ruidos, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores, en cuanto rebasen los límites máximos contenidos en las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales aplicables. El Ejecutivo del Estado y los Ayuntamientos, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.

Art. 95. Las emisiones contaminantes a la atmósfera tales como, humo, polvos, gases, vapores, olores, ruido, vibraciones y energía lumínica, no deberán rebasar los límites máximos permisibles contenidos en las normas oficiales vigentes, en las normas técnicas ambientales que se expidan y en las demás disposiciones locales aplicables en el Estado de Yucatán.

Vinculación: Las emisiones de ruido serán más frecuentes en la etapa de construcción. Sin embargo, considerando que la intensidad sea baja y de manera intermitente, los niveles emitidos no rebasarán los límites máximos permisibles. De igual modo, las maquinas utilizadas estarán en buenas condiciones y recibirán mantenimientos de manera periódica para prevenir ruidos excesivos y únicamente se realizarán trabajos de construcción y se utilizará maquinaria en horarios diurnos y por jornadas de máximo 8 horas.

Art. 102. No se permitirá la circulación de vehículos automotores que emitan gases, humos, o polvos, cuyos niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera, rebasen los máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas y en las normas técnicas ambientales vigentes en el Estado.

Vinculación: Todos los vehículos y maquinaria que estén en funcionamiento durante la construcción del proyecto deberán estar sometidos a un programa de mantenimiento periódico para minimizar las emisiones de gases contaminantes y ruidos a la atmósfera.

Art. 107. Queda prohibida la quema a cielo abierto de cualquier tipo de residuos…

Vinculación: Estará estrictamente prohibido realizar la quema de residuos, así como la eliminación de residuos vegetales mediante quema o el empleo de productos químicos.

Art. 111. La generación de aguas residuales en cualquier actividad susceptible de producir contaminación conlleva la responsabilidad de su sistema previo a su uso, reusó o descarga, de manera que la calidad del agua cumpla con la normatividad aplicable.

Vinculación: La obra va a contar con sanitarios portátiles durante la construcción, cuya limpieza correrá a cargo de la empresa prestadora de servicios, una vez entra en operación el proyecto contara con sanitarios fijos que estarán conectados al sistema de SITAR DLD14 que cumple con la normatividad de CONAGUA, dichos residuos serán tratados adecuadamente. El sistema recibirá mantenimiento de manera periódica y análisis de descargas por lo menos una vez al año para verificar que este cumpla con las normas aplicables.

Art. 113. Para la prevención y control de la contaminación del suelo se deben observar cuando menos los siguientes criterios

II. Minimizar la generación de residuos e incorporar tecnologías que eviten los daños ambientales y procedimientos para su reúso y reciclaje.

Vinculación: Durante la construcción del proyecto la maquinaria empleada deberá de evidenciar haber recibido mantenimiento dentro de un periodo de 6 meses con la finalidad de evitar fugas de aceites e hidrocarburos. De igual modo, durante la implementación del proyecto y la operación de este se aplicará un manejo integral de los residuos sólidos y líquidos evitando en todos los casos la disposición de estos directo al suelo natural y que no lleguen al mar, mediante la implementación de contenedores de plástico con tapa y etiquetas por tipo de residuo, así como un área para el almacenamiento de dichos contenedores y se buscará minimizar la generación de residuos domésticos mediante su separación y promoción de su reciclado. Asimismo, se evitará la quema de residuos.

Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

Art. 19. Los conjuntos habitacionales y desarrollos inmobiliarios con vivienda multifamiliar horizontal o vertical deberán contar con áreas verdes con cubierta vegetal arbolada para uso común de sus habitantes, en un porcentaje proporcional a lo estipulado para desarrollos habitacionales unifamiliares. Asimismo, deberán arborizar estas áreas con la vegetación nativa propuesta en la Ley de Conservación y Desarrollo del Arbolado Urbano del Estado de Yucatán.

Vinculación: El proyecto aplicará acciones de forestación o enriquecimiento vegetal de las áreas verdes de conservación que se conformen como parte de su desarrollo, utilizando especies de vegetación nativa. Se tomará en consideración la propuesta de la Ley de Conservación y Desarrollo del Arbolado Urbano del Estado de Yucatán.

Art. 134. Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permisibles, por tipo de contaminante o por fuentes de contaminación que establezcan en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Art. 152. Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, emitidas por el escape de vehículos automotores que circulen en el estado y que utilicen gasolina, diésel biogás o gas licuado de petróleo como combustible no deberán exceder los niveles permitidos de emisiones establecidos en las Normas Oficiales vigentes.

Vinculación: Todos los vehículos y maquinaria que estén en funcionamiento durante la construcción del proyecto estarán sometidos a un programa de mantenimiento periódico para minimizar las emisiones de gases contaminantes y ruidos a la atmósfera. Se espera que la intensidad sea baja y de manera intermitente, por lo que, los niveles emitidos no rebasarán los límites máximos permisibles.

Art. 153. Para los 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 asegura que las emisiones de éstos no rebasen los niveles máximos permitidos.

Vinculación: Todos los vehículos y maquinaria que estén en funcionamiento para el proyecto estarán sometidos a un programa de mantenimiento periódico para minimizar las emisiones de gases contaminantes y ruidos a la atmósfera. Se espera que la intensidad sea baja y de manera intermitente, por lo que, los niveles emitidos no rebasarán los límites máximos permisibles.

Art. 195. 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.

Vinculación: *La obra va a contar con sanitarios portátiles durante la construcción, cuya limpieza correrá a cargo de la empresa prestadora de servicios; una vez entre en operación el proyecto contará con sanitarios fijos que estarán conectados al sistema SITAR DLD14 que cumple con la normatividad de CONAGUA; dichos residuos serán tratados adecuadamente. El sistema, recibirán mantenimiento de manera periódica y análisis de descargas por lo menos una vez al año para verificar que este cumpla con las normas aplicables.*

Art. 209. 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.

Art. 210. Las áreas verdes serán establecidas por la Secretaría y se fijarán de acuerdo con la proporción de la zona afectada o por afectar, por el desarrollo de obras o actividades, y deberá 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.

Art. 211. El establecimiento de las áreas verdes es independiente y adicional a otras superficies establecidas en los diversos ordenamientos de desarrollo urbano. En el riego de

áreas verdes, se utilizará únicamente agua pluvial capturada o aguas grises o negras tratadas para su reciclaje que cumplan con la NOM-003- SEMARNAT-1997.

Vinculación: El proyecto mantendrá superficies con áreas verdes de conservación, las cuales contarán con especies vegetales nativas y suelo natural, que mantendrán la diversidad de la región, servirán como sitio de percha, alimentación y paso de fauna silvestre, de igual modo el suelo natural contribuirá al filtrado natural del agua pluvial.

Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán

Art. 26. Los residuos sólidos y de manejo especial que sean generados en el Estado, deberán ser gestionados conforme a lo dispuesto en esta Ley, su reglamento y demás disposiciones que resulten aplicables.

Art. 27. Son obligaciones de los Generadores de residuos sólidos y de manejo especial:

I.- Separar y almacenar los residuos de acuerdo con la normatividad aplicable;
II.- Adoptar la cultura de la reutilización, reducción y reciclaje de los residuos;
III.- Aplicar las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas para el manejo integral de los residuos sólidos y de manejo especial;
IV.- Denunciar ante las autoridades competentes las infracciones contra la normatividad en materia residuos;
V.- Observar los planes y programas de manejo que se establezcan, y
VI.- Las demás que establezcan las normas oficiales mexicanas y las normas técnicas ambientales aplicables.

Art. 31. Se prohíbe:

I.- Desechar residuos de cualquier especie en sitios no autorizados;
II.- Arrojar en recipientes de uso público o privado, animales muertos o parte de ellos o residuos que contengan sustancias tóxicas o peligrosas para la salud pública o aquellos que despidan olores desagradables;
III.- Quemar a cielo abierto cualquier tipo de residuos;
IV.- Establecer depósitos de residuos sólidos o de manejo especial, en lugares no autorizados o aprobados por las autoridades competentes;
V.- Extraer y clasificar cualquier residuo sólido o de manejo especial de cualquier sitio de disposición final, así como realizar labores de pepena fuera y dentro de dichos sitios; cuando estas actividades no hayan sido autorizadas;
VI.- Fomentar la creación, depósito o confinamiento de residuos en basureros no autorizados;
VII.- Diluir o mezclar residuos sólidos o de manejo especial con líquidos, para su vertimiento al sistema de alcantarillado, cuerpos de agua o sobre suelos con o sin cubierta vegetal;
VIII.- Mezclar residuos sólidos y de manejo especial con residuos peligrosos, contraviniendo lo señalado en la Ley General, esta Ley, los planes y programas de manejo que se expidan;
IX.- Confinar o realizar el depósito final de residuos en estado líquido o con contenidos líquidos o de materia orgánica, que excedan los máximos permitidos por las normas oficiales mexicanas;
X.- Realizar todo acto u omisión que contribuya a la contaminación de las vías públicas y

áreas comunes, o que interfiera con la prestación del servicio de limpia, y
XI.- Recibir los residuos de otros Estados para disponer de ellos.

Vinculación: Se contempla el correcto manejo de los residuos en el sitio del proyecto, por lo que, todos los residuos que se generen se dividirán en orgánicos (restos de alimentos), inorgánicos (cartón, papel, PET, aluminio), residuos de manejo especial (residuos de construcción) y residuos peligrosos (aceites y sólidos impregnados con aceite, entre otros). Los residuos inorgánicos como cartón, PET y aluminio serán separados para posteriormente ser dispuestos como reciclaje.

Los residuos serán almacenados en contenedores de plástico con tapa y etiqueta por tipo de residuo (orgánicos, inorgánicos, de manejo especial y peligrosos) y serán almacenados en el almacén temporal de residuos. Para los residuos peligrosos que se generen se designará un área específica para almacenaje temporal de manera separada de los otros residuos, cumpliendo con las condiciones básicas para las áreas de almacenamiento de acuerdo con el Artículo 82 del reglamento de la presente Ley.

Los residuos orgánicos e inorgánicos serán puestos a disposición del servicio de recolección del municipio, por su parte, los residuos de manejo especial y peligrosos serán recolectados por una empresa especializada y autorizada para el servicio, que se encargará de su disposición final.

Los residuos que tengan potencial para el reciclaje-valorización (PET, Cartón, Aluminio) podrán ser colectados y enviados en centros de reciclaje; el resto serán transportados y dispuestos en el sitio de disposición final autorizado por el Ayuntamiento. Por ningún motivo se permitirá o realizará la quema de residuos. Los contenedores empleados en la obra y las instalaciones contarán con tapa y rótulo para evitar su dispersión sobre el suelo natural y/o el mar.

Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán

Art. 42. Las personas físicas y morales generadoras de residuos deberán clasificar los mismos de acuerdo con los planes y programas que emitan las autoridades municipales, estatales y federales.

Art. 100. Toda persona que genere y maneje residuos, tendrá la responsabilidad de evitar la contaminación de los sitios que conlleve un riesgo a la salud humana y al equilibrio ecológico del medio ambiente.

Vinculación: Durante la construcción se contempla el correcto manejo de los residuos en el sitio del proyecto, por lo que, todos los residuos que se generen se dividirán en orgánicos (restos de alimentos), inorgánicos (cartón, papel, PET, aluminio), residuos de manejo especial (residuos de construcción) y residuos peligrosos (aceites y sólidos impregnados con aceite; residuos de pintura). Los residuos inorgánicos como cartón, PET y aluminio serán separados para posteriormente ser vendidos como reciclaje, para beneficio del personal.

Los residuos serán almacenados en contenedores de plástico con tapa y etiqueta por tipo de residuo (orgánicos, inorgánicos, de manejo especial y peligrosos) y serán almacenados en el almacén temporal de residuos. Para los residuos peligrosos se designará un área específica para almacenaje temporal de manera separada de los otros residuos, cumpliendo con las condiciones básicas para las áreas de almacenamiento de acuerdo con el Artículo 82 del reglamento de la presente Ley.

Los residuos orgánicos e inorgánicos serán puestos a disposición del servicio de recolección de basura del municipio, por su parte, los residuos de manejo especial y peligrosos serán recolectados por una empresa especializada prestadora del servicio, que se encargará de su disposición final.

El proyecto prevé la elaboración de un programa o plan de manejo de residuos de manejo, incluyendo los residuos especiales, mismo que, en su caso, será sometido a dictamen de la autoridad estatal competente.

Se prevé la supervisión ambiental del proyecto durante todas sus etapas, de modo que se asegure el cumplimiento de las obligaciones ambientales en la materia, así como los términos y condicionantes de la resolución de impacto ambiental que derive del presente procedimiento.

Por ningún motivo se permitirá o realizará la quema de residuos. Los contenedores empleados en la obra y las instalaciones contaran con tapa para evitar su dispersión sobre el suelo natural y/o al mar o ambiente acuático alguno.

Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo

Art. 26. En los centros de trabajo se deberá contar con medidas de prevención y protección, así como con sistemas y equipos para el combate de incendios, en función al tipo y grado de riesgo que entrañe la naturaleza de la actividad de acuerdo con las Normas respectivas.

Vinculación: Los empleados contarán con equipo de protección personal (EPP) como botas, casco, chaleco preventivo, guantes de carnaza, lentes, tapones auditivos, etc., según su actividad específica y se dispondrá de extintores puestos en lugares estratégicos cercano a áreas de mayor riesgo de incendios.

Art. 65. Los envases, embalajes, recipientes y contenedores utilizados para el transporte de materiales en general, materiales o sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, deberán ser los requeridos o adecuados para el tipo de material que contengan y contar con dispositivos de seguridad para evitar riesgos, así como estar señalizados de acuerdo con la Norma correspondiente.

Art. 73. En los centros de trabajo donde existan áreas en las que se encuentren sustancias inflamables, combustibles o explosivas, se deberán colocar señales y avisos en lugares visibles, que indiquen la prohibición de fumar, introducir fósforos, dispositivos de llamas abiertas, objetos incandescentes y cualquier sustancia susceptible de causar incendio o explosión, de acuerdo con las Normas respectivas.

Vinculación: En caso de la utilización y manejo de sustancias químicas peligrosas, inflamables o combustibles todos los recipientes utilizados cumplirán con las especificaciones y normatividades para el tipo de material o residuos, de igual modo se señalizarán por tipo de sustancia con todas las sugerencias, avisos y prohibiciones pertinentes.

Art. 101. En los centros de trabajo donde existan agentes en el medio ambiente laboral que puedan alterar la salud y poner en riesgo la vida de los trabajadores y que por razones técnicas no sea posible aplicar las medidas de prevención y control, el patrón deberá dotar a éstos con el equipo de protección personal adecuado, conforme a la Norma respectiva.

Vinculación: Los trabajadores contarán con el EPP requeridos para su seguridad.

Art. 107. El patrón deberá establecer un programa para el orden y la limpieza de los locales de los centros de trabajo, la maquinaria y las instalaciones, de acuerdo a las necesidades de la actividad que se desempeñe y a lo que disponga la Norma correspondiente.

Art. 108. Los servicios sanitarios destinados a los trabajadores deberán conservarse permanentemente en condiciones de uso e higiénicas.

Vinculación: Se dispondrá de un programa de limpieza creado por la empresa promovente para mantener la maquinaria y equipos en buen estado. Por otro lado, durante los trabajos del proyecto se contará con un sanitario portátil por cada 15 trabajadores y estará ubicado en un lugar estratégico dentro del área de trabajo.

Art. 109. La basura y los desperdicios que se generen en los centros de trabajo deberán identificarse, clasificarse, manejarse y en su caso, controlarse, de manera que no afecten la salud de los trabajadores y al centro de trabajo.

Vinculación: Durante la construcción se contempla el correcto manejo de los residuos en el sitio del proyecto, por lo que, todos los residuos que se generen se dividirán en orgánicos (restos de alimentos), inorgánicos (cartón, papel, PET, aluminio), residuos de manejo especial (residuos de construcción) y residuos peligrosos (aceites y sólidos impregnados con aceite, principalmente). Los residuos inorgánicos como cartón, PET y aluminio serán separados para posteriormente ser dispuestos como reciclaje.

Los residuos serán almacenados en contenedores de plástico con tapa y etiqueta por tipo de residuo (orgánicos, inorgánicos, de manejo especial y peligrosos) y serán almacenados en el almacén temporal de residuos. Para los residuos peligrosos se designará un área específica para almacenaje temporal de manera separada de los otros residuos, cumpliendo con las condiciones básicas para las áreas de almacenamiento de acuerdo con el Artículo 82 del reglamento de la presente Ley.

Los residuos orgánicos e inorgánicos serán puestos a disposición del servicio de recolección de basura del municipio, por su parte, los residuos de manejo especial y peligrosos serán recolectados por una empresa certificada arrendadora del servicio, que se encargará de su disposición final.

Art. 135. El patrón deberá capacitar a los trabajadores informándoles sobre los riesgos de trabajo inherentes a sus labores y las medidas preventivas para evitarlos.

Vinculación: Los empleados serán sujetos a capacitaciones sobre seguridad e higiene laboral, a fin de minimizar los riesgos generados durante la construcción de obras.

Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán

Art. 2. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:
V. Desarrollo Inmobiliario: el bien inmueble que por sus características físicas o el régimen de propiedad se constituye como Fraccionamiento, División de Lotes o condominio

Art. 4. Los desarrollos inmobiliarios deberán considerar en su proyecto, lo siguiente:
I. Las condiciones de accesibilidad para el libre y fácil tránsito de las personas con discapacidad;
II. La Infraestructura Urbana, y
III. El mantenimiento, preservación y cuidado bajo criterios de un Desarrollo sustentable.

Art. 8. Los desarrollos inmobiliarios se clasifican en:
I. Condominios;
II. División de Lotes, y
III. Fraccionamiento.

Art. 25. La solicitud de Urbanización de los desarrollos inmobiliarios será presentada ante la autoridad municipal competente conforme el procedimiento que establece esta Ley, los programas de desarrollo urbano, los reglamentos municipales, y a falta de éstos últimos, el Reglamento de esta Ley y demás disposiciones legales aplicables.

Vinculación: El proyecto considera en su diseño áreas para infraestructura y equipamiento urbano, así como áreas verdes de conservación (ver plano de proyecto en los anexos técnicos).

Conforme a esta ley, las áreas de conservación representarán más del 10% del total del predio.

El proyecto de urbanización del desarrollo se presentará ante la autoridad municipal competente para los fines aplicables.

Reglamento de la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán

Art. 28. Los desarrollos inmobiliarios se integrarán a la estructura vial existente, en cuanto a la sección de las vialidades y las banquetas, según lo determine la Dirección.

Art. 110. Las Áreas de Destino para Equipamiento Urbano, Infraestructura Urbana y Áreas verdes, deberán ubicarse dentro del Desarrollo Inmobiliario, considerando la jerarquía urbana y el rango de servicio que éstos prestarán a los habitantes, ya sea de escala vecinal, de barrio, de colonia, de distrito urbano y ciudad; igualmente deberán ubicarse en las

vialidades que corresponda según su jerarquía. No deberán concentrarse en un solo lote a menos que por las dimensiones del Desarrollo Inmobiliario se requiera. Se aceptarán como Área de Equipamiento Urbano, aquellas que tengan las dimensiones mínimas para la construcción de estos, conforme a lo establecido en el presente Reglamento en su anexo técnico y demás normativa que emitan las autoridades municipales, estatales y federales en la materia.

Art. 119. El Desarrollador Inmobiliario tendrá la obligación de mantener los árboles en las Áreas verdes, banquetas y camellones como lo establece el artículo 118 de este Reglamento, así como otros elementos naturales que por sus características signifiquen un beneficio ecológico. Los árboles para reforestar deberán de ser nativos de la región o exóticos recomendados en este Reglamento. En caso de remoción de algunos árboles, previo permiso específico del Área de ecología municipal o de la autoridad municipal encargada de este servicio, el propietario deberá plantar otros árboles, que reúnan las características indicadas por la autoridad mencionada, en proporción de 2 a 1 en el lugar que indique la misma autoridad.

Art. 124. Las áreas verdes, banquetas y camellones deberán ser entregados al Ayuntamiento con las plantas y árboles de la región, así como con la toma de riego correspondiente, independiente del sistema de agua potable.

Los camellones deberán entregarse con árboles, recomendados en el artículo 127 de este Reglamento, plantados a ocho metros de distancia cada uno, asimismo deberán acondicionarse con campos de infiltración de aguas pluviales.

Art. 127. Los árboles de la región recomendados para sembrar en banquetas y camellones son los siguientes:

I. Árboles de gran porte: son aquellos que pueden alcanzar alturas superiores a los 20 metros y más de 30 centímetros de diámetro en el tronco a la altura del pecho, se recomienda se trasplanten en Áreas alejadas de cables de electricidad, en banquetas de 2 metros o más y con pocetas de 1metro de profundidad;

II. Árboles de porte regular y pequeños: son aquellos que generalmente crecen menos de 15 metros y desarrollan diámetros a la altura del pecho menores a 30 centímetros deben de contar con pocetas de 1 metro o menos de profundidad;

III. Árboles exóticos: aunque no son nativos de la región se ha comprobado que no son perjudiciales, y

IV. Palmeras: en razón de su facilidad para el crecimiento, la sombra que llegan a proporcionar y su belleza escénica.

Art. 140. Será obligación de los adquirientes de lotes o viviendas de un Desarrollo Inmobiliario, el respetar los usos de suelo de acuerdo con el programa de Desarrollo urbano vigente del municipio al que pertenezcan y en caso de no existir, a los usos autorizados por autoridades encargadas del Desarrollo urbano en el municipio.

Art. 146. En los Desarrollos Inmobiliarios el alumbrado público deberá de utilizar lámparas ahorradoras de energía eléctrica que cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas.

Art. 147. El drenaje pluvial en los Desarrollos Inmobiliarios donde existan avenidas serán a base de campos de infiltración en los camellones y en los otros tipos de vialidades será a base de pozos colectores y rejillas, la profundidad de los pozos no deberá de exceder los 3 metros de profundidad.

Vinculación: El proyecto contempla áreas verdes de conservación como parte del polígono del proyecto. El diseño del proyecto integrará o comunicará las vialidades internas a la estructura vial existente (acceso) conformado por la carretera-calle adyacente (ver plano en anexos técnicos).

En las áreas verdes de conservación, en lo posible, los árboles presentes se mantendrán. En las áreas de banquetas que se conformarán y en general en todas las áreas susceptibles de reforestar, se ocuparán solo especies vegetales nativas de la región y/o de importancia biológica regional. Las banquetas no se contabilizan entre las áreas verdes.

Las áreas verdes y banquetas del desarrollo contarán con plantas y árboles de la región y del ecosistema. Respecto de la distancia entre plantas en las acciones de forestación, se atenderán en el diseño final y siembra de las áreas verdes y banquetas.

Se obtendrán las autorizaciones, licencias o permisos correspondientes que requiere el proyecto por parte del municipio en su ámbito de competencia, conforme a los lineamientos o instrumentos normativos de la localidad.

Se prevé que para el alumbrado público se utilicen lámparas ahorradoras de energía eléctrica. Asimismo, el drenaje pluvial en vialidad será a base de pozos colectores y rejillas con profundidad de pozo conforme al reglamento aplicable.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTOS DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1. Determinación del área de influencia

El Sistema Ambiental del proyecto, puede definirse como un espacio geográfico descrito e integrado estructural y funcionalmente, por el área del proyecto y su zona de influencia.

La *zona de influencia directa* (*ZID*) es aquella superficie en la que un proyecto genera impactos ambientales directos (p.ej. áreas de desplante y construcción, áreas con potencial riesgo de contaminación y contingencias ambientales, entre otras).

La *zona de influencia indirecta* (*ZII*) corresponde a la superficie que no es transformada por desplante o afectación directa del proyecto, pero que es el resultado de los efectos indirectos del mismo hacia áreas y/o proyectos vecinos y viceversa (conversión acumulativa de vegetación y ecosistemas con varios proyectos, alteración a la integridad funcional y capacidades de carga de ecosistemas por efecto de varios proyectos, entre otros).

Finalmente, la suma de la *ZID y la ZII*, conforman el Sistema Ambiental (*SA*).

Para determinar los límites del sistema ambiental del proyecto se tomaron en consideración los siguientes factores:

1. Ubicación y límites del polígono del proyecto.
2. Distribución de obras y actividades para determinación del alcance de los impactos que pudiesen ocurrir dentro y/o fuera de los límites del proyecto.
3. Criterios normativos: se analizaron los diferentes instrumentos jurídicos referentes ordenamientos territoriales aplicables a la zona, tales como los programas de ordenamiento ecológico aplicables en el Estado de Yucatán.
4. Componentes abióticos del sistema: se analizó la geomorfología, edafología, hidrología, meteorología, paisaje y usos de suelo para identificar unidades naturales distintivitas en la zona donde se ubica el proyecto.
5. Resultados de la caracterización ambiental: con base en los tipos de vegetación, climas, precipitación y edafología.
6. Se analizaron los resultados de la caracterización y la determinación de la calidad ambiental.
7. Análisis de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro de la región.

Con base en lo anterior se concluyó lo siguiente:

Las características de la infraestructura a desarrollar y sus actividades, se restringen su zona de influencia directa o a la superficie de desplante de las obras, mientras que, entre los impactos más extensos esperados, se consideran: la generación de emisiones atmosféricas (CO_2, partículas de polvo, ruido), señalando que estos serán de manera intermitente durante las horas laborales y durante las etapas de preparación y construcción. Se determinó que la UGA del proyecto cuentan con características ambientales similares en su extensión, el tipo de vegetación de matorral costero se encuentra depauperado en el sitio del proyecto, mientras que el clima y el rango de precipitación y la edafología que no se verán impactados por las actividades del proyecto más allá de los alcances de los

impactos extensivos de la obra. En este sentido se sabe que los ruidos pueden ser amortiguados desde los 300 a los 500 m de distancia, mientras que las demás emisiones no cuentan con un rango exacto de distribución por lo que se estableció un perímetro de afectación indirecta de 500 m como distancia máxima a partir del límite del polígono del predio.

En el caso del agua subterránea, una potencial afectación por mal funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales puede repercutir en un área mayor a los 500 m considerados inicialmente y dado que las condiciones ambientales de la zona se definen bien por las características que describen la UGA PRO08-BAR_AP1 del POETCY.

La zona de referencia cuenta con fauna silvestre tolerante a las actividades humanas, así como especies endémicas e incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que ocurren en un mosaico con vegetación fragmentada, la cual cuenta con viviendas de segunda residencia o veraneo. Por otra parte, las colindancias directas presentan lotes con vegetación perturbada y vialidades sin pavimentar. Lo anterior conforma un paisaje suburbano ya establecido y en franco desarrollo, por lo que el proyecto no plantea la generación de actividades que no se estén realizando actualmente o sean incompatibles con su zona de influencia.



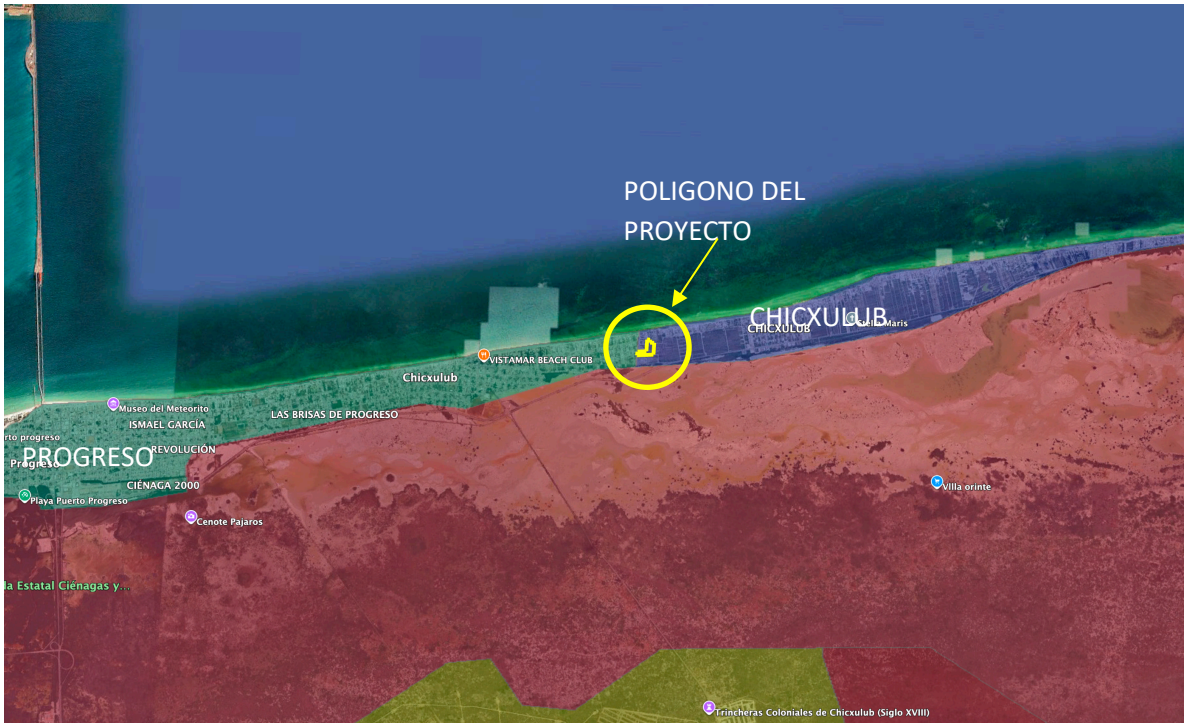


Figura IV.1. Condiciones generales del área del proyecto y el área de influencia.

Esta zona identificada en las imágenes se considera el área de influencia del proyecto.

IV.2. Inventario ambiental

En la zona de influencia se observa paisaje de isla de barrera, así como agua superficial correspondiente al mar y al cuerpo lagunar, al norte y al sur mediatos, respectivamente. Se espera que los impactos probables a dichas áreas sean principalmente emisiones, bajo el supuesto de éstas no recibieran control alguno.

La superficie de isla de barrera cuenta con predios particulares donde la vegetación de matorral costero ha sido modificada, encontrándose diferentes estados de regeneración. La superficie de suelo cuenta con casas principalmente de veraneo y vialidades de arena, así como con vegetación de matorral con diferentes estados de regeneración.

El predio del proyecto se encuentra en una zona donde la vegetación se observa mayormente impactada con alta presencia de arbustos dispersos, pastos y otras herbáceas comunes. El diseño contempla la conservación y reforestación al interior de la superficie del terreno (área de conservación), por lo que la implementación del proyecto al sitio contribuirá a la recuperación y permanencia de la vegetación de la zona.

En general, el área a ocupar puede definirse como un escenario previamente modificado por actividades diversas y con tendencias al desarrollo habitacional particular del cual formara parte este proyecto, mencionando que su establecimiento es compatible y se encuentra en cumplimiento con los programas de ordenamiento vigentes.



Figura IV.2. Condiciones generales de la vegetación presente en el predio del proyecto y las colindancias inmediatas.

IV.3. Aspectos abióticos

- **Clima**

La región donde se localiza el proyecto posee un clima B-seco con lluvias en verano (BS con respecto a la clasificación de Köppen modificada por E. García). Este tipo de clima se caracteriza por la circulación de los vientos, lo cual provoca escasa nubosidad y precipitación media anual que va de 300 a 600 mm. La temperatura media anual se encuentra entre los 26. 3º C, pero durante el año puede variar entre los 22 y 26º C. En cuanto a los vientos dominantes, provienen en dirección noreste con velocidades que oscilan entre los 17.3 km/hr. Por último, la humedad relativa promedio anual de la región varía entre el 66% y el 89 %, según la estación del año.

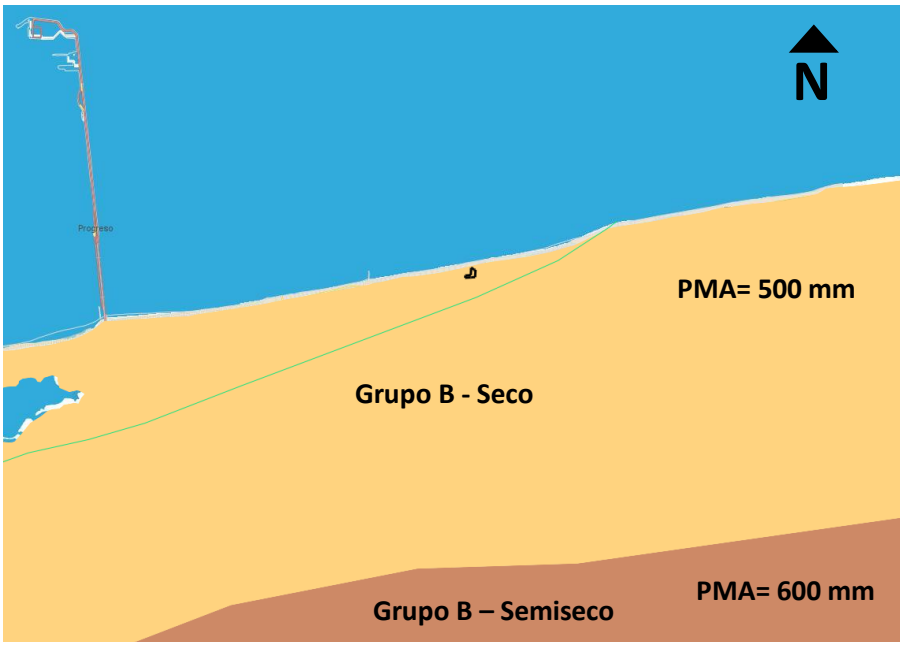


Figura IV.3. Condiciones climatológicas del área del proyecto. Fuente: INEGI (Mapa Digital de México).

- **Intemperismos severos**

Al chocar frontalmente las masas de aire provenientes de los Estados Unidos y el Sur de Canadá con el aire tropical sobre el país, se originan frentes fríos, al pasar por el mar de las Antillas y el Golfo de México, se saturan de agua en forma de gran nubosidad que se deposita como lluvia; a lo que se le conoce como nortes.

Los "nortes" se presentan de noviembre a marzo, haciendo descender la temperatura y aportando humedad en la época invernal. En ocasiones, estos "nortes" presentan vientos de más de 100 km/h.

Durante el verano cada año, en los mares tropicales como el Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión, esto da lugar a las tormentas tropicales y dependiendo de la energía acumulada se puede llegar a formar un ciclón o huracán. Las tormentas tropicales y huracanes se desplazan en el hemisferio norte en el sentido contrario a las manecillas del reloj, con una trayectoria de este a oeste y posteriormente hacia el norte.

En la zona de estudio no se presentan heladas, ni temperaturas menores de 3°C. Solamente en los meses de septiembre a noviembre se manifiestan algunos huracanes provenientes del Caribe.

La zona de la Península de Yucatán se encuentra en la trayectoria de tormentas tropicales y huracanes; fenómenos que se presentan todos los años generalmente en los meses de septiembre y octubre. Los eventos climáticos denominados "nortes" se presentan todos los años generalmente en la temporada invernal.

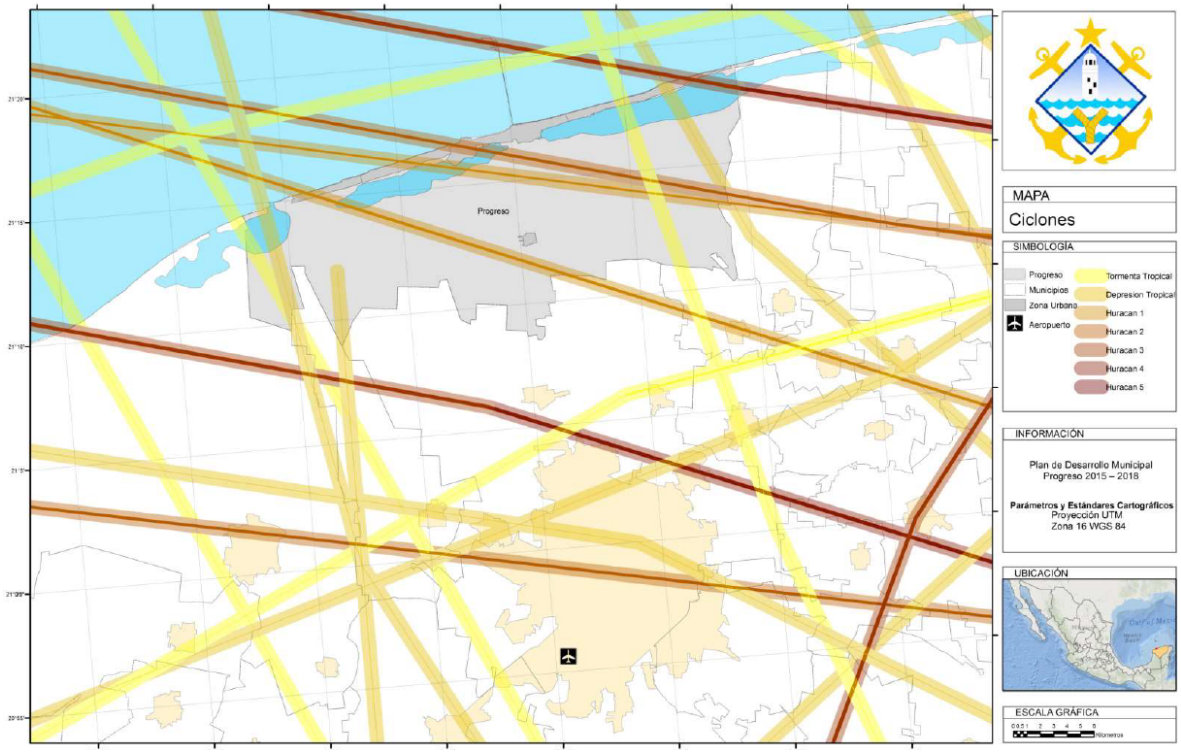


Figura IV.4. Mapa de Ciclones del municipio de Progreso (Plan de Desarrollo Urbano).

En el sitio del proyecto se ha presentado una cantidad moderada de ocurrencia de huracanes, por lo que, durante el desarrollo de las actividades, es probable una situación de riesgo de impacto de huracán. Dada la probabilidad, se tomarán las medidas de seguridad necesarias con tal de asegurar la integridad de los trabajadores. Las maquinarias y materiales peligrosos serán resguardados con el fin de evitar la contaminación del suelo.

- **Geología y geomorfología**

La constitución geológica de la superficie de la Península de Yucatán está compuesta por rocas sedimentarias marinas -calizas- y derivadas de éstas. Se caracteriza por ser un basamento metamórfico de origen marino, de edad paleozoica, sobre el cual ha evolucionado una secuencia sedimentaria de más de 3,000 m de espesor. Las calizas son planas, sin relieve y la secuencia geológica está comprendida por rocas carbonatos y evaporitas del cretácico. Las calizas jóvenes del pleistoceno y reciente se encuentran cerca del golfo de México, el cual representa una gran cuenca de depósito de carbonatados.

Yucatán es una extensa plataforma de poca inclinación, situada a unos cuantos metros arriba del nivel medio del mar, no obstante, al sur de la sierrita de Ticul asciende a 150 m. El área donde se ubica el terreno del estudio corresponde a la provincia fisiográfica denominada Planicie Costera del Golfo de México. Sin embargo, debido a sus características, se le conoce como "Plataforma Calcárea de Yucatán", la cual se caracteriza por ser una superficie sensiblemente plana.

Geomorfología

La zona del proyecto se encuentra en una unidad geomorfológica llamada Planicie Estructural Baja Denudativa. Esta unidad se caracteriza por ser el carso de expresión superficial con puntos de absorción de formas exo-cársticas, depresiones someras, grietas y dolinas corrosivas. Domina la erosión superficial y la disolución. Se observa la ausencia casi total de lineamientos, salvo los asociados a la margen externa del cráter sepultado de Chicxulub.

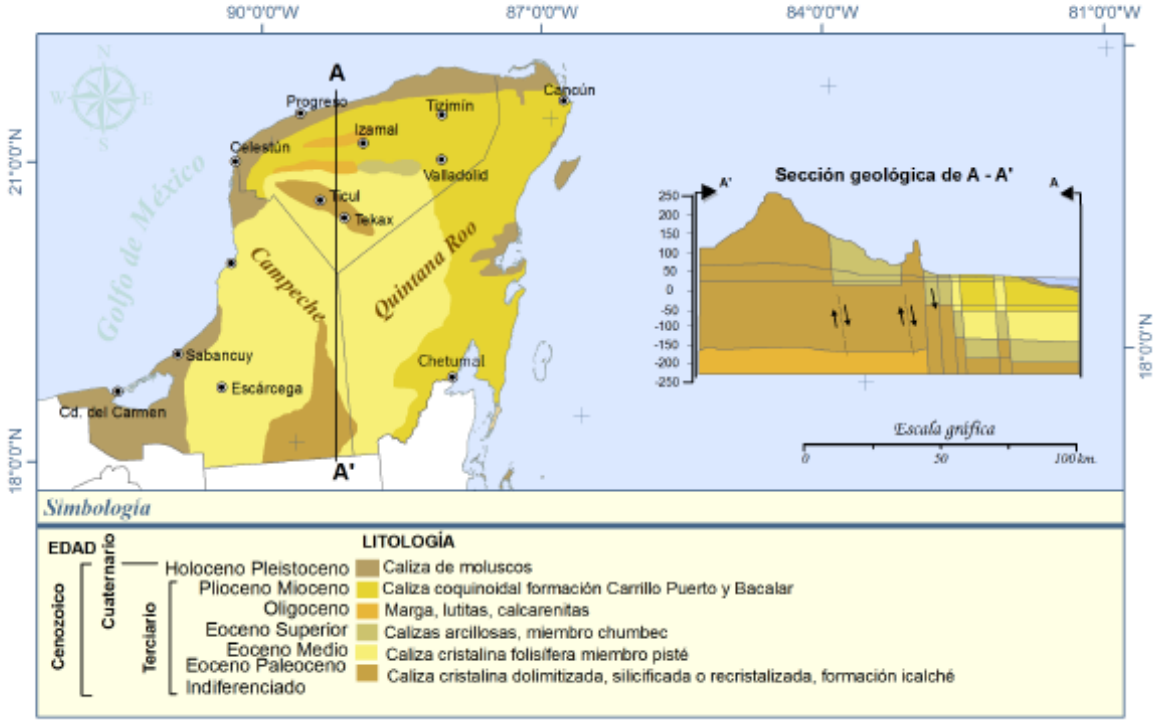


Figura IV.5. Clasificación geológica de la Península de Yucatán (García y Graniel, 2010).

Características del relieve. En el estado de Yucatán, el relieve es plano, sólo posee unas pequeñas lomas que empiezan desde el estado de Campeche, penetran a Yucatán, continúan por el oeste y sur y terminan en el estado de Quintana Roo. Se les conoce como Cerro Benito Juárez 210 msnm, Sierrita o Cordón Puuc 150 msnm. Al centro, norte y este del Estado se extiende una planicie que termina con una zona más baja que colinda con el mar. La península no ha sido siempre así, en un principio estuvo sumergida en el fondo del mar y poco a poco ha ido saliendo hasta tener la forma actual, lo cual dio lugar a la formación de suelos de diferente tipo. La mayor parte está constituida por las rocas calizas cubiertas de capas de tierra de diferente grosor, que permiten el paso del agua, por eso se forman los cenotes.

Susceptibilidad de la zona. Dadas las características antes mencionadas sobre la geología y el tipo de geomorfología de llanuras del estado de Yucatán y a la ausencia de zonas volcánicas, fracturas, no es susceptible a actividad sísmica o telúrica, tampoco se presentan deslizamientos, derrumbes o actividades volcánicas. Por su parte, las inundaciones no se consideran un riesgo debido a que el suelo tiene una alta permeabilidad.

- **Suelos**

El estado de Yucatán se caracteriza por su gran diversidad de tipos de suelos en extensiones pequeñas de terrenos, esto complica la distinción y manejo homogéneo de los mismos.

La superficie municipal de la Península es plana, con playas o barras de laderas tendidas, inundables y salino lomerío en la parte norte y centro; existiendo porciones clasificadas como llanura de barrera y piso rocoso o cementado, en la región sur.

Existe una marcada influencia marina en la composición de los suelos en el área del proyecto, donde los suelos se encuentran en general poco desarrollados. Una de las características principales es la composición arenosa formada por los residuos conchíferos con elevada concentración salina.

En la zona en la que se ubicará el proyecto, el tipo de suelo (consultado en el INEGI) que compete a la región, es el Gleysol. Estos tipos de suelo se describen como inundables en algunas épocas del año y la prolongada saturación del suelo con agua del acuífero. Se caracterizan por presentar colores grises, azulosos o verdosos que al secarse o exponerse al aire pueden presentar manchas rojas. Los suelos de tipo Gleysol tienen vegetación de mangle y pastizales.



Figura IV.6. Plano de suelos en la región en la que se encuentra ubicada el proyecto.

- **Hidrología superficial y subterránea**

En el Estado de Yucatán, el acuífero puede considerarse como uno solo, de tipo freático y cárstico, muy permeable y heterogéneo en términos hidráulicos; tiene un espesor medio de 150 m y está limitado en su extremo inferior por rocas arcillosas de baja permeabilidad (magras y lutitas). Por sus condiciones geológicas, el acuífero del estado es considerado como libre. Excepto en una franja estrecha paralela a la costa. Debido a la presencia de la cuña de agua marina, el espesor saturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor de 30 m a una distancia de 20 km de la costa; entre 30 y 100 m en las llanuras y del orden de 100 m en el área de lomeríos. Se ha comprobado la presencia de una cuña salada a distancias mayores de los 100 km del litoral.

En Yucatán, los cuerpos de agua superficiales como ríos, lagos, etc., no existen; únicamente se encuentran cuerpos de agua superficial temporales. Lo anterior se debe a que las características del subsuelo son cársticas. Por ello, la única fuente de agua potable que se puede aprovechar para las distintas actividades comerciales y no comerciales es el agua subterránea que, a su vez, es receptora de los desechos que se generan en la región.

La profundidad del nivel freático no es constante en todo el estado, varía entre los 8 y los 15 m en las zonas que se encuentran alejadas a la costa; cerca de la costa el nivel freático es incluso menor y va disminuyendo su distancia dependiendo su cercanía con esta y varía entre los 2 a 3 m. Lo antes mencionado, ocasiona una gradiente hidráulica extremadamente baja de 5-10 mm/km. Cabe mencionar que los flujos preferenciales de agua ocurren en aquellos horizontes del acuífero que se encuentran fracturados o carstificados y fluyen a través de un sistema de vasos comunicantes que desembocan al mar.

El movimiento de las aguas subterráneas va de las zonas de mayor precipitación, ubicadas en el sur del estado, hacia las costas; ahí se dispersan hacia el noroeste, noreste y norte donde se realiza la descarga natural del acuífero en dirección a Celestún, Dzilam de Bravo y San Felipe. Una vez ahí, el agua fluye hacia las lagunas costeras de estas poblaciones, alimentando en su trayecto los esteros y lagunas costeras. Al centro de la Península, los escurrimientos subterráneos son principalmente por infiltraciones en manto poroso, por lo que su descarga es más estable con aperturas temporales al mar.

Entre la duna costera y la planicie cárstica, el acuífero yucateco se confina por una capa de calcita precipitada por evaporación, denominada localmente como "caliche" que cementa los poros y las fisuras de la coraza calcárea superficial, precisamente en la zona de descarga continental del acuífero hacia la costa, la zona de petenes y ciénagas. Esta delgada capa (0.5 a 1.4 m) se extiende a lo largo de los 373 km de litoral yucateco y en una franja de 2 a 20 km de ancho. Este "caliche" tiene una porosidad menor a 1% lo que lo hace casi nada permeable al paso de corrientes de agua y actúa como barrera impidiendo el movimiento del agua subterránea al mar.

El sitio del proyecto y su área de influencia indirecta contempla en su alcance el mar del Golfo de México al norte y la zona de ciénagas al sur, por lo que se deberán implementar mecanismos que eviten la dispersión de polvos y residuos hacia dicha área como el uso de lonas, humectación del material pétreo transportado al sitio y barreras físicas temporales que colinden con la carreta o predios colindantes.

IV.4. Aspectos bióticos

IV.4.1. Caracterización de la vegetación

Las comunidades vegetales de la Península de Yucatán se presentan en una variedad de tipos y asociaciones, volviéndose cada vez más diversas de acuerdo con el gradiente de humedad, el cual se incrementa de norte a sur. Estas condiciones determinan un mayor desarrollo estructural y un incremento en la riqueza florística de estas comunidades, desde las ubicadas en las islas del norte del estado hasta las asentadas en la posición sur de la Península. En el estado de Yucatán se presentan diversas comunidades vegetales que pueden ser clasificadas de forma general en: i) vegetación de dunas costeras, ii) manglar, iii) selva baja caducifolia, iv) selva mediana subcaducifolia, v) selva mediana

subperennifolia, vi) selva baja inundable, vii) sabanas, viii petenes, ix) comunidades hidrófilas y x) vegetación secundaria[1].

Espejel (1984)[2] clasificó la vegetación de dunas de Yucatán en dos tipos, en función de los rangos de tolerancia a los factores físicos y bióticos a los que se encuentran expuestos los individuos, considerando su cercanía al mar. El primer tipo es considerado pionero, ubicándose cerca de la línea de costa, donde la arena tiene una gran movilidad y se caracteriza por la presencia de especies herbáceas y arbustivas de pequeña talla, más tolerantes a las condiciones ambientales extremas. El segundo tipo de duna es considerado un matorral, encontrándose hacia el interior, donde la arena está fija al sustrato y la vegetación alcanza una mayor altura.

El área que comprende la poligonal del proyecto es una región donde se desarrolló el matorral costero, el cual se ubica después de la primera duna y colinda con el manglar. Este tipo de vegetación está conformado por especies arbustivas que pueden llegar a tener alturas de 2 y 3 m (Mendieta y del Amo 1981; Chan *et al.*, 2002).

Según las cartas de uso de Suelo del INEGI (Mapa Digital de México), el sitio de proyecto no cuenta con vegetación hidrófila (figura siguiente). De hecho, toda la barra arenosa se considera como de uso urbano, sin vegetación aparente de acuerdo con esta fuente.

IV.4.1.1. Descripción general del Uso de suelo y vegetación en el Área de Proyecto de acuerdo con INEGI y el trabajo de campo

El área de proyecto se encuentra al oriente de la localidad de Chicxulub Puerto, entre la zona litoral y la carretera costera Progreso - Telchac Puerto. Como un primer paso para la caracterización de la vegetación, se realizó una sobreposición del polígono del Área del Proyecto respecto al conjunto de datos vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación[3] serie VII, publicada por INEGI (2018), identificando un uso de suelo de "asentamientos humanos".

[1] Flores, G. J.; Durán G., R. y Ortiz D., J. 2010. Comunidades vegetales terrestres. En Durán R. y M. Méndez (Eds). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
[2] Espejel I. 1984. La vegetación de las dunas costeras de la península de Yucatán. I. análisis florístico del estado de Yucatán. Biótica 9:183–210.
[3] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2018). Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII. Capa Unión. México.

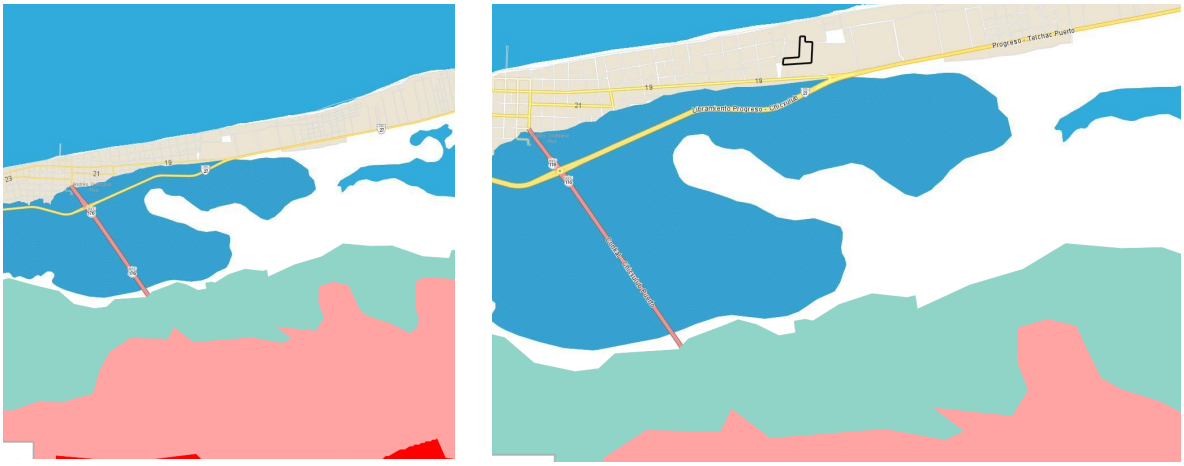


Figura IV.7. Tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el área y zona del proyecto.

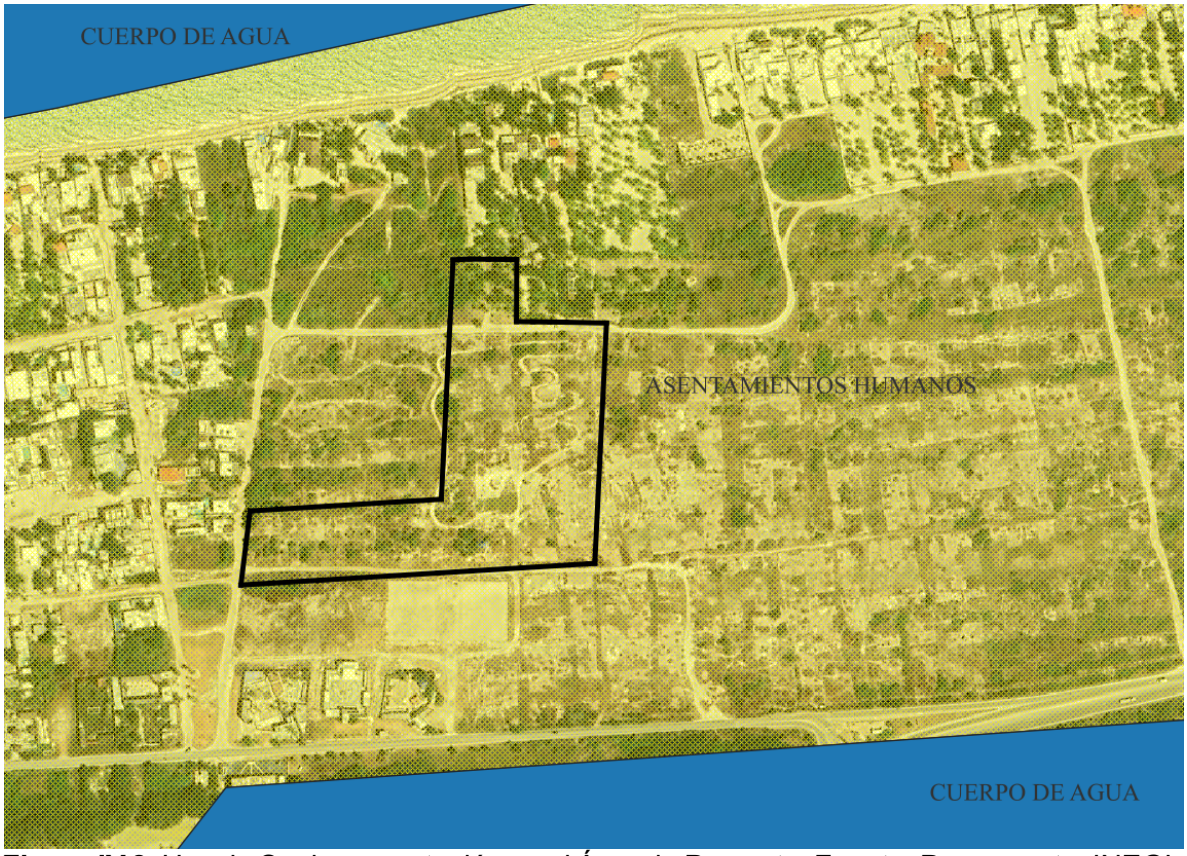


Figura IV.8. Uso de Suelo y vegetación en el Área de Proyecto. Fuente: Promovente; INEGI.

Si bien la cartografía indica que el uso de suelo corresponde a asentamientos humanos, con los primeros recorridos de muestreo se identificó que la vegetación corresponde a matorral de duna costera, altamente fragmentada por la presencia de casas de verano e infraestructura urbana.

La vegetación de dunas costeras es una comunidad que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje[4]. A lo ancho de la duna se diferencian claramente dos zonas con características florísticas, fisonómicas y estructurales que responden a cambios graduales de las condiciones del medio físico y biótico, denominadas comúnmente como zona de pioneras y zona de matorrales[5].

Dentro del Área del Proyecto podemos identificar un estrato arbustivo con arena fija y una mayor cantidad de materia orgánica. La altura del estrato es baja entre 1-2 metros, lo cual nos indica una zona expuesta y de mayor aridez. Las especies comunes en la zona de matorrales son: *Agave angustifolia, Bravaisia berlandieriana, Acanthocereus tetragonus, Metopium brownei, Capparis incana, Pithecellobium keyense, Caesalpinia vesicaria, Trinax radiata, Gossypium hirsutum, Coccothrinax readii, Bonellia macrocarpa, Coccoloba uvifera*, entre otras.



Figura IV.9. Vegetación en el Área de Proyecto. Fuente: Equipo técnico.

El detalle del trabajo de campo y la caracterización de la vegetación se describen a continuación.

[4] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). Guía para la interpretación de cartografía: Uso del suelo y Vegetación escala 1:250 000, serie VII. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
[5] Espejel 1992

IV.4.1.2. Caracterización de la vegetación en el Sistema Ambiental (SA) y Área de Proyecto (AP)

Con la finalidad de corroborar y complementar la información proporcionada por INEGI, se realizó la caracterización de la vegetación mediante el establecimiento de sitios de muestreo para registrar e identificar la composición y diversidad florística del Sistema Ambiental (SA) y el Área de Proyecto (AP). Los datos se obtuvieron mediante una campaña de muestreo reciente realizada en el sitio.

La metodología utilizada se describe a continuación.

IV.4.1.2.1. Metodología para el trabajo de campo

IV.4.1.2.1.1. Diseño de muestreo

Para establecer el diseño de muestreo y los criterios de medición de la vegetación y registro de flora se tomó como base el manual de Procedimientos de Muestreo del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (CONAFOR)[6] con algunas modificaciones para su adecuación a la vegetación presente en el Área de Proyecto y SA. Asimismo, se consideraron las cartas de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII escala 1:250, 000 del INEGI[5].

En este diseño se definió un muestreo estratificado basado en parcelas de forma circular anidadas en subsitios de muestreo. Se establecieron 12 sitios de muestreo: 6 en el SA y 6 en el Área de Proyecto, realizando parcelas de 100 m^2 y sumando un área total de 1,200 m^2.

- **Metodología de toma de datos en campo**

La metodología para la toma de datos se basó en el reconocimiento de cuatro diferentes estratos: arbóreo, arbustivo, herbáceo y el grupo de cactáceas, palmas, agaves y orquídeas.

En cada sitio de muestreo se estableció una parcela en forma circular con unidades secundarias de muestreo o subsitios de diferentes dimensiones según el estrato de vegetación.

La unidad principal tuvo una superficie de 100 m^2 (5.65 m radio) y al interior, se establecieron dos subunidades, la primera de 50 m^2 (4 m radio) y la segunda de 1 m^2 (1 x 1m), tal como se muestra en la siguiente figura.

[6] Comisión Nacional Forestal. (2015). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Procedimiento de muestreo. Guadalajara, Jal.: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

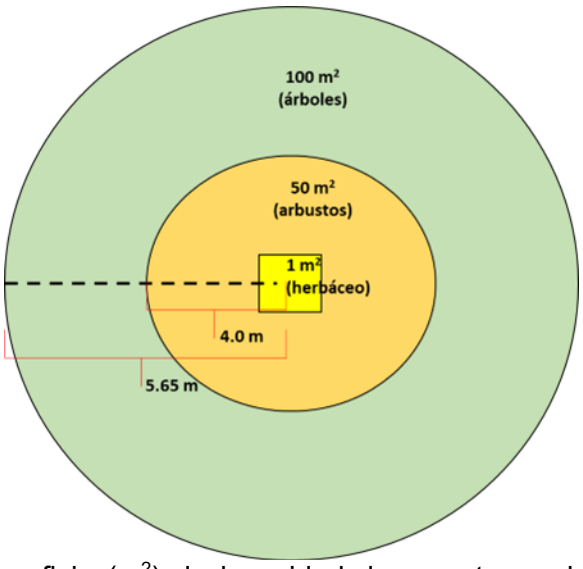


Figura IV.10. Forma y superficie (m^2) de la unidad de muestreo y las subunidades de muestreo. Fuente: Equipo técnico.

A continuación, se describen las unidades muestrales a analizar:

- En la parcela principal (100 m^2) se midió, registró y marcó el arbolado cuyo diámetro a la altura de pecho (1.30 m, DAP) fue igual o mayor a 7.5 cm sin considerar la altura de los individuos. En este sitio de muestreo se registraron las cactáceas, agaves, palmas y orquídeas.

- En el subsitio de 50 m^2 se midieron y registraron los individuos arbustivos de cada especie con alturas mayores a 50 cm y con diámetro a la altura del pecho (1.30 m) menor a 7.5 cm.

- En el subsitio de 1 m^2 se midieron y registraron las plantas herbáceas de las especies con alturas menores a 50 cm.

En la siguiente figura (página siguiente) se muestra el trabajo de marcaje de los sitios de muestreo.

- **Levantamiento de datos en sitios de muestreo**

El trabajo de campo descrito sigue una metodología sistemática para la ubicación, exploración y muestreo del Área de Proyecto y el SA, lo cual es fundamental en estudios ecológicos, forestales y de vegetación. A continuación, se detallan los pasos clave mencionados:

i. **Ubicación y exploración del predio:** Se identificó y exploró el área de estudio para comprender sus características generales, como el tipo de vegetación, topografía y accesibilidad.



Figura IV.11. Marcaje de las unidades de muestreo y las subunidades de muestreo. Fuente: Equipo técnico.

ii. **Establecimiento de parcelas de muestreo:** Se definieron parcelas de muestreo en función de las características de la vegetación. Esto permite obtener datos representativos del área estudiada.
iii. **Trazado de unidades y subunidades de muestreo**: Dentro de cada parcela, se delimitaron unidades y subunidades de muestreo. Este proceso asegura que los datos recolectados sean consistentes y comparables.
iv. **Colocación de estacas y delimitación:** En el centro de cada parcela se colocó una estaca de madera para marcar el punto de referencia. Luego, se utilizaron cintas métricas para delimitar las subunidades de muestreo, lo que facilita la organización y precisión en la recolección de datos.
v. **Registro de coordenadas GPS:** Se registraron las coordenadas geográficas en formato UTM (Universal Transversa de Mercator) utilizando un equipo GPS Garmin modelo Etrex 10. Este paso es crucial para la georreferenciación de las parcelas, permitiendo su ubicación exacta en futuros estudios o monitoreos.

Este enfoque metodológico garantiza que los datos obtenidos sean precisos, replicables y útiles para análisis posteriores, como la evaluación de la biodiversidad, la estructura de la vegetación o el monitoreo ambiental, en la siguiente figura se muestra el proceso.



Figura IV.12. Geoposicionamiento (UTM) del punto central de los sitios de muestreo. Fuente: Equipo técnico.

En cada sitio de muestreo, el levantamiento de datos de la vegetación y la flora consistió en el registro de la siguiente información por cada individuo:

- Nombre común
- Nombre científico
- Altura (m)
- DAP (diámetro a la altura del pecho, 1.30 m)
- Cobertura máxima y mínima (m)
- Marcaje (sólo árboles)
- Clase de estrato
- Cobertura de estrato herbáceo
- Observaciones

Además, se realizó un registro de rasgos característicos y toma de fotografías de individuos que no lograron ser identificados taxonómicamente en campo y fueron identificados posteriormente en gabinete.



Figura IV.13. Toma de datos dasométricos en los sitios de muestreo. Fuente: Equipo técnico.

IV.4.1.2.1.2. Análisis de la información

- **Identificación taxonómica**

Para la identificación de las especies que se registraron durante el muestreo, se consultaron diferentes bibliografías, entre las que destacan claves taxonómicas y herbarios digitales (Flora de la Península de Yucatán del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), listados Florísticos de México (Instituto de Biología, UNAM[7]), bases de datos EncicloVida[8] y Portal de Datos Abiertos de la UNAM[9]. También se utilizaron bases de datos del Missouri Botanical Garden[10] y Plantlist.org[11].

[7] Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. S.f. Listados Florísticos y Faunísticos, en: https://www.ib.unam.mx/ib/programa-editorial/listados/
[8] Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, CONABIO. S.f. EncicloVida, en https://enciclovida.mx
[9] Departamento de Botánica, Instituto de Biología (IBUNAM), Herbario Nacional de México, Plantas Vasculares. En Portal de Datos Abiertos UNAM Colecciones Universitarias (en línea), México, Universidad Nacional Autónoma de México, en: http://datosabiertos.unam.mx/
[10] Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 2023. Herbarium, en: https://tropicos.org
[11] Plantlist. S.f. en http://www.theplantlist.org/tpl/search?q=

- **Esfuerzo de muestreo, curvas de acumulación e intervalo de confianza**

Uno de los métodos que se utiliza con frecuencia para conocer la riqueza total de especies de una comunidad son las curvas de acumulación de especies.

Estas curvas muestran el número de especies acumuladas a medida que va aumentando el esfuerzo de muestreo en un sitio, de tal manera que, la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se realicen muestreos, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota como se muestra a continuación.

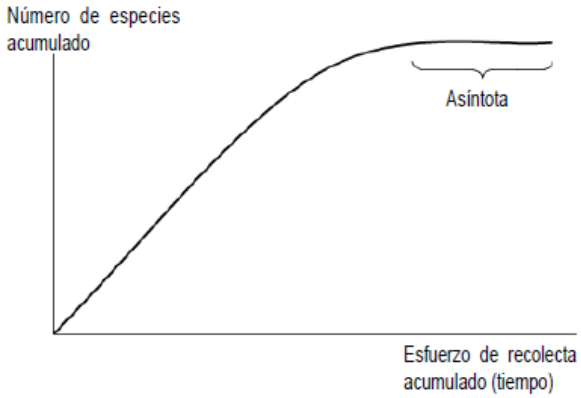


Figura IV.14. Curva de acumulación de especies. Fuente: Escalante, T., 2003[12].

En general, los métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población pueden dividirse en dos grupos: los métodos paramétricos y los no paramétricos. Los métodos paramétricos reciben este nombre porque parten de supuestos acerca de la población (por ejemplo: que la muestra sea aleatoria, que la probabilidad de cada clase sea la misma, que las medidas sean independientes), y, por lo tanto, requieren que los datos se distribuyan de cierta forma (por ejemplo, una distribución normal). Entre los modelos paramétricos usados para estimar la riqueza específica están las funciones de acumulación, como la logarítmica, exponencial y la ecuación de Clench. Los modelos paramétricos que miden la estructura son, entre otros, la serie geométrica, la serie logarítmica, la distribución log-normal y el modelo de vara quebrada.

Por otro lado, los modelos no paramétricos, también llamados libres de distribución, (*distribution-free*) no asumen un tipo de distribución particular de los datos ni una serie de supuestos *a priori* que los ajusten a un modelo determinado. El cálculo de los modelos no paramétricos es más sencillo y rápido, son más fáciles de entender y explicar, y se consideran efectivos. Los principales modelos no paramétricos que se han empleado para la estimación de la riqueza son Jacknife de 1° orden, bootstrap y el desarrollado por Anne Chao, el Chao 2. En cuanto a los no paramétricos de estructura, están el Chao 1 y ACE. Los estimadores no paramétricos son herramientas que permiten conocer la riqueza específica de la biodiversidad y evaluar el grado de conocimiento de la taxocenosis de una determinada área o comunidad; para realizar el análisis de los estimadores. En este análisis, los datos por tipo de vegetación se corrieron en el software EstimateS 9.1.0 ® (Colwell, 2013).

[12] Escalante, T. (2003). ¿Cuántas especies hay?, Los estimadores no paramétricos de Chao. Elementos, 52, 53–56.

- **Evaluación de la importancia ecológica (Valor de Importancia Ecológica)**

Para realizar la evaluación de la importancia ecológica se necesita el Índice de Valor de Importancia (IVI) que nos permite comparar el "peso ecológico" o la importancia ecológica relativa de cada especie dentro de un tipo específico de vegetación, indicando su valor en la comunidad vegetal. La obtención de un índice de valor de importancia similar para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o semejanza, en composición y estructura, entre sitios.

De acuerdo con Franco *et al.* (1989)[13], el valor de importancia de cada especie se obtiene sumando sus valores de densidad, frecuencia y dominancia. Esta suma nos proporciona información de la influencia de dicha especie dentro de la comunidad de estudio; los resultados varían de 0 a 300.

La fórmula para calcular el IVI se presenta a continuación:

$$\mathbf{IVI = D_R + F_R + D_{OR}}$$

Dónde:

D_R = Densidad relativa: Densidad de una especie referida a la densidad total de todas las especies del área multiplicada por 100.
Densidad = Número de individuos de una especie por unidad de área o volumen.
F_R = Frecuencia relativa: Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies multiplicada por 100.
Frecuencia = Número de muestras en las que se encuentra una especie.
Do_R = Dominancia relativa: Es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies multiplicada por 100.
Dominancia = Es la cobertura o área basal de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie.

- **Análisis de diversidad**

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro, en cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades.

Existen distintos métodos para determinar la diversidad en función de las variables biológicas que miden, estos métodos consisten en la descripción de la diversidad mediante el cálculo de índices, normalmente se aplican dentro de las formas de vida o dentro de estratos[14].

13 *Franco, J., De la Cruz, J., Cruz, G., Rocha, R., Navarrete, S., Flores, M. y Bedina, S. (1989). Manual de ecología. México: Trillas.*
14 *Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).*

La 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 estas. Para poder obtener la riqueza específica se lleva a cabo un inventario con el número total de especies (S).

Para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, se lleva a cabo la separación de los componentes en alfa, beta y gamma. La diversidad alfa (α) es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea; la diversidad beta (β) es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje y la diversidad gamma (γ) es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta.

Para el caso de este estudio solo se hará uso y referencia de la diversidad alfa o diversidad local; a partir de la estimación de los siguientes indicadores, mismos que fueron calculados con apoyo del software Past (Paleontological Statistics versión 3.06)15 y la hoja de cálculo de Excel de Microsoft.

- **Índice de Shannon-Wiener (H')[16]**

El índice de Shannon-Wiener es el más usado, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0 (cuando hay una sola especie) y el logaritmo de S (cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos). Se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$\boldsymbol{H = -\sum_{i=1}^{s} pi\ ln\ pi}$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener
ln = Logaritmo natural (loge)
pi = Abundancia proporcional de la especie *i,* es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- **Índice de Equidad de Pielou**

Se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies y se calcula de la siguiente forma:

[15] Hammer, O., Harper, D., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, 4(1), 1–9.
[16] Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (Vol I). Zaragoza, España: M&T-Manuales y Tesis SEA.

$$J = \frac{H'}{\ln (S)}$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener
ln= *Logaritmo natural (loge)*
S = Número total de especies.

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie.

- **Especies protegidas**

Para las especies registradas dentro del Área de Proyecto y el SA se consultó su categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

❖ **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**

Norma que tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la república mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción. Esta norma establece las siguientes categorías de riesgo:

- **Probablemente extinta en el medio silvestre (E):** Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.

- **En peligro de extinción (P):** Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

- **Amenazadas (A):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

- **Sujetas a protección especial (Pr):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

IV.4.1.2.2. Resultados obtenidos

IV.4.1.2.2.1. Ubicación de los sitios de muestreo del SA y Área de Proyecto

La ubicación final de los puntos de muestreo es un trabajo conjunto de gabinete (considerando la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII de INEGI, la topografía y las características identificadas mediante la imagen satelital) y el trabajo de campo (búsqueda de puntos de acuerdo con las condiciones generales de la vegetación del sitio), para realizar un muestreo representativo de la vegetación.

A continuación, se enlista la geoposición en formato UTM de 12 unidades de muestreo realizadas: **seis en el Sistema Ambiental** y **seis en el Área de Proyecto** del predio ubicado en Chicxulub Puerto, Yucatán. El dato de geoposición corresponde al punto central de cada unidad de muestreo de forma circular con un área de 100 m^2. Se obtuvo con un equipo GPS Garmin Etrex con un error de ± 5 metros.

Tabla IV.1. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo dentro del Sistema Ambiental (SA) y Área de Proyecto (AP), Zona 16Q. Fuente: Elaboración propia.

Unidad de muestreo forestal	Coordenada UTM	Coordenada UTM	Vegetación identificada en campo
	E	N	
SA01	0232959	2357320	Vegetación matorral de dunas costeras
SA02	0232873	2357351	Vegetación matorral de dunas costeras
SA03	0232640	2357324	Vegetación matorral de dunas costeras
SA04	0232522	2357388	Vegetación matorral de dunas costeras
SA05	0232438	2357227	Vegetación matorral de dunas costeras
SA06	0232017	2357239	Vegetación matorral de dunas costeras
AP01	0231694	2357188	Vegetación matorral de dunas costeras
AP02	0231771	2357189	Vegetación matorral de dunas costeras
AP03	0231859	2357222	Vegetación matorral de dunas costeras
AP04	0231861	2357298	Vegetación matorral de dunas costeras
AP05	0231840	2357385	Vegetación matorral de dunas costeras
AP06	0231829	2357262	Vegetación matorral de dunas costeras

IV.4.1.2.2.2. Composición Florística del SAR y del Área de Proyecto

Para el análisis del SA y Área de Proyecto fueron registrados 1,211 individuos categorizados en los diferentes estratos propuestos previamente (arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceas, agaves, palmas y orquídeas). Se identificaron 49 especies pertenecientes a 29 familias taxonómicas, de las cuales 36 especies se registraron en el SA y 33 en el AP, compartiendo 20 especies.

En los anexos técnicos se presenta a detalle la Base de Datos de Flora del SA y AP.

En la siguiente tabla se presenta el registro de especies identificadas para el SA y el AP, la familia a la que pertenecen, nombre común y su distribución. Es importante mencionar que se registraron tres especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales son: *Coccothrinax readii y Thrinax radiata* en la categoría de Amenazadas (A), así como *Mammillaria gaumeri* en Peligro de extinción (P).

Tabla IV.2. Listado de especies registradas en el **SA** y **Área de Proyecto (AP)**. Fuente: Elaboración propia.

Familia	Especie	Nombre común	SA	AP	Distribución
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Juluub	X	X	Nativa PY
Agavaceae	*Agave angustifolia*	Ch'elem	X	X	Nativa PY
	Agave sisalana	N/D	X		Nativa PY
Amaranthaceae	*Alternanthera flavescens*	Sak-mul		X	Endémica
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Cheechem	X	X	Nativa PY
Apocynaceae	*Cascabela thevetia*	K'an lool		X	Nativa PY
Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Náaj k'aax	X		Endémica
	Cocos nucifera	Coco	X		Nativa PY
	Thrinax radiata	Chit	X	X	Endémica
Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Altanisa de mar	X		Endémica
	Bidens alba	K'an mul		X	Nativa PY
	Flaveria linearis	Anis xiiw	X		Endémica
	Lactuca intybacea	Lechuga de playa	X	X	Nativa PY
	Porophyllum punctatum	Uk'iil		X	Nativa PY
	Tridax procumbens	Hierba de San Juan		X	Nativa PY
Bromeliaceae	*Tillandsia balbisiana*	Xch'u'	X		Nativa PY
	Tillandsia dasyliriifolia	Xch'u'	X		Nativa PY
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Tsakam	X	X	Nativa PY
	Mammillaria gaumeri	K'iix pak' am	X		Endémica
	Opuntia stricta	Tuna	X	X	Nativa PY
	Selenicereus grandiflorus	Koj kaan	X		Nativa PY
Capparaceae	*Quadrella incana*	Bojk'anche'	X	X	Nativa PY
Celastraceae	*Crossopetalum rhacoma*	N/D	X	X	Nativa PY
	Semialarium mexicanum	Cancerina		X	Nativa PY
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Paj ts'a	X		Nativa PY
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Campanilla		X	Nativa PY
Cyperaceae	*Fimbristylis cymosa*	Ki'ch'em	X		Nativa PY
Ebenaceae	*Diospyros tetrasperma*	Siliil		X	Nativa PY
Euphorbiaceae	*Euphorbia cyathophora*	Jobon k'aak	X		Nativa PY
	Euphorbia hypericifolia	Sak its	X	X	Nativa PY
	Ricinus communis	Higuerilla		X	Nativa PY
Fabaceae	*Chamaecrista glandulosa*	N/D	X		Nativa PY
	Tara vesicaria	Mareña	X	X	Endémica
Malvaceae	*Gossypium hirsutum*	Algodón	X	X	Nativa PY

Familia	Especie	Nombre común	SA	AP	Distribución
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipán		X	Nativa PY
	Waltheria indica	Sak mis bil	X	X	Nativa PY
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayaba	X		Nativa PY
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'		X	Nativa PY
Orchidaceae	*Myrmecophila christinae*	Xon-ikni	X		Nativa PY
Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Poch	X	X	Nativa PY
Poaceae	*Paspalum fimbriatum*	N/D	X	X	Nativa PY
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	X	X	Nativa PY
	Sporobolus virginicus	Ch'ilibil su'uk	X	X	Nativa PY
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	X	X	Nativa PY
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	Puuts' mukuy	X	X	Endémica
	Sideroxylon celastrinum	Lu'uchum che'	X		Nativa PY
Scrophulariaceae	*Capraria biflora*	Boox		X	Nativa PY
Solanaceae	*Solanum dasyanthum*	N/D		X	Nativa PY
Verbenaceae	*Lippia graveolens*	Orégano de monte	X	X	Nativa PY
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	X	X	Nativa PY
	Sporobolus virginicus	Ch'ilibil su'uk	X	X	Nativa PY
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	X	X	Nativa PY
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	Puuts' mukuy	X	X	Endémica
	Sideroxylon celastrinum	Lu'uchum che'	X		Nativa PY
Scrophulariaceae	*Capraria biflora*	Boox		X	Nativa PY
Solanaceae	*Solanum dasyanthum*	N/D		X	Nativa PY
Verbenaceae	*Lippia graveolens*	Orégano de monte	X	X	Nativa PY

Las familias mejor representadas fueron: Asteraceae con 6 especies y Cactaceae con 4 especies. En lo que respecta la distribución de las especies, **dentro del SA** se identificaron 7 especies endémicas de la Península de Yucatán y 29 especies nativas de la misma.

Igualmente, **en el Área de Proyecto** se identificaron 4 especies endémicas y 29 nativas.

IV.4.1.2.2.3. Esfuerzo de muestreo en el SA y Área de Proyecto (AP)

Para determinar el correcto esfuerzo de muestreo, se realizó la curva de acumulación de especies tanto para el SA como para el Área de Proyecto. En este análisis se consideró el número total de sitios de muestreo y el número total de individuos/especies, sin ninguna distinción de estrato.

En el SA, se levantaron 6 sitios de muestreo, en donde se registraron un total de 741 individuos de 36 especies diferentes. Con estos datos se realizó el análisis de los estimadores de incidencia y abundancia. El resultado nos muestra que Bootstrap fue el estimador de incidencia con el mejor ajuste estadístico a la riqueza de especies, identificando 38.96 especies, un promedio de desviación estándar (SD) de 2.46 y un valor de completitud 87.27%, el más alto entre los estimadores de incidencia.

Por su parte con la revisión de los estimadores de ACE y Chao 1, basados en la abundancia de cada especie, se identificó que el estimador con el mejor ajuste estadístico de la riqueza de especies fue Chao 1, en donde se estima una riqueza de 34.14 especies, un promedio de desviación estándar de 1.96 (SD), el más bajo en comparación con Chao 1 y un valor de completitud de 99.59%.

A continuación, se presenta la información detallada de cada estimador analizado.

Tabla IV.3. Riqueza observada, esperada y su porcentaje de completitud en el SA. Fuente: Elaboración propia.

		S (obs)	Estimadores de incidencia				Estimadores de abundancia	
			Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	ACE	Chao 1
SA	Riqueza	34	38.96	43.29	46.63	44.83	35.27	34.14
	Completitud		**87.27%**	78.54%	72.91%	75.84%	96.40%	**99.59%**

En el siguiente gráfico se muestra la curva de acumulación de especies en el SA, en donde se observa que existe solapamiento de los límites de confianza entre la riqueza observada y los estimadores de CHAO 1, CHAO 2, Bootstrap y ACE, indicando un ajuste estadístico adecuado comparando varios estimadores.

Estos resultados corroboran que la completitud y la representatividad del muestreo fue adecuada para caracterizar la vegetación en el SA.

Por otra parte, en el Área de Proyecto se realizaron 6 sitios de muestreo y se registraron un total de 470 individuos de 33 especies diferentes. Al igual que en los análisis del SA, en el AP se realizó la curva de acumulación de especies considerando el número total de sitios de muestreo y el número total de individuos/especies, sin ninguna distinción de los estratos.

De acuerdo con los estimadores de incidencia, el que mejor ajuste estadístico presentó en el Área de Proyecto fue el Bootstrap, estimando una riqueza de 41.89 especies, un promedio de desviación estándar (SD) de 2.98 y un valor de completitud de 83.55%.

Así mismo, la revisión de los estimadores basados en la abundancia de cada especie, permitió identificar que el estimador que tuvo un mejor ajuste estadístico de la riqueza de especies fue ACE, estimando una riqueza de 42.05 especies con un promedio de desviación estándar de 3.47 (SD) y un valor de completitud de 83.23%.

A continuación, se presenta la información detallada por tipo de estimador.

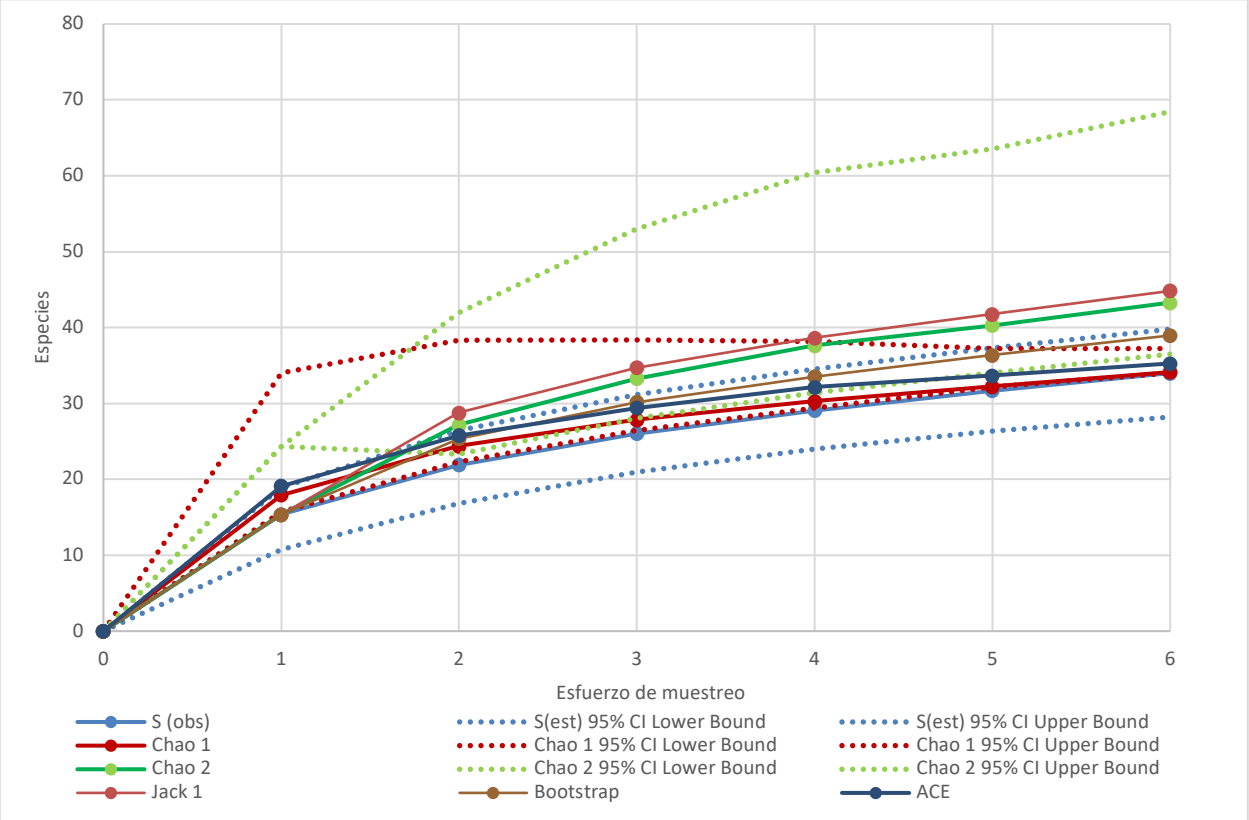


Figura IV.15. Curva de acumulación global de especies en el SAR estimadas con Chao 1, Chao 2, Bootstrap, ICE, Jack 1 y ACE. Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.4. Riqueza observada, esperada y su porcentaje de completitud para el Área de Proyecto. Fuente: Elaboración propia.

		S (obs)	Estimadores de incidencia				Estimadores de abundancia	
			Bootstrap	Chao 2	ICE	Jack 1	ACE	Chao 1
AP	Riqueza	35	41.89	65.08	60.38	50.83	42.05	39.07
	Completitud		**83.55%**	53.78%	57.97%	68.86%	**83.23%**	89.58%

En el siguiente gráfico se presenta la curva de acumulación de especies en el AP, en la que se puede observar que no existe diferencia estadísticamente significativa (por solapamiento de límites de confianza), al menos entre la riqueza observada y los estimadores Chao 1, Bootstrap y ACE.

Estos resultados permiten corroborar que la completitud y la representatividad del muestreo fue adecuada para caracterizar la vegetación en el Área de Proyecto.

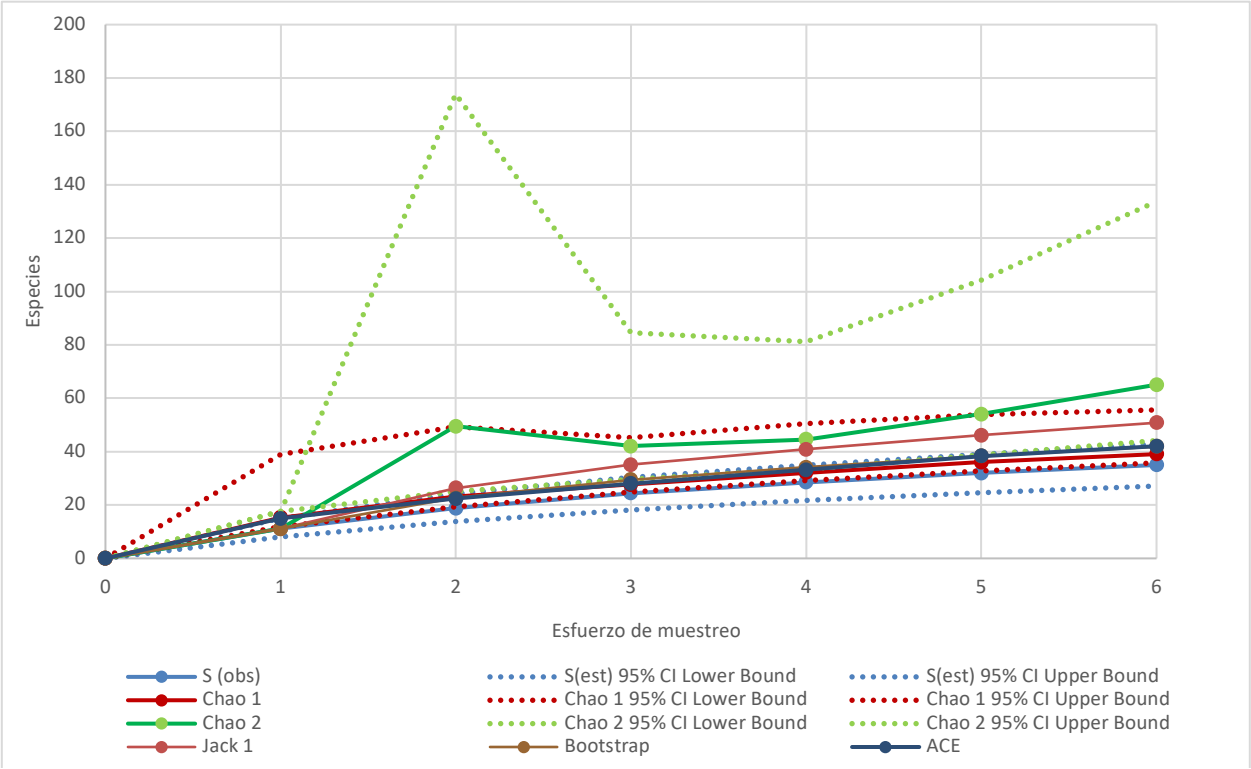


Figura IV.16. Curva de acumulación global de especies en el Área del Proyecto estimadas con Chao 1, Chao 2, Bootstrap, Jack 1, ICE y ACE. Fuente: Elaboración propia.

IV.4.1.2.2.4. Índice de Valor de Importancia (IVI)

En el siguiente apartado se presenta el análisis de IVI por estrato para el SA y el Área de Proyecto.

- **Abundancia e IVI del estrato arbóreo del SA**

Al interior de los seis sitios de muestreo que se realizaron no se identificaron individuos arbóreos, algo común en la vegetación de dunas costeras.

- **Abundancia e IVI del estrato de cactáceas, agaves, palmas y orquídeas en el SAR**

En este estrato se registraron 389 individuos de 11 especies diferentes. Las especies más abundantes fueron *Agave angustifolia* con 136 registros y *Opuntia stricta* con 145 individuos, lo que representa 72.23% del total de individuos. La abundancia de estas especies radica en sus hábitos invasivos y su reproducción por esquejes.

En la siguiente tabla se presentan las especies identificadas en este estrato.

Tabla IV.5. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato de cactáceas, agaves, palmas y orquídeas en el SA. Fuente: Elaboración propia.

Cactáceas, agaves, palmas y orquídeas					
Especie	**Abundancia**	**Densidad (Relativa)**	**Frecuencia (Relativa)**	**Dominancia (Relativa)**	**IVI**
Agave angustifolia	136	34.96	18.18	27.75	80.90
Opuntia stricta	145	37.28	18.18	22.51	77.97
Thrinax radiata	10	2.57	9.09	25.64	37.30
Selenicereus grandiflorus	3	0.77	9.09	10.14	20.00
Tillandsia dasyliriifolia	20	5.14	9.09	3.59	17.83
Mammillaria gaumeri	19	4.88	12.12	0.61	17.62
Agave sisalana	39	10.03	3.03	1.63	14.68
Acanthocereus tetragonus	10	2.57	9.09	0.90	12.56
Myrmecophila christinae	3	0.77	6.06	3.75	10.58
Coccothrinax readii	2	0.51	3.03	3.44	6.99
Tillandsia balbisiana	2	0.51	3.03	0.04	3.58

De acuerdo con el análisis del IVI, *Agave angustifolia* es la especie con el valor más alto con 80.90, seguida de *Opuntia stricta* con 77.97 estos valores son esperados ya que son las especies más abundantes en este estrato. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

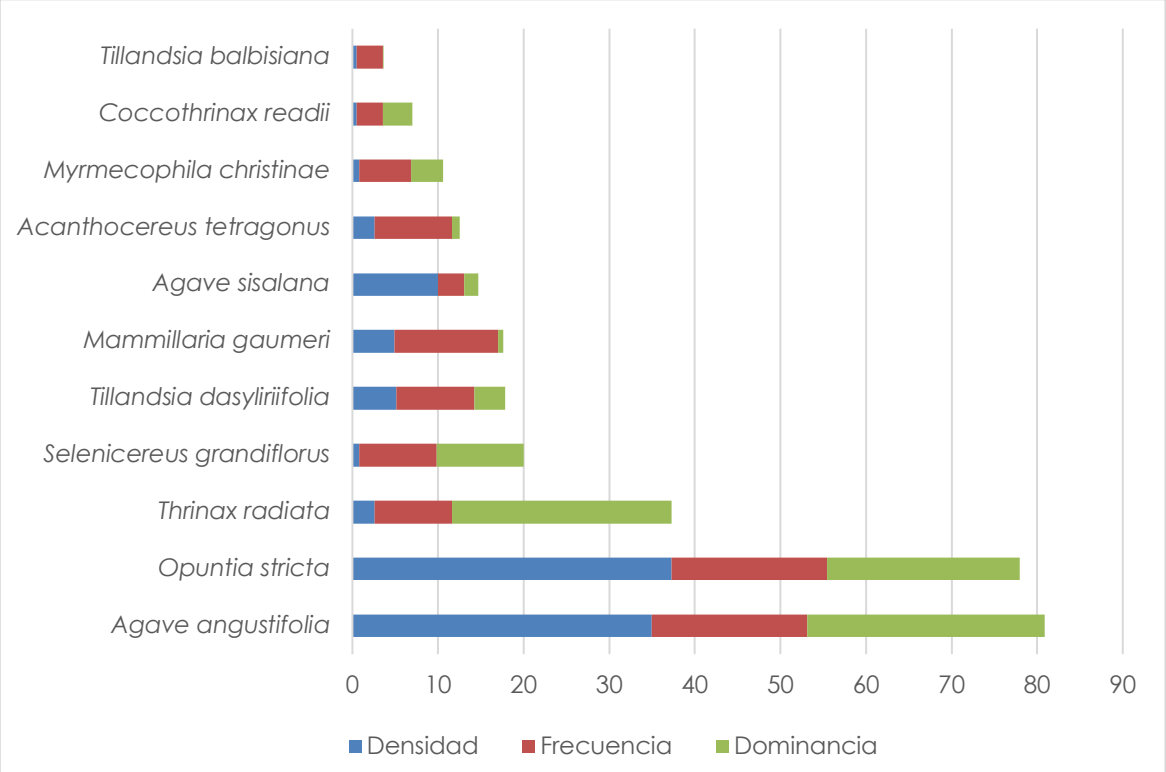


Figura IV.17. Índice de valor de importancia del estrato de cactáceas, agaves, palmas y orquídeas en el SA. Fuente: Elaboración propia.

- **Abundancia e IVI del estrato arbustivo en el SA**

En este estrato se identificaron 11 especies con un registro total de 194 individuos, siendo *Bravaisia berlandieriana* la especie arbustiva con mayor número de registros con 63, seguido de *Crossopetalum rhacoma* con 38 individuos, *Lippia graveolens* con 27 y *Tara vesicaria* con 24. Estas cuatro especies representan el 78.35% del total de individuos registrados.

El listado de especies arbustivas del SA se presenta en la siguiente tabla.

Tabla IV.6. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo en el SA. Fuente: Elaboración propia.

Arbustivo					
Especie	**Abundancia**	**Densidad (Relativa)**	**Frecuencia (Relativa)**	**Dominancia (Relativa)**	**IVI**
Crossopetalum rhacoma	38	19.59	13.51	53.37	86.47
Tara vesicaria	24	12.37	16.22	22.30	50.89
Bravaisia berlandieriana	63	32.47	13.51	4.89	50.88
Lippia graveolens	27	13.92	13.51	7.18	34.61
Sideroxylon americanum	13	6.70	8.11	8.07	22.88
Gossypium hirsutum	12	6.19	10.81	1.88	18.87
Bonellia macrocarpa	9	4.64	10.81	1.41	16.86
Sideroxylon celastrinum	2	1.03	5.41	0.31	6.75
Quadrella incana	3	1.55	2.70	0.06	4.30
Metopium brownei	2	1.03	2.70	0.04	3.77
Coccoloba uvifera	1	0.52	2.70	0.51	3.72

De acuerdo con el análisis del IVI para el estrato arbustivo, las especies más representativas son: *Crossopetalum rhacoma* con un valor de 86.47, seguido de *Tara vesicaria* con 50.89 y *Bravaisia berlandieriana* con 50.88.

El valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

- **Abundancia e IVI del estrato herbáceo en el SA**

En este estrato se registraron 158 individuos de 14 especies diferentes. *Paspalum fimbriatum* fue la especie más abundante con 47 individuos, *Fimbristylis cymosa* con 27, *Lactuca intybacea y Chamaecrista glandulosa* con 18 individuos. Estas cuatro especies corresponden al 69.62% del total de individuos registrados.

El listado de especies herbáceas del SA se presenta en la siguiente tabla.

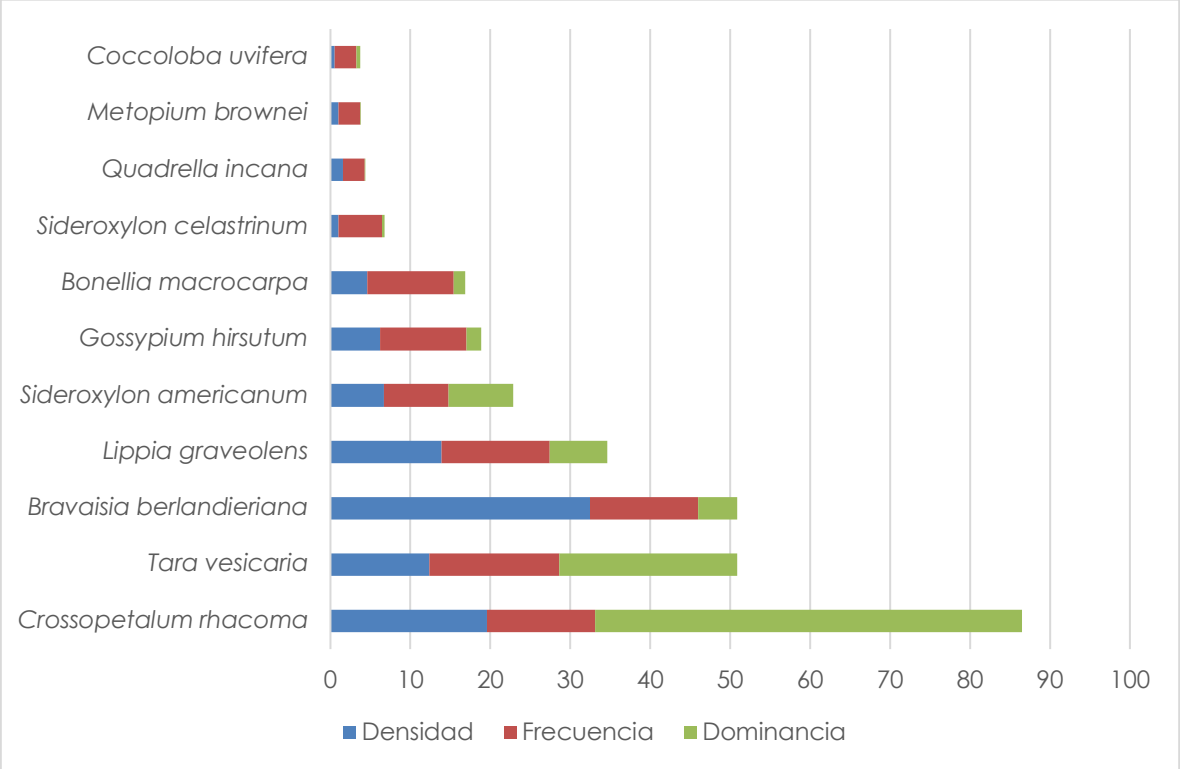


Figura IV.18. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo en el SA. Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV.7. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo en el SA. Fuente: Elaboración propia.

Herbáceo					
Especie	**Abundancia**	**Densidad (Relativa)**	**Frecuencia (Relativa)**	**Dominancia (Relativa)**	**IVI**
Flaveria linearis	5	3.16	9.09	40.79	53.05
Paspalum fimbriatum	47	29.75	18.18	4.13	52.05
Fimbristylis cymosa	27	17.09	9.09	10.71	36.89
Waltheria indica	4	2.53	9.09	22.97	34.59
Lactuca intybacea	18	11.39	4.55	8.61	24.55
Sporobolus virginicus	17	10.76	9.09	1.09	20.94
Chamaecrista glandulosa	18	11.39	4.55	1.98	17.92
Lippia graveolens	9	5.70	9.09	0.62	15.40
Ambrosia hispida	4	2.53	4.55	3.75	10.83
Passiflora foetida	1	0.63	4.55	3.75	8.93
Euphorbia hypericifolia	3	1.90	4.55	0.92	7.36
Commelina erecta	2	1.27	4.55	0.22	6.03
Euphorbia cyathophora	2	1.27	4.55	0.15	5.96
Bravaisia berlandieriana	1	0.63	4.55	0.31	5.48

De acuerdo con el análisis del IVI para este estrato, *Flaveria linaris* presentó un valor de 53.05, seguido de *Paspalum fimbriatum* con 52.05*;* es importante mencionar que *F. linearis* presenta una abundancia de 5 individuos por lo que su valor elevado de IVI corresponde a la cobertura que ocupa. Las especies restantes presentan valores menores a 15. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

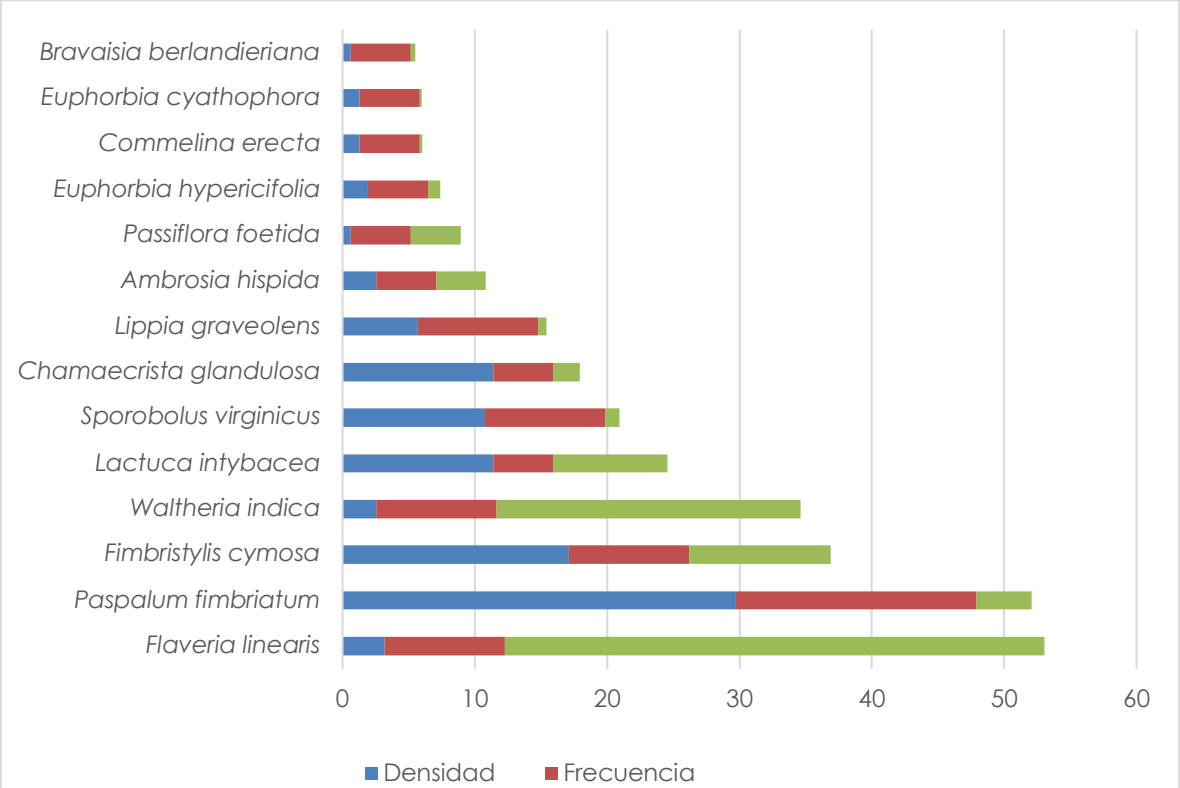


Figura IV.19. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo en el SA. Fuente: Elaboración propia.

- **Abundancia e IVI del estrato arbóreo del Área de Proyecto**

En el estrato arbóreo del AP se registraron 3 individuos de tres especies diferentes, *Coccoloba uvifera*, *Metopium brownei*, *Semialarium mexicanum*. En la siguiente tabla se muestran los valores de abundancia, densidad, frecuencia, dominancia e IVI de cada especie registrada en el estrato arbóreo.

Tabla IV.8. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI de las especies arbóreas en el AP. Fuente: Elaboración propia.

Arbóreo					
Especie	Abundancia	Densidad (Relativa)	Frecuencia (Relativa)	Dominancia (Relativa)	IVI
Coccoloba uvifera	1	33.33	33.33	72.74	139.40
Metopium brownei	1	33.33	33.33	16.15	82.82
Semialarium mexicanum	1	33.33	33.33	11.11	77.78

En el siguiente gráfico se representan los valores de IVI de las especies arbóreas registradas; *Coccoloba uvifera* obtuvo el valor más alto con 139.40 ya que ocupaba una cobertura de 14 metros cuadrados. Tal como se puede observar, la estructura del estrato arbóreo está representado por estas tres especies.

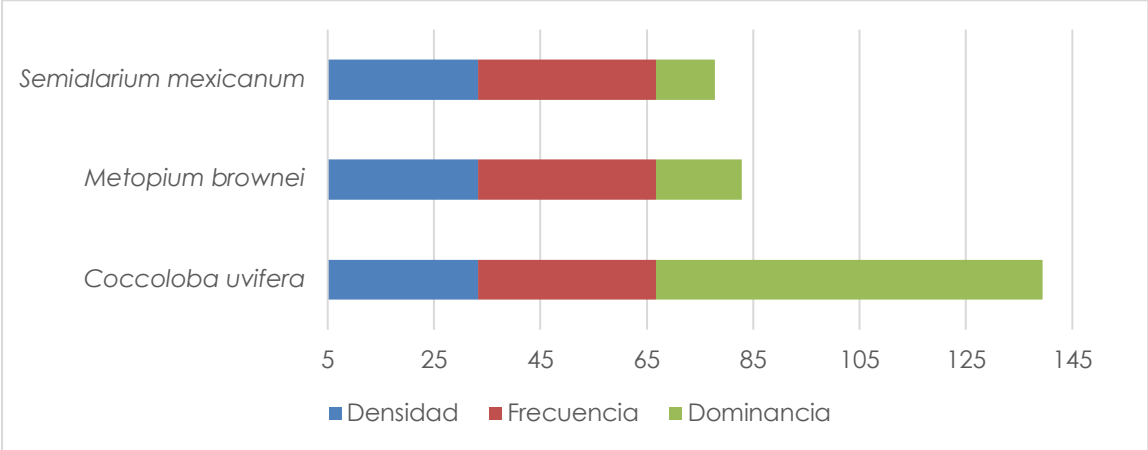


Figura IV.20. Índice de valor de Importancia de las especies del estrato arbóreo en el AP. Fuente: Elaboración propia.

- **Abundancia e IVI del estrato de cactáceas, agaves, palmas y orquídeas en el Área de Proyecto**

En este estrato se registraron 140 individuos de cinco especies diferentes. Las especies más abundantes fueron *Cocos nucifera* con 60 individuos, seguido de *Agave angustifolia* con 43 y *Opuntia stricta* con 20. En la siguiente tabla se presentan las especies identificadas dentro de este estrato.

Tabla IV.9. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato de cactáceas, agaves, palmas y orquídeas en el AP. Fuente: Elaboración propia.

Cactáceas, agaves, palmas y orquídeas					
Especie	**Abundancia**	**Densidad (Relativa)**	**Frecuencia (Relativa)**	**Dominancia (Relativa)**	**IVI**
Cocos nucifera	60	42.86	9.09	71.66	123.61
Agave angustifolia	43	30.71	18.18	3.88	52.77
Opuntia stricta	20	14.29	18.18	1.20	33.67
Thrinax radiata	16	11.43	45.45	22.62	79.51
Acanthocereus tetragonus	1	0.71	9.09	0.64	10.45

De acuerdo con el análisis del IVI, para este estrato *Cocos nucifera* es la especie que presentó el valor de IVI más alto con 123.61, seguido de *Agave angustifolia* con 52.77. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

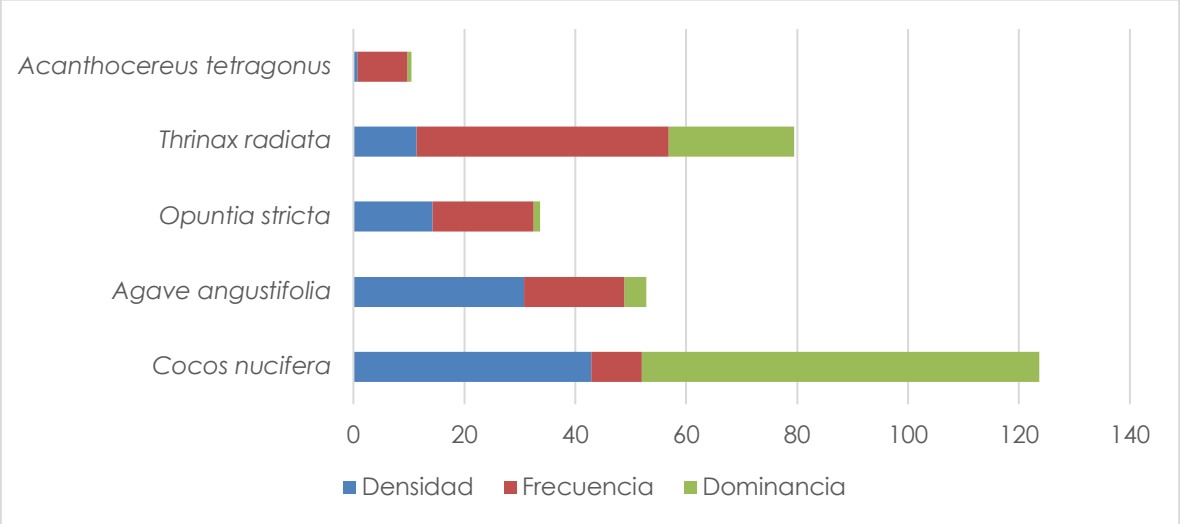


Figura IV.21. Índice de valor de importancia del estrato de cactáceas, agaves, palmas y orquídeas en el AP. Fuente: Elaboración propia.

- **Abundancia e IVI del estrato arbustivo en el Área de Proyecto**

En este estrato se identificaron 17 especies, con un registro total de 150 individuos, siendo *Metopium brownei* la especie arbustiva con mayor número de registros 36 individuos, seguido de *Bravaisia berlandieriana* con 17, el resto de los individuos presenta 15 o menos registros. El listado de especies arbustivas del AP se presenta en la siguiente tabla.

Tabla IV.10. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato arbustivo en el AP. Fuente: Elaboración propia.

Arbustivo					
Especie	**Abundancia**	**Densidad (Relativa)**	**Frecuencia (Relativa)**	**Dominancia (Relativa)**	**IVI**
Tara vesicaria	15	10.00	11.11	36.54	57.65
Metopium brownei	36	24.00	11.11	6.63	41.74
Quadrella incana	10	6.67	11.11	10.32	28.10
Sideroxylon americanum	6	4.00	5.56	16.59	26.14
Bravaisia berlandieriana	17	11.33	5.56	5.37	22.26
Gossypium hirsutum	10	6.67	8.33	5.72	20.72
Bonellia macrocarpa	8	5.33	11.11	1.55	17.99
Malvaviscus arboreus	11	7.33	8.33	2.23	17.89
Lippia graveolens	8	5.33	5.56	4.73	15.62
Diospyros tetrasperma	12	8.00	2.78	2.18	12.96
Porophyllum punctatum	5	3.33	2.78	1.18	7.29
Cascabela thevetia	2	1.33	2.78	2.69	6.80
Psidium guajava	2	1.33	2.78	2.57	6.68
Neea psychotrioides	4	2.67	2.78	1.08	6.53
Solanum dasyanthum	2	1.33	2.78	0.12	4.23

Arbustivo					
Especie	**Abundancia**	**Densidad (Relativa)**	**Frecuencia (Relativa)**	**Dominancia (Relativa)**	**IVI**
Crossopetalum rhacoma	1	0.67	2.78	0.42	3.86
Ricinus communis	1	0.67	2.78	0.09	3.53

De acuerdo con el análisis del IVI para el estrato arbustivo, *Tara vesicaria* presenta el valor de IVI más alto con 57.65, seguido de *Metopium brownei* con 41.74. El valor de *T. versicaria* es representado principalmente por la cobertura que ocupa. El Índice de valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

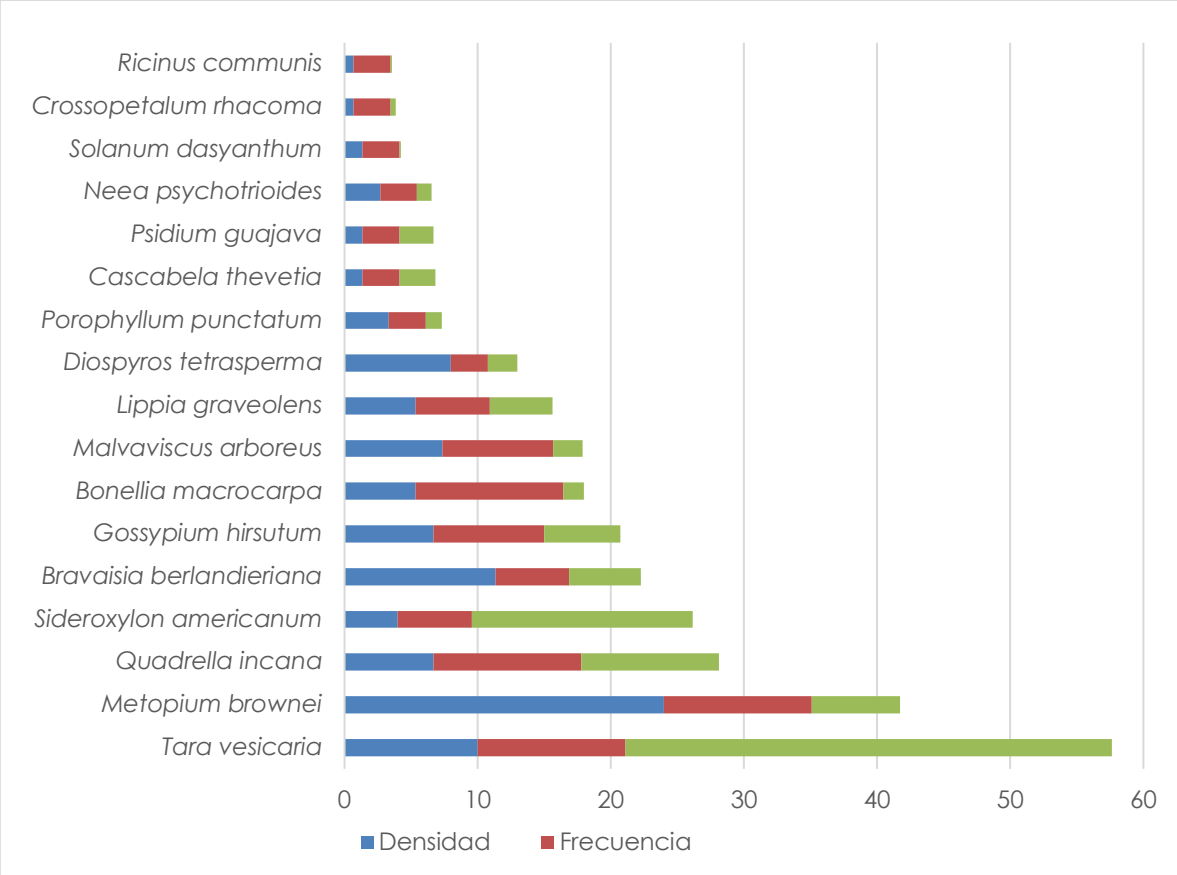


Figura IV.22. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo en el AP. Fuente: Elaboración propia.

- **Abundancia e IVI del estrato herbáceo en el Área de Proyecto**

La composición florística del estrato herbáceo fue de 17 especies producto del registro de 177 individuos. Las especies con mayor abundancia son *Paspalum fimbriatum* con 41 individuos, *Sporobolus virginicus* con 37 y *Lippia graveolens* con 37. Las especies herbáceas registradas en el Área de Proyecto se enlistan en la tabla siguiente.

Tabla IV.11. Valores de densidad, frecuencia, dominancia e IVI del estrato herbáceo en el AP. Fuente: Elaboración propia.

Herbáceo					
Especie	**Abundancia**	**Densidad (Relativa)**	**Frecuencia (Relativa)**	**Dominancia (Relativa)**	**IVI**
Paspalum fimbriatum	41	23.16	10.71	17.10	50.98
Sporobolus virginicus	37	20.90	10.71	14.88	46.50
Alternanthera flavescens	16	9.04	3.57	23.37	35.98
Lippia graveolens	27	15.25	14.29	1.32	30.86
Waltheria indica	17	9.60	10.71	6.32	26.64
Porophyllum punctatum	2	1.13	3.57	16.89	21.59
Bidens alba	18	10.17	7.14	3.00	20.31
Ipomoea pes-caprae	1	0.56	3.57	9.13	13.27
Tridax procumbens	2	1.13	3.57	5.52	10.22
Metopium brownei	3	1.69	7.14	0.84	9.68
Euphorbia hypericifolia	5	2.82	3.57	0.37	6.77
Capraria biflora	2	1.13	3.57	0.36	5.06
Lactuca intybacea	2	1.13	3.57	0.01	4.71
Bonellia macrocarpa	1	0.56	3.57	0.37	4.50
Gossypium hirsutum	1	0.56	3.57	0.37	4.50
Passiflora foetida	1	0.56	3.57	0.15	4.29
Malvaviscus arboreus	1	0.56	3.57	0.01	4.15

De acuerdo con el análisis del IVI para el estrato herbáceo, *Paspalum fimbriatum* presenta un valor de 50.98 y *Sporobolus virginicus* con 46.50.

El valor de importancia de cada especie se representa en la siguiente gráfica.

IV.4.1.2.2.5. Índice de diversidad de Shannon (H') y Equidad de Pielou (J') en el SA

En los ecosistemas naturales el índice de diversidad de Shannon toma valores desde 0 y no tiene límite superior. Cuando se presenta un valor de cero significa que hay una sola especie en la muestra y cuando hay un valor alto (>5) nos indica que las especies están representadas por el mismo número de individuos (comunidad en equilibrio). El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que puede superar este valor, en contraparte, se ha considerado que ecosistemas con cierto grado de conservación presentan valores superiores a 3 y ecosistemas con valores menores a 2 presentan diversidades bajas.

Por otra parte, el índice de Equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, este índice toma en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

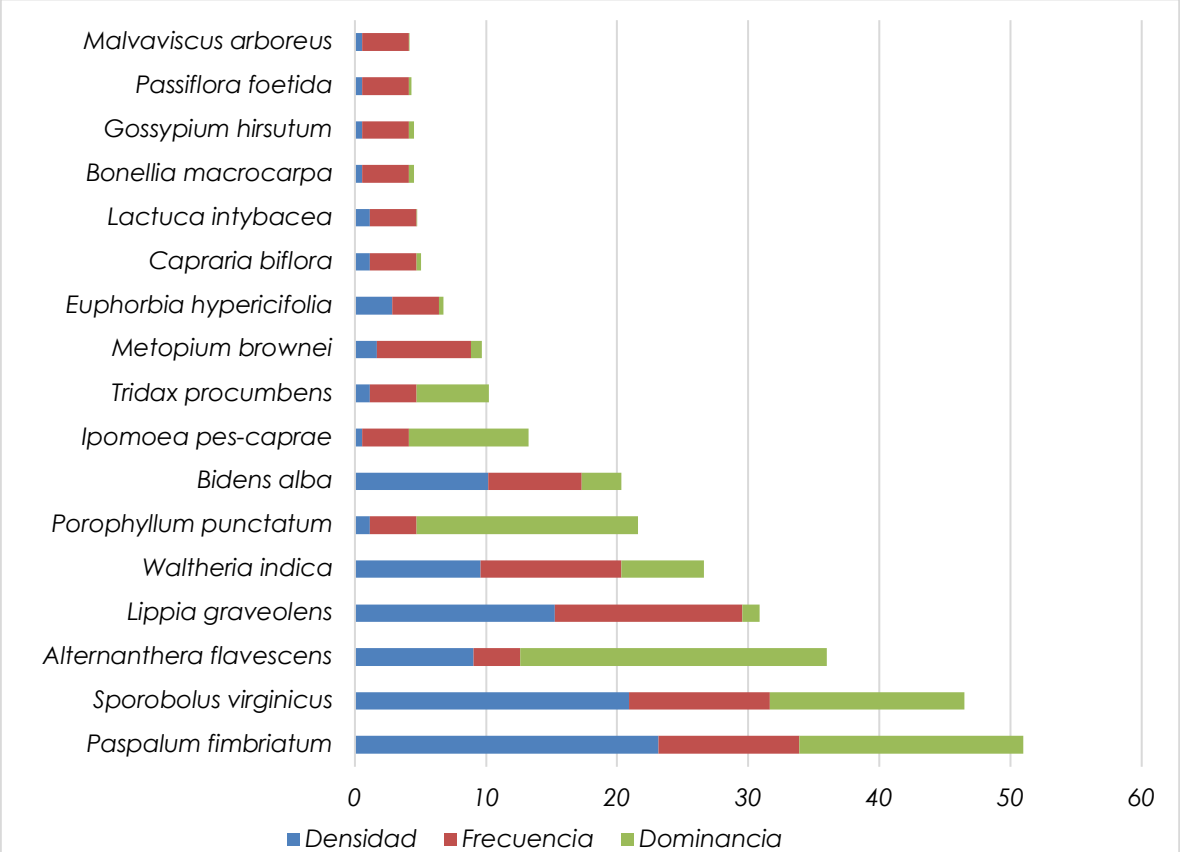


Figura IV.23. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo en el AP. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los datos para los índices antes mencionados.

- **Índice de Diversidad de Shannon (H')**

En el **SA** se registraron 36 especies, distribuidas en cuatro estratos diferentes. Para el estrato **arbóreo** no se registraron individuos. En el estrato **arbustivo** se registraron 11 especies, con un valor de 1.8992, lo que representa una diversidad baja. Para el estrato de **cactáceas, agaves, palmas y orquídeas** se registraron 11 especies por lo que el valor del índice de Shannon es de 1.5834 que corresponde a una diversidad baja. Finalmente, para el estrato **herbáceo** se registraron 14 especies con un valor de 2.1060 que representan una diversidad media.

En el **Área de Proyecto** se registraron 33 especies, con valores de diversidad baja-media. En el estrato **arbóreo** se registraron 3 especies con un valor de diversidad de 1.0986. Para el estrato **arbustivo** se registraron 17 especies que representan un valor de 2.4652. En el estrato de **cactáceas, agaves, palmas y orquídeas** se registraron cinco especies y un valor de diversidad de 1.2869. En lo que respecta al estrato **herbáceo** se registraron 17 especies con un valor de diversidad de 2.1463.

En el siguiente gráfico se presentan los valores del índice de Shannon para cada estrato y tipo de vegetación en el SA y AP.

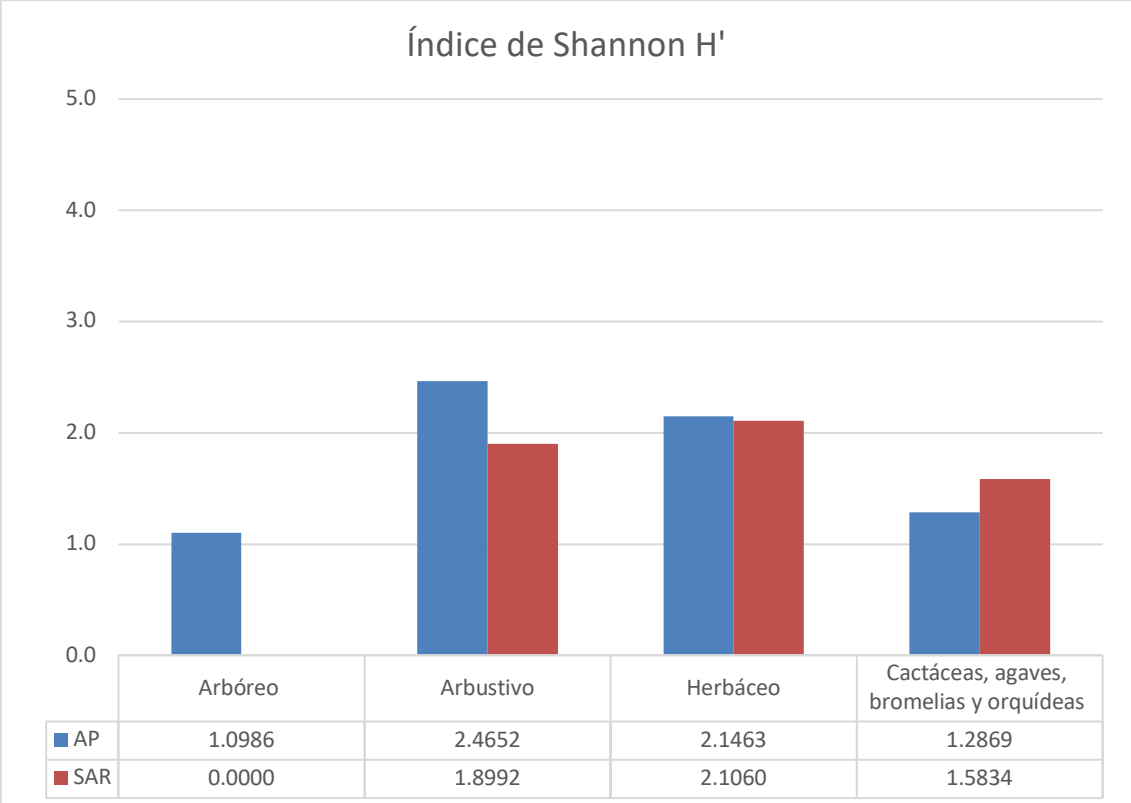


Figura IV.24. Índice de biodiversidad de Shannon (H') para los estratos del SA y AP. Fuente: Elaboración propia.

- **Índice de Equidad de Pielou (J')**

El índice de Equidad de Pielou toma en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas, a continuación, se presentan los valores para el SA y AP.

En el SA no se identificó un estrato **arbóreo** en los sitios de muestreo; en el caso del estrato **arbustivo** el valor fue de 0.7920; para el estrato de **cactáceas, agaves, palmas y orquídeas** fue de 0.6603 y finalmente el estrato de **herbáceas** presentó un valor de 0.7980. Los resultados muestran que en general las especies en los diferentes estratos tienen una tendencia a la homogeneidad, lo cual significa que están igualmente distribuidas.

En el Área de Proyecto, el estrato **arbóreo** presentó un valor de equidad de 1 ya que existe la misma abundancia en las tres especies registradas; el estrato **arbustivo** presentó un valor de 0.8701; el estrato de **cactáceas, agaves, palmas y orquídeas** de 0.7996 y el estrato **herbáceo** un valor de 0.7575. Estos resultados muestran que las especies de los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceos y cactáceas tienen tendencia a la homogeneidad por presencia de especies dominantes.

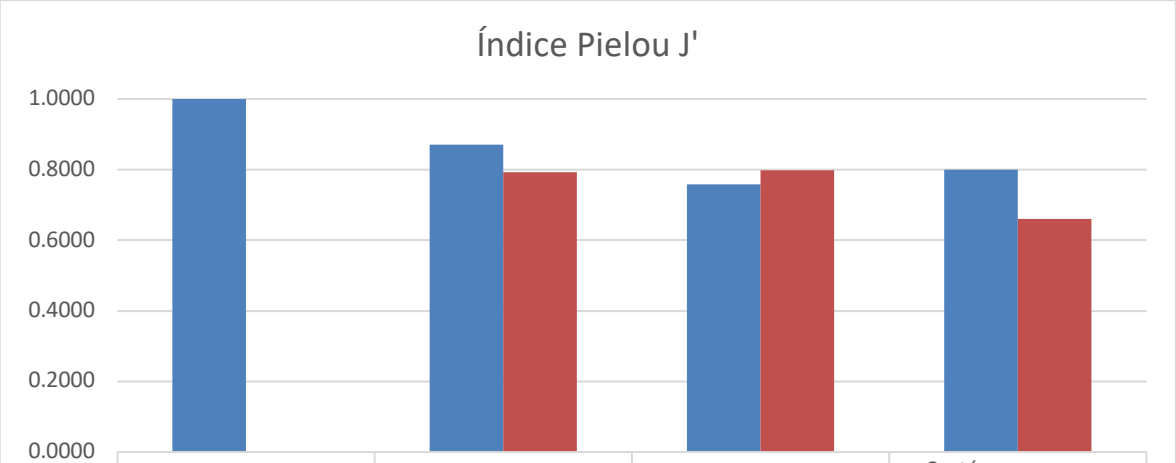


Figura IV.25. Índice de Equidad de Pielou para los estratos del SA y AP. Fuente: Elaboración propia.

IV.4.1.2.2.6. Descripción de la estructura vertical de la vegetación en el AP y SA

En el Área de Proyecto, la altura promedio del estrato arbóreo fue de 3.6 m y el árbol más alto registrado tuvo 4.6 m correspondiendo a un individuo de *Metopium brownei*. En el estrato arbustivo, la altura promedio de las especies fue de 1.1 m y los individuos de mayor altura fueron *Metopium brownei* y *Sideroxylon americanum* con 3.0 m. En el grupo de Cactáceas, agaves, palmas y orquídeas, la altura promedio del estrato fue 1.4 m, siendo *Cocos nucifera* la especie con mayor altura, de 9.3 m. En el estrato herbáceo, la altura promedio fue de 0.27 m y la especie de mayor altura fue *Porophyllum punctatum* con 0.49 m.

En el Sistema Ambiental, no se registró estrato arbóreo. En el estrato arbustivo, la altura promedio de las especies fue de 0.94 m y el individuo de mayor altura fue *Tara vesicaria* de 3.0 m. En el grupo de Cactáceas, agaves, palmas y orquídeas, la altura promedio en este estrato fue 0.55 m, siendo *Thrinax radiata* la especie con mayor altura, de 2.0 m. En el estrato herbáceo, la altura promedio fue de 0.21 m y las especies de mayor altura fueron *Flaveria linearis, Passiflora foetida* y *Waltheria indica* con 0.40 m.

En ambos casos, SA y AP, la altura de la vegetación registrada corresponde con lo que se reporta para vegetación de dunas costeras. Los arbustos registrados en ambas zonas son especies importantes en la estructura de esta vegetación.

IV.4.1.2.2.7. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

En este apartado, se realizó una revisión de las especies de flora que se encuentra enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Derivado de los muestreos, en el SA se registraron tres especies, las cuales son: *Coccothrinax readii y Thrinax radiata* en la categoría de Amenazadas (A) y *Mammillaria gaumeri* en Peligro de extinción (P).

Dentro del Área del Proyecto se registró a *Thrinax radiata,* una de las palmas emblemáticas de la Península de Yucatán. Esta especie se distribuye en línea costera en los estados de Yucatán y Quintana Roo. Esta palma crece tanto en la duna costera como en las selvas medianas desde Celestún (Yucatán) hasta Chetumal (Quintana Roo). *Thrinax radiata* es una palma monoica con tallo solitario, el ápice del tallo está cubierto por una fibra dispuesta irregularmente en la parte superior; el peciolo carece de espinas en los márgenes; tiene hojas palmadas (con forma de abanico); tiene una hástula prominente en el ápice del pecíolo (se ve como una uña erecta en la cara superior de la hoja; las flores son blanquecinas y los frutos globulares de menos de 1 cm, de color blanco una vez maduros.

Si bien, en las parcelas circulares de muestreo realizadas en el Área de Proyecto no se registraron individuos de *Mammillaria gaumeri (P)*, en los recorridos realizados en el AP sí se encontraron individuos aislados de esta cactácea. *Mammillaria gaumeri* es una cactácea rara y endémica de la Península de Yucatán cuyo estudio poblacional es relevante porque es una de las especies de la región con mayor grado de vulnerabilidad, debido a su restringida distribución y especificidad de hábitat. Además, las actividades humanas y la consecuente perturbación de su hábitat han llevado a condiciones críticas sus escasas poblaciones.



Figura IV.26. *Mammillaria gaumeri* identificada en recorridos en el AP. Fuente: Equipo técnico.

IV.4.1.2.3. Programa de rescate de especies arbóreas

La conservación *in situ* de las especies de flora y fauna, a través de su rescate y reubicación, es una estrategia para conservar la biodiversidad debido a que, a través de ésta, se mantiene la variabilidad genética de las especies dentro de los ecosistemas y se rescatan ejemplares nativos de la región, lo que aumenta su probabilidad de supervivencia. Actualmente se presenta un incremento paulatino del número de especies que se encuentran en peligro de extinción y/o necesitan de medidas legales para su protección y conservación.

- **Flora considerada para el rescate**

Se pretende realizar actividades de conservación de la flora mediante el rescate y reubicación de individuos completos y en caso de que sea complicada la extracción de los individuos completos se realizara la adquisición de ejemplares en viveros certificados por la CONAFOR. Las especies seleccionadas para rescate se evaluaron en primera instancia, de acuerdo con su presencia en algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como segundo criterio se consideraron especies de difícil regeneración y/o lento crecimiento y aquellas especies que presenten algún valor ecológico, cultural o de otro tipo en el área en donde se efectuará el proyecto; finalmente se consideró el Índice de Valor de Importancia estimado para las especies. El listado de las especies consideradas para las acciones de rescate de flora se muestra a continuación.

Tabla IV.12. Especies propuestas para el rescate y reubicación. Fuente: Equipo técnico.

ESPECIES DE FLORA PROPUESTAS PARA EL RESCATE - REUBICACIÓN	
Nombre científico	**Nombre común**
Coccothrinax readii	Náaj k'aax
Thrinax radiata	Chit
Mammillaria gaumeri	K'iix pak' am
Agave angustifolia	Ch'elem
Acanthocereus tetragonus	Tsakam
Opuntia stricta	Tuna
Ipomoea pes-caprae	Campanilla
Myrmecophila christinae	Xon-ikni
Tillandsia dasyliriifolia	Xch'u'
Tillandsia balbisiana	Xch'u'

- **Actividades para las acciones de rescate**

Es importante mencionar que será imposible y poco factible rescatar en su totalidad los ejemplares que serán afectados por las actividades propias del proyecto, de tal manera que el rescate deberá de centrarse en aquellos ejemplares que reúnan los elementos

necesarios para su protección (importancia biológica, tamaño, tipo de hábito de crecimiento), así como su viabilidad de resistencia en el área de confinamiento. Las especies rescatadas serán ubicadas en el área de confinamiento, para posteriormente ubicarlas en los lugares dispuestos para las acciones de reubicación.

De preferencia antes de realizar la actividad de desentierro de ejemplares, se definirán claramente los siguientes aspectos:

- Época del año (mes) en que se producirá el rescate y programación de las actividades con fecha y calendario de trabajo.
- Forma de preparación del sustrato del sitio de disposición final en función de las condiciones del suelo local. Se considera principalmente realizar descompactación del suelo previa para ubicar a los individuos.

En la ejecución de las acciones propuestas se establecen las siguientes actividades:

- Desentierro de los ejemplares detectados y que están bajo riesgo de ser impactados, tratando de no dañar los cuerpos de las plantas.
- Limpieza total de la tierra de las raíces, y efectuar una poda fuerte de las raíces y aplicación de fungicida sobre ellas (BENLATE, CAPTAN o cualquier otro fungicida comercial en polvo). La poda al sistema radical debe dejar sólo las raíces principales y con un tamaño considerable.
- Se debe procurar que las plantas no estén expuestas a condiciones climáticas extremas como alta humedad y exposición directa al sol.
- Finalmente, los ejemplares deberán ser dispuestos sobre el terreno, tapados con substrato SIN ENTERRAR las plantas, NI COMPACTAR el entorno a ellas. Si el trasplante se realiza en primavera, se considerará realizar un riego mensual, durante tres meses, en caso de que no se registren precipitaciones posteriormente a la ubicación de los ejemplares en terreno.
- Los individuos se dispondrán en situaciones de semisombra (bajo arbustos), por lo cual se propone que la reubicación de los ejemplares se realice en la zona de las tierras frágiles que se proponen en el presente estudio.
- Se debe considerar que al momento de realizar la extracción de los individuos se debe marcar su orientación hacia el norte para que al momento de ser trasplantados se respete su exposición natural, lo cual fomentará la buena adaptación del individuo a su nuevo entorno.

Al momento de la plantación hay que tener las siguientes consideraciones:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Se quita el envase sin dañar la raíz (retirar el envase de plástico de la planta).
3. Antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.

4. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.
5. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.

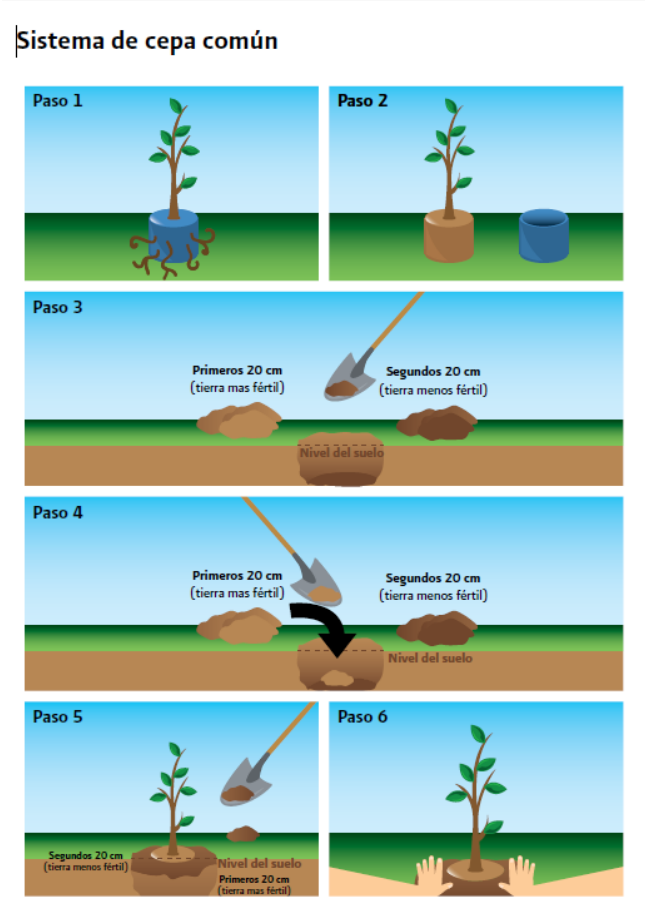


Figura IV.27. Ejemplio del sistema de cepa común. Fuente: Practicas de reforestación CONAFOR - SEMARNAT[17]

IV.1.2.4. CONCLUSIONES FINALES

SISTEMA AMBIENTAL

- El trabajo de caracterización de la flora en el Sistema Ambiental indicó que: el tipo de vegetación confirmado fue **matorral de duna costera**
- En el Sistema Ambiental se realizaron 6 sitios de muestreo; se identificaron 36 especies
- Análisis de esfuerzo de muestreo: los estimadores que mejor describieron la riqueza en el SA fueron: Bootstrap con una riqueza estimada de 38.96 y Chao 1 con 34.14

[17] Comisión Nacional Forestal. (2010). Prácticas de reforestación, Manual básico. CONAFOR.

especies. El porcentaje de completitud para el estimador de incidencia Bootstrap fue 87.27% y para el estimador de abundancia Chao 1 fue 99.59%
- Estrato arbóreo: No fueron registrados individuos arbóreos
- Estrato de cactáceas, agaves, palmas y orquídeas, 11 especies registradas. El valor del índice de Shannon fue 1.5834, indica baja diversidad. El índice de equidad de Pielou fue 0.6603
- Estrato arbustivo, 11 especies registradas. El índice de Shannon fue 1.8992, indica diversidad media. El índice de equidad de Pielou fue 0.7920
- Estrato herbáceo, 14 especies registradas. El índice de Shannon fue 2.1060, diversidad media. El índice de equidad de Pielou fue 0.7980

Área de Proyecto

- El trabajo de caracterización de la flora en el Área de Proyecto indicó que: el tipo de vegetación confirmado fue **matorral de duna costera**.
- En el Área de Proyecto se realizaron 6 sitios de muestreo; se identificaron 33 especies
- Análisis de esfuerzo de muestreo: los estimadores que mejor describieron la riqueza en el AP fueron: Bootstrap con una riqueza estimada de 41.89 y ACE con 42.05 especies. El porcentaje de completitud para el estimador de incidencia Bootstrap fue 83.55% y para el estimador de abundancia ACE fue 83.23%
- Estrato arbóreo, 3 especies registradas. El valor del índice de Shannon fue 1.0986, indica una diversidad baja. El índice de equidad de Pielou fue 1.0
- Estrato de cactáceas, agaves y palmas, 5 especies registradas. El valor del índice de Shannon fue 1.2869, indica una baja diversidad. El índice de equidad de Pielou fue 0.7996
- Estrato arbustivo, 17 especies registradas. El índice de Shannon fue 2.4652, indica diversidad media. El índice de equidad de Pielou fue 0.8701
- Estrato de herbáceo, 17 especies registradas. El índice de Shannon fue 2.1463, diversidad media. El índice de equidad de Pielou fue 0.7575

Las especies registradas en el SA y el AP corresponden a especies características de vegetación de duna costera, entre ellos destacan *Tara vesicara*, *Agave angustifolia*, *Metopium brownei*, *Opuntia stricta, Crossopetalum rhacoma, Flaveria linaris, Coccoloba uvifera, Semialarium mexicanum, Bravaisia berlandieriana, Lippia graveolens, Thrinax radiata, Coccothrinax readii*, entre otras.

Finalmente, los valores del índice de Shannon obtenidos en el SA y el Área de Proyecto indican componentes medios a bajos de diversidad, lo que es explicado porque se trata de un tipo de vegetación único/específico con pocas especies adaptadas a condiciones de alta salinidad y filtración, así como de poca materia orgánica.

IV.4.2. Fauna

En el presente apartado, se describe la estructura y composición de la fauna presente en el Área del Proyecto y su Sistema Ambiental. Para la descripción cualitativa y cuantitativa se utilizaron los datos obtenidos en campo durante este año 2025. La metodología utilizada se describe a continuación.

IV.4.2.1. Metodología

Previo al trabajo de campo se eligieron los métodos de muestreo más adecuados de acuerdo con el ciclo biológico de las especies a muestrear, el hábitat presente en el área de estudio y el periodo de tiempo disponible. La elección de los sitios de muestreo se realizó mediante la selección de hábitats representativos para la fauna silvestre tanto en el AP como SA con el uso de imágenes de satélite y de los tipos de vegetación. Su distribución se realizó respetando los supuestos del método de muestreo elegido. Se desarrollaron métodos directos e indirectos para poder registrar la mayor cantidad de especies posibles.

Herpetofauna

Transectos de búsqueda intensiva. El registro de la herpetofauna (anfibios y reptiles) se llevó a cabo mediante la técnica de búsqueda intensiva; esta consiste en la observación, conteo y captura de individuos en los diferentes tipos de hábitats y microhábitats (bajo rocas, troncos, hojarasca, grietas, etc.) a través de recorridos a lo largo de transectos de distancia fija. La manipulación se realizó siempre que fue necesaria, con ayuda de gancho herpetológico y guantes. La identificación de los individuos se realizó mediante la experiencia del técnico y con ayuda de guías de campo especializadas. Este tipo de método (Angulo *et al.,* 2006; Aguirre-León, 2011) permite evaluar diferencias faunísticas entre varias áreas (gradientes topográficos, gradientes de hábitat, zonas con diferente tipo de vegetación, etc.).

Para la caracterización, se realizaron 6 transectos de 60 metros de largo y cuatro de ancho, distribuidos, 3 en el Área del Proyecto (AP) y 3 en el Sistema Ambiental (SA). Estos fueron realizados a media mañana (9:00 am) para el registro de las especies diurnas y replicados al anochecer (7:00 pm) para el registro de las especies nocturnas. La información recabada corresponde a la especie y número de individuos, así como información biológica de relevancia y características particulares en el caso de los individuos que no pudieron ser identificados en campo.



Figura IV.28. Búsqueda activa y registro fotográfico de anfibios y reptiles en el AP y SA del proyecto.

Adicionalmente, para enriquecer el listado, se realizaron colectas *Ad libitum*, las cuales consisten en registrar aquellas especies de manera oportunista en diferentes puntos (durante los desplazamientos al interior del SA) y que para fines del método no entran en los transectos y no se tomaron en cuenta para los análisis estadísticos.

A continuación, se presenta la ubicación y distribución de los transectos implementados para el muestreo de la herpetofauna.

Tabla IV.13. Ubicación de los transectos realizados para el muestreo de la herpetofauna (AP y SA).

TRANSECTOS HERPETOFAUNA						
D	Zona	Coordenada inicial		Coordenada final		Longitud (m)
		Este	Norte	Este	Norte	
TransHerpAP1	AP	231832.37	2357361.40	231837.04	2357299.70	60
TransHerpAP2	AP	231832.85	2357246.20	231875.14	2357204.21	60
TransHerpAP3	AP	231762.42	2357188.19	231704.51	2357171.77	60
TransHerpSA1	SA	231691.58	2357105.46	231755.48	2357108.04	60
TransHerpSA2	SA	232084.21	2357182.43	232023.86	2357174.35	60
TransHerpSA3	SA	232989.06	2357351.57	232927.83	2357345.32	60

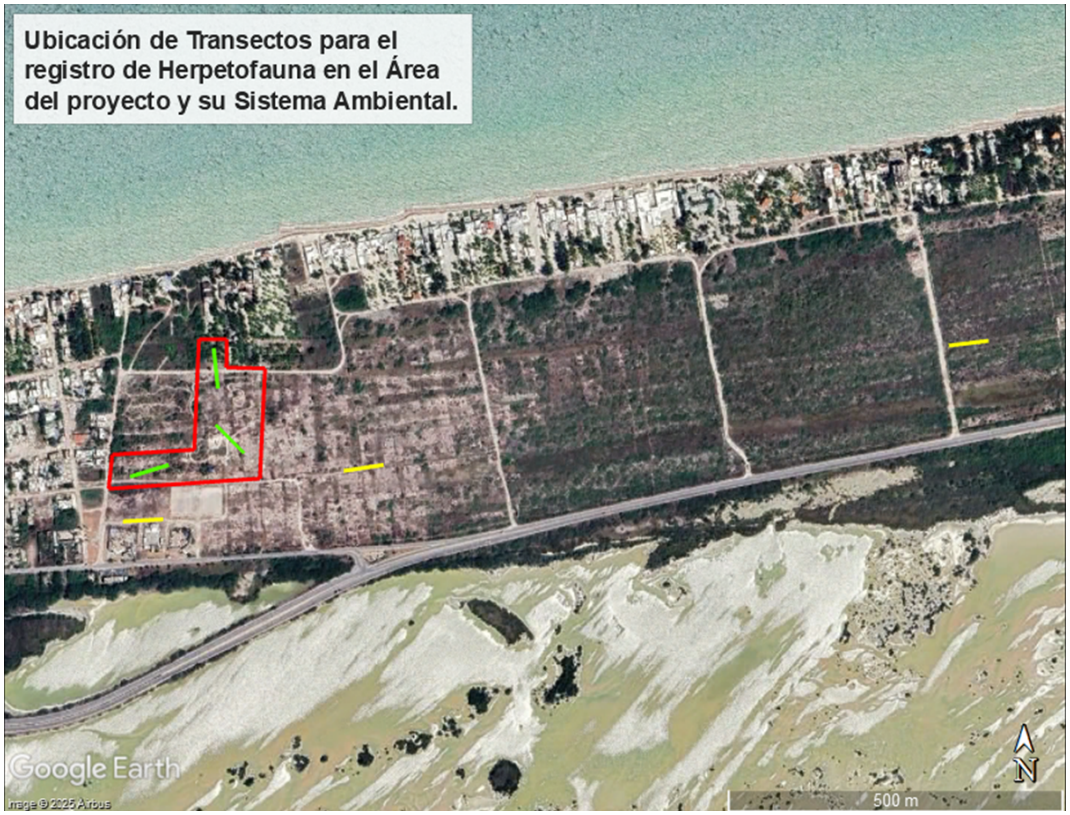


Figura IV.29. Ubicación de los transectos para el muestreo de herpetofauna en el AP y SAR del Proyecto.

Avifauna

El método seleccionado para el registro de aves fue el de puntos de conteo con radio fijo, el cual consistió en realizar un total de 6 puntos de 25 m de radio, 3 en el AP y otros 3 en el SAR del proyecto. Para ejecutar este método, el especialista se ubica en un punto predeterminado y registra, ya sea por canto o visualmente, a todas las aves que se encuentren dentro de la distancia y en el tiempo predeterminados (Bibby et al. 1993). Esta técnica permite al observador generar una lista de las especies y hace posible detectar un gran número de individuos en un corto período de tiempo, además, se puede realizar en una amplia variedad de terrenos, lo cual lo convierte en una de las técnicas más utilizadas en los estudios ornitológicos.

Los puntos de conteo fueron realizados en las primeras horas de la mañana (06:00 – 08:00 hrs), ya que corresponde al lapso del día en que la avifauna presenta un pico de actividad, por lo tanto, facilita su detección visual y/o acústica. Los especialistas emplearon binoculares 10x42, cámara fotográfica, bitácora y GPS para el registro de especies y coordenadas.





Figura IV.30. Observación y registro fotográfico de aves en los diferentes hábitats del AP y SA del Proyecto.

Tabla IV.14. Ubicación de los puntos de conteo realizados para el muestreo de aves (AP y SA).

PUNTOS DE CONTEO AVES			
D	Zona	Coordenadas	
		Este	Norte
PuntAvesAP1	AP	231834.00	2357344.00
PuntAvesAP2	AP	231884.00	2357243.00
PuntAvesAP3	AP	231787.00	2357178.00
PuntAvesSA1	SA	232074.00	2357112.00
PuntAvesSA2	SA	232348.00	2357338.00
PuntAvesSA3	SA	232911.00	2357346.00

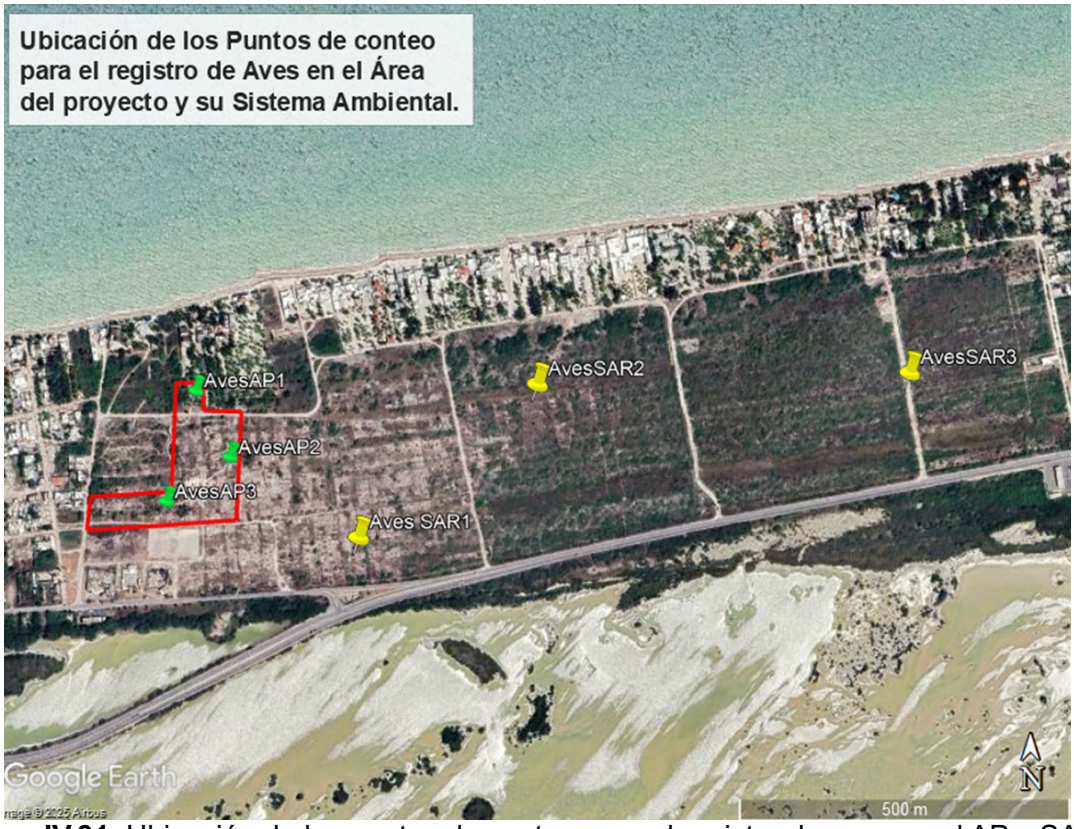


Figura IV.31. Ubicación de los puntos de conteo para el registro de aves en el AP y SA del Proyecto.

Mamíferos pequeños

Trampeo Sherman

Para el registro de pequeños roedores, se implementaron 20 trampas tipo Sherman plegadizas (8x9x23) una noche en el AP y una en el SA (dos noches totales), colocadas con dos líneas con una separación de 10 m entre línea y entre trampas. Se cubrió un área de 195 m^2 por sitio. La distancia se determinó con respecto a lo que recorre en promedio un individuo durante una noche (Cimé-Pool et al., 2002; Hernández-Betancourt et al., 2008a). Como cebo se usó semillas de girasol (*Helianthus annus*; Cimé-Pool et al., 2020; Hernández-Betancourt et al., 2008b; 2012; MacSwiney et al., 2012). El esfuerzo total de captura fue de 40 noches trampa (20 noches trampa en el SA y 20 noches trampa en el AP).

La identificación de los ejemplares se realizó a partir de guías de campo (Ceballos y Oliva, 2005; Reid, 2009). La ubicación de las estaciones de trampeo se presenta a continuación y su distribución más adelante.



Figura IV.32. Instalación y revisión de trampas Sherman en el AP y SA del proyecto.

Tabla IV.15. Ubicación de las estaciones de trampeo para el muestreo de mamíferos pequeños (Sherman) en el AP y SA del proyecto.

ESTACIONES DE TRAMPEO SHERMAN					
D	Zona	Coordenada inicial		Coordenada final	
		Este	Norte	Este	Norte
LineaSherAP1	AP	231851.76	2357279.37	231849.59	2357228.89
LineaSherSAR1	SAR	233004.34	2357356.40	232955.05	2357348.05

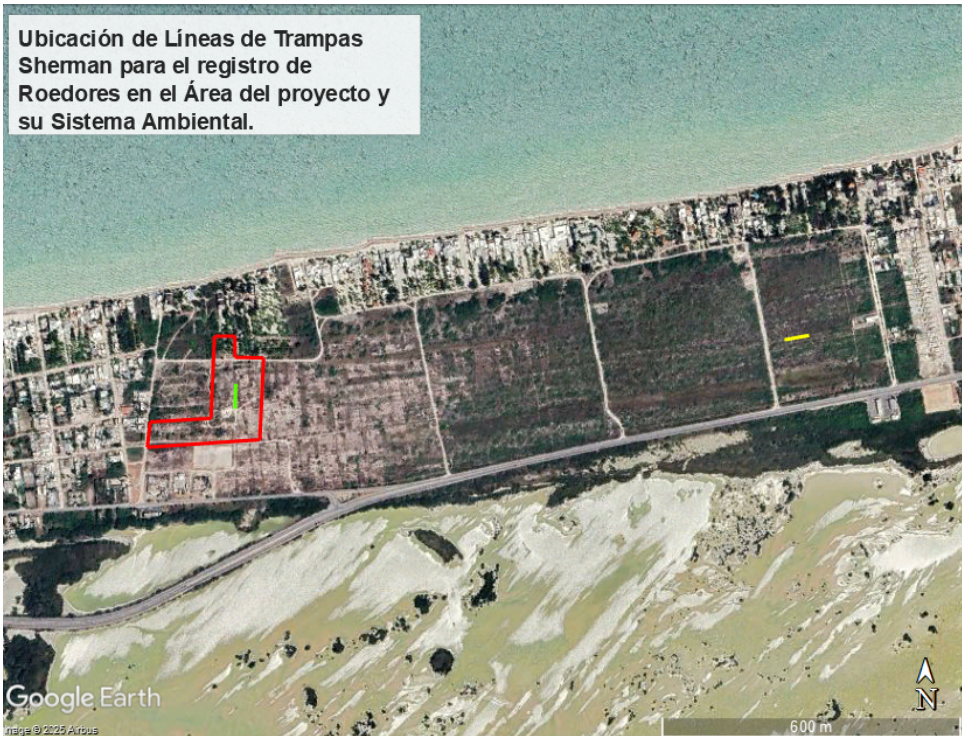


Figura IV.33. Ubicación de los puntos de conteo para el registro de aves en el AP y SA del Proyecto.

Mamíferos medianos y grandes

Transectos

Para el registro de los mamíferos medianos y grandes se realizaron 6 transectos en banda, de aproximadamente 60 metros de longitud y diez metros de ancho; los cuales se distribuyeron, 3 en el AP y 3 en el SA. Esta técnica consiste en registrar a los individuos y rastros observados a lo largo de la línea de progresión del observador (Tellería, 1986). Para el presente muestreo se realizaron únicamente transectos diurnos (8:00-12:00), registrando avistamientos directos y rastros indirectos: huellas, excretas, rascaderos, huesos, cadáveres, madrigueras (Aranda, 2012).

Para los registros indirectos, se consideró un individuo por cada rastro encontrado, teniendo especial cuidado con las pistas (huellas continuas) las cuales fueron consideradas como un solo individuo. La identificación de huellas y rastros se realizó con ayuda de guías específicas (Ceballos & Miranda 2000; Reid 2009; Aranda, 2012).

La ubicación y distribución de los transectos se presenta a continuación.

Tabla IV.16. Ubicación de los transectos para el muestreo de mamíferos medianos y grandes en el SA y el AP del proyecto.

TRANSECTOS MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES						
D	Zona	Coordenada inicial		Coordenada final		Longitud (m)
		Este	Norte	Este	Norte	
TransMamAP1	AP	231832.37	2357361.40	231837.04	2357299.70	60
TransMamAP2	AP	231832.85	2357246.20	231875.14	2357204.21	60
TransMamAP3	AP	231762.42	2357188.19	231704.51	2357171.77	60
TransMamSA1	SA	231691.58	2357105.46	231755.48	2357108.04	60
TransMamSA2	SA	232084.21	2357182.43	232023.86	2357174.35	60
TransMamSA3	SA	232827.12	2357348.27	232767.29	2357343.69	60

Fototrampeo

Para complementar el registro de los mamíferos medianos y grandes, se distribuyeron 4 estaciones de fototrampeo simples. Las cámaras permanecieron operativas durante 8 noches consecutivas en los parajes que a criterio del técnico presenten evidencia de ser frecuentados por los animales silvestres: caminos, echaderos, madrigueras, sitios de alimentación entre otros.

Las fototrampas fueron ajustadas con las siguientes especificaciones: resolución de 16 MP, velocidad de disparo de 0.5 segundos, iluminación por leds infrarrojos y tres sensores de movimiento (Chávez *et al*., 2013).




Figura IV.34. Instalación de cámaras trampa para el registro de mamíferos medianos y grandes en el AP y SA del proyecto.

Tabla IV.17. Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa para el muestreo de mamíferos medianos y grandes en el AP y SA del proyecto.

ESTACIONES DE FOTOTRAMPEO			
D	Zona	Coordenadas	
		Este	Norte
CAMAP1	AP	231856.00	2357305.00
CAMAP2	AP	231816.00	2357178.00
CAMSA1	SA	232318.00	2357244.00
CAMSA2	SA	232792.00	2357335.00

Ver la ubicación de los transectos y las cámaras trampa en las imágenes de las figuras siguientes.

Quirópteros

Estaciones de escucha ultrasónica

Para el registro de los quirópteros se implementaron 2 estaciones de grabación ultrasónica, una en el Área del Proyecto (AP) y otra en el Sistema Ambiental (SA). La selección de las estaciones de escucha se realizó procurando la mayor representatividad de la zona y los diferentes tipos de vegetación que lo conforman. Las emisiones ultrasónicas fueron captadas mediante detectores en tiempo real, utilizando un Echo Meter Touch 2 PRO y la aplicación de Echometer Versión 2.8 de Wildlife Acoustics Inc. para Android. La información fue posteriormente analizada mediante el Software BatSound.

Las grabaciones se realizaron durante 40 minutos con el Echo Meter a un metro de altura y dirigido hacia el cielo con inclinación a 45-65º. Los detectores de ultrasonido nos permiten registrar la presencia e identificar los murciélagos (insectívoros) a nivel de especies sin necesidad de capturarlos (Rizo-Aguilar *et al*., 2015).

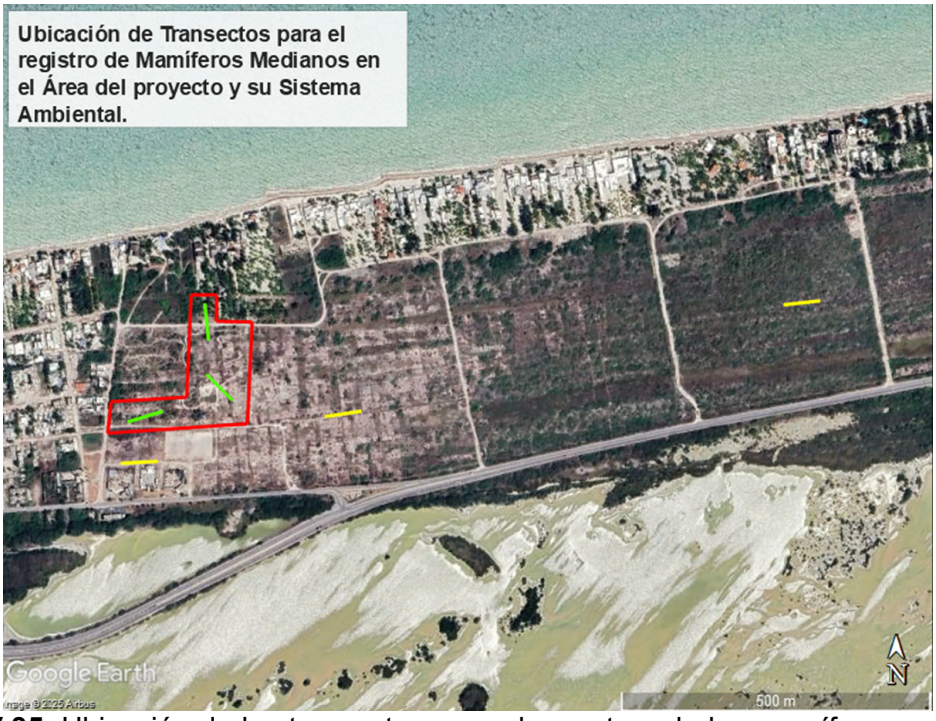


Figura IV.35. Ubicación de los transectos para el muestreo de los mamíferos medianos y grandes en el AP y SA del proyecto.

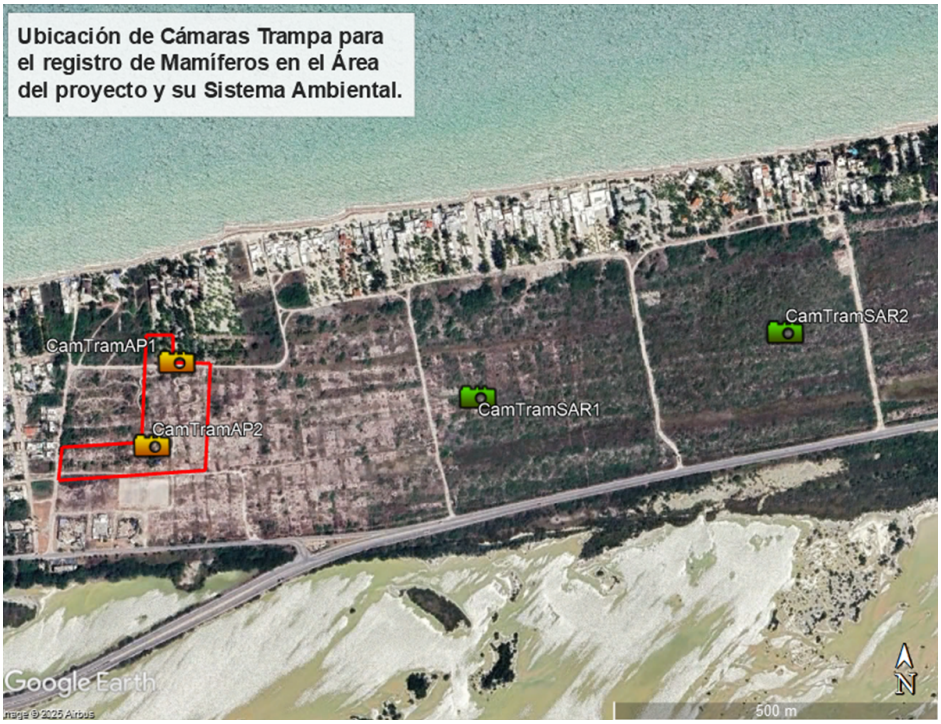


Figura IV.36. Ubicación de las cámaras trampa para el muestreo de los mamíferos medianos y grandes en el AP y SA del proyecto.

Estación de Redeo

La captura con redes de niebla es uno de los métodos más utilizados para el estudio de murciélagos (Larsen *et al.,* 2007). Estas son útiles para capturar especies de vuelo lento y que emiten llamados de baja intensidad, como aquellas pertenecientes a la familia Phyllostomidae; las cuales hacen mayor uso de los estratos inferiores de la vegetación, siendo más susceptibles a ser capturadas con redes (Flaquer *et al.,* 2007; Kalko *et al.,* 2008).

Para complementar la información de las grabaciones ultrasónicas, se colocaron tres redes de niebla (12 m x 2.5 m) durante 4 noches, 2 en el Área del Proyecto (AP) y 2 en el Sistema Ambiental (SAR). Las redes fueron colocadas en senderos hechos por el humano o cercanos a entradas de caminos presentes en el predio. Estas estuvieron abiertas de las 18:00 a las 21:00 horas, tiempo en el que los individuos estuvieron más activos. De cada ejemplar capturado únicamente se registró la especie y nombre común, sexo, edad y condición reproductiva. Así mismo, se puso énfasis en aquellas especies que pudieran estar incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019).

Para la captura de murciélagos, se realizó un esfuerzo de muestreo de tres horas por cada sesión (12 horas totales). La ubicación y distribución de las estaciones de muestreo se presenta a continuación.

Tabla IV.18. Ubicación de las estaciones de redeo para quirópteros.

UBICACIÓN DE ESTACIONES DE REDES					
D	Zona	Coordenada inicial		Coordenada final	
		Este	Norte	Este	Norte
Est_RedeoAP1	AP	231729.60	2357183.67	231810.98	2357184.17
Est_RedeoSA1	SA	233022.92	2357361.19	232944.99	2357346.81

Tabla IV.19. Ubicación de la grabación ultrasónica de quirópteros.

UBICACIÓN PARA GRABACIÓN ULTRASÓNICA			
ID	Zona	Coordenadas	
		Este	Norte
BatDetAP	AP	231847.00	2357239.00
BatDetSAR	SAR	232980.00	2357364.00

Ver las imágenes de la página siguiente.

IV.4.2.2. Análisis de datos

Se presenta para cada taxón una descripción cualitativa de la comunidad, en la que se incluyen: riqueza específica obtenida dentro y fuera de los transectos, número de órdenes y familias registradas, especies protegidas, especies endémicas, estatus de residencia y su representatividad a nivel local y estatal.

Adicionalmente se presenta el catálogo de las especies de fauna registradas durante los muestreos, en los anexos técnicos de esta Manifestación.



Figura IV.37. Ubicación de las estaciones de redeo y ubicación del Bat detector para el muestreo de los quirópteros en el AP y SA del proyecto.

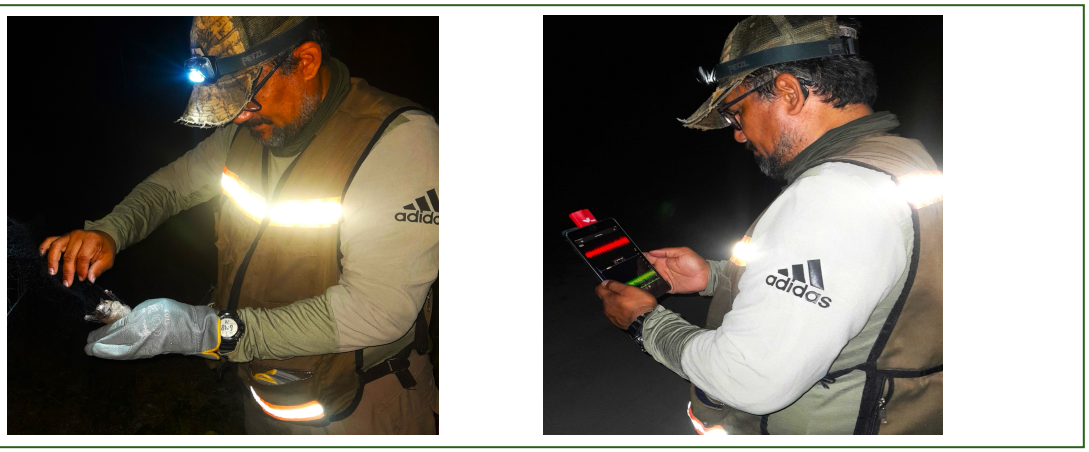


Figura IV.38. Manejo de ejemplares capturados en redes y grabación de ultrasonidos para el registro de quirópteros.

Riqueza específica

Para el cálculo de la riqueza se tomó el número total de especies obtenidos en el área de estudio (AP=Área del Proyecto).

Abundancia relativa

Para el cálculo de la abundancia relativa de las especies se realizó la relación proporcional de cada especie conforme a la especie con el mayor número de registros por grupo. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Abundancia Relativa} = \frac{Número\ de\ registro\ para\ la\ especie\ X}{Número\ de\ registros\ para\ la\ especie\ de\ mayor\ abundancia}\ x\ 100$$

Los valores obtenidos de la división son multiplicados por cien con la finalidad de generar un valor porcentual. De acuerdo con el porcentaje que presentó cada especie dentro de la muestra se determinó su abundancia para cada zona de estudio, clasificándolas en: abundantes, comunes, frecuentes, escasas y raras, para esto se tomó en cuenta la clasificación que propone Pettingill (1969) como se muestra a continuación:

Abundante: 90 al 100%
Común: 65 al 89% Siempre se ve, aunque en números menores.
Frecuente: 31 al 64% Medianamente común, en números pequeños o no siempre vista.
Escasa: 10 al 30% No común, vista pocas veces, pero no supone una sorpresa registrarla.
Rara: 1 al 9% Su registro siempre es casual dentro de su rango de distribución.

Índice de diversidad

Los valores de diversidad se calcularon utilizando el índice de Shannon–Wiener que estima la diversidad a partir del número de individuos capturados (Moreno 2001). Los valores del índice Shannon–Wiener fueron calculados con el programa PAST Versión 2.17 con logaritmo natural. La fórmula del índice de Shannon–Wiener es la siguiente:

$$H' = \frac{n\log n - \sum_{i=1}^{s} f_i \ln f_i}{n}$$

En donde:

H': es el índice de la diversidad de Shannon–Wiener (bits/individuo) o diversidad de especies observadas.
S: número de especies en la muestra de la comunidad.
n: número total de individuos de todas las especies.
fi: número de individuos de la i-esima especie.

Este índice toma valores entre 1 y 4.5, donde los valores superiores de 3 son típicamente interpretados como diversos (Gotellli & Colwell, 2001).

Índice de dominancia (Normal de Simpson)

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más

dominantes. Se calcula mediante la siguiente formula. Los valores de este índice fueron calculados con el programa PAST Versión 2.17.

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{n}\right)^2$$

En donde:

ni = es la abundancia de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i
n= número total de individuos en la muestra

Este índice toma valores de entre 0 y 1 en los cuales 0 representa a todas las especies igualmente distribuidas y 1 donde solo domina una especie.

La memoria de cálculo de los índices y reporte de los registros de las especies se encuentra en los anexos técnicos de esta Manifestación.

IV.4.2.3. Resultados

IV.4.2.3.1. Composición de las poblaciones

Herpetofauna

La herpetofauna registrada en la zona de estudio del proyecto (AP y SA), está representada por 5 especies del orden Squamata y 5 familias. En el área del proyecto fueron registradas 4 especies de las cuales 1 es endémica y 2 están catalogadas como especies introducidas *Anolis sagrei* y la *Hemidactylus frenatus.*

En el sistema ambiental del proyecto fueron registradas 3 especies de las cuales 2 son endémicas y 1 catalogada en la NOM 059 como (A) amenazada la *Ctenosaura similis*.

La riqueza total registrada representa el 5% de la herpetofauna presente en el estado de Yucatán (Riqueza de especies en Yucatán. Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación-CONABIO, 2021).

En total para el AP y el SA, 2 especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 una como Amenazada (A) y otra en la categoría de Protección especial (Pr).

En la siguiente tabla se presenta el listado de especies registradas durante el trabajo de campo indicando su presencia en el AP y SA.

Tabla IV.20. Especies de herpetofauna registrados mediante el muestreo, se indica su familia, especie, nombre común, categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Amenazada (A), Protección especial (Pr); endemismo: Endémica (EN) y presencia (X) en AP y SA.

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059	AP	SA
Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo Pardo del Caribe *(**)*		-	X	

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059	AP	SA
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Cuija *(**)*		-	X	
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada negra		A		X
Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel	EN	Pr	X	X
Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco		-	X	X

(**) especie introducida



Figura IV.39. Ejemplos de algunas especies de reptiles registradas durante el muestreo, a la izquierda Lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae* y a la derecha Iguana rayada (*Ctenosaura similis*); estas dos especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Protección especial y amenazada respectivamente.

En cuanto a abundancia para la herpetofauna, en el área del proyecto se obtuvieron un total de 7 registros, las especies *Sceloporus cozumelae* y la *Anolis sagrei* fueron las más abundantes.

Tabla IV.21. Datos de abundancia de la avifauna registrada en el área del proyecto.

Especie	Nombre común	Total	Abundancia Relativa
Sceloporus cozumelae	Lagartija espinosa de Cozumel	3	100
Anolis sagrei	Abaniquillo Pardo del Caribe	2	66.66666667
Hemidactylus frenatus	Cuija	1	33.33333333
Aspidoscelis angusticeps	Huico yucateco	1	33.33333333

En cuanto a abundancia para la herpetofauna, en el sistema ambiental del proyecto se obtuvieron un total de 10 registros, dos especies de reptiles fueron los más abundantes *Sceloporus cozumelae* y la *Ctenosaura similis.*

Tabla IV.22. Datos de abundancia de la avifauna registrada en el sistema ambiental del proyecto.

Especie	Nombre común	Total	Abundancia Relativa
Sceloporus cozumelae	Lagartija espinosa de Cozumel	6	100
Ctenosaura similis	Iguana rayada negra	3	50
Aspidoscelis angusticeps	Huico yucateco	1	16.66666667

Aves

Se registraron 28 especies de aves en la zona de estudio. Estas se encuentran divididas en 16 familias. Las familias mejor representadas de acuerdo con su número de especies son: Tyrannidae y Columbidae.

La riqueza registrada representa el 87 (6%) de las aves reportadas para el estado de Yucatán. (Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación-CONABIO, 2021). Del total, tres especies se incluyen en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 2 en peligro (P) y 1 en Protección especial (Pr).

Siguiendo la clasificación de endemismos a nivel nacional propuesta por González-García & Gómez de Silva (2003), en el área de estudio encontramos 4 especies endémicas de México.

En cuanto al valor de vulnerabilidad para su conservación propuesto por González-García & Gómez de Silva (2003) encontramos aves con valores altos (igual o mayores a 15) como el Colibri tijereta mexicano (*Doricha eliza*) y la Perlita Yucateca (*Polioptila albiventris*).

De acuerdo con su estacionalidad, el grupo de las residentes (R) fue el mejor representado con 25 especies, frente a 3 migratorias de invierno (MI).

En el **área del proyecto** fueron registradas 16 especies de las cuales 15 son residentes y 1 migratoria, 3 endémicas y 2 catalogadas en la NOM 059 como en peligro (P) el *Campylorhynchus yucatanicus* y el *Doricha eliza*. También fueron registradas dos especies exóticas introducidas *Columba livia y Streptopelia decaocto.*

En el **sistema ambiental** del proyecto fueron registradas 25 especies de las cuales 22 son residentes y 3 migratorias, adicional 4 son endémicas y 3 catalogadas en la NOM 059, 2 como en peligro (P) el *Campylorhynchus yucatanicus* y el *Doricha eliza* y 1 en Protección especial (Pr) *Vireo pallens*.

En la siguiente tabla se presenta la lista general de especies registradas durante el muestreo indicando su presencia en el AP en el SA y su índice de vulnerabilidad.

Tabla IV.23. Especies de aves registrados durante el muestreo; se indica su familia, especie, nombre común en español, estatus de residencia: Residente (R), Migratoria de Invierno (MI); su clasificación en la NOM-059-SEMARNAT-2010: En peligro (P), Protección Especial (Pr), endemismo y valor de vulnerabilidad.

ID	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE ESPAÑOL	NOM	End.	Residencia	AP	SA	Vul.
1	Trochilidae	Amazilia rutila	Colibrí Canelo	-	ne	R		X	10
2	Troglodytidae	Campylorhynchus yucatanicus	Matraca Yucateca	P	EN	R	X	X	17
3	Odontophoridae	Colinus nigrogularis	Codorniz Yucateca	-	EN	R	X	X	14
4	Columbidae	Columba livia	Paloma Doméstica	-	Exo	R	X		7
5	Columbidae	Columbina talpacoti	Tortolita Canela	-	ne	R	X	X	5
6	Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote Común	-	ne	R		X	4
7	Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero Pijuy	-	ne	R		X	7
8	Trochilidae	Doricha eliza	Colibrí Tijereta Mexicano	P	EN	R	X	X	18
9	Tyrannidae	Empidonax minimus	Papamoscas Chico	-	ne	MI		X	11
10	Icteridae	Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor	-	SE	R		X	9
11	Icteridae	Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	-	ne	R	X	X	11
12	Picidae	Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje	-	ne	R		X	8
13	Mimidae	Mimus gilvus	Centzontle Tropical	-	ne	R	X	X	8
14	Tyrannidae	Myiozetetes similis	Luisito Común	-	ne	R	X		5
15	Caprimulgidae	Nyctidromus albicollis	Chotacabras Pauraque	-	ne	R	X	X	7
16	Tyrannidae	Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	-	ne	R		X	5
17	Polioptilidae	Polioptila albiventris	Perlita Yucateca	-	EN	R		X	18
18	Polioptilidae	Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	-	ne	R	X	X	7
19	Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor	-	ne	R	X	X	5
20	Parulidae	Setophaga palmarum	Chipe Playero	-	ne	MI		X	9
21	Parulidae	Setophaga petechia	Chipe Amarillo	-	ne	R		X	8
22	Hirundinidae	Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi	Golondrina Alas Aserradas	-	ne	R	X	X	10
23	Columbidae	Streptopelia decaocto	Paloma de Collar Turca	-	Exo	R	X		4
24	Turdidae	Turdus grayi	Mirlo Café	-	ne	R		X	8
25	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	-	ne	R	X	X	4
26	Vireonidae	Vireo griseus	Vireo Ojos Blancos	-	ne	MI	X	X	8
27	Vireonidae	Vireo pallens	Vireo Manglero	Pr	ne	R		X	14

ID	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE ESPAÑOL	NOM	End.	Residencia	AP	SA	Vul.
28	Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	-	ne	R	X	X	7



Figura IV.40. Ejemplo de especies de aves registradas durante el muestreo, a la Matraca Yucateca (*Campylorhynchus yucatanicus*) y a la derecha el Colibrí tijereta mexicano (*Doricha eliza*) ambas catalogadas en Peligro de extinción en la NOM 059 y especies endémicas de la península de Yucatán.

En cuanto a abundancia, en el área del proyecto se obtuvieron un total de 41 registros de aves, las especies *Colinus nigrogularis y Stelgidopteryx serripennis* fueron las más abundantes.

Tabla IV.24. Datos de abundancia de la avifauna registrada en el área del proyecto.

Especie	**Área del proyecto**	
	Abundancia	**Abundancia relativa**
Colinus nigrogularis	5	100
Stelgidopteryx serripennis ridw	5	100
Doricha eliza	4	80
Quiscalus mexicanus	4	80
Campylorhynchus yucatanicus	3	60
Columbina talpacoti	3	60
Myiozetetes similis	3	60
Icterus gularis	2	40
Mimus gilvus	2	40
Polioptila caerulea	2	40
Streptopelia decaocto	2	40
Tyrannus melancholicus	2	40
Columba livia	1	20
Nyctidromus albicollis	1	20

Especie	Área del proyecto	
	Abundancia	Abundancia relativa
Vireo griseus	1	20
Zenaida asiatica	1	20

Para el sistema ambiental se obtuvieron un total de 70 registros de aves, las especies *Crotophaga sulcirostris* y *Colinus nigrogularis* fueron identificadas como las más abundantes.

Tabla IV.25. Datos de abundancia de la avifauna registrada en el sistema ambiental del proyecto.

Especie	Área del proyecto	
	Abundancia	Abundancia relativa
Crotophaga sulcirostris	9	100.00
Colinus nigrogularis	8	88.89
Campylorhynchus yucatanicus	6	66.67
Mimus gilvus	6	66.67
Quiscalus mexicanus	5	55.56
Stelgidopteryx serripennis rig.	5	55.56
Tyrannus melancholicus	4	44.44
Polioptila caerulea	3	33.33
Columbina talpacoti	2	22.22
Doricha eliza	2	22.22
Icterus cucullatus	2	22.22
Polioptila albiventris	2	22.22
Setophaga palmarum	2	22.22
Turdus grayi	2	22.22
Zenaida asiatica	2	22.22
Amazilia rutila	1	11.11
Coragyps atratus	1	11.11
Empidonax minimus	1	11.11
Icterus gularis	1	11.11
Melanerpes aurifrons	1	11.11
Nyctidromus albicollis	1	11.11
Pitangus sulphuratus	1	11.11
Setophaga petechia	1	11.11
Vireo griseus	1	11.11
Vireo pallens	1	11.11

Mamíferos no voladores

A continuación, se presenta la información correspondiente a los mamíferos terrestres no voladores registrados durante el muestreo, en la que se engloba a los pequeños roedores (ratas y ratones) y los mamíferos medianos y grandes.

A pesar del esfuerzo de muestreo ya descrito no fueron registrados mamíferos medianos ni en el Área del proyecto ni en el Sistema ambiental.

Tampoco fueron registradas capturas en las trampas Sherman instaladas, sin embargo, durante los transectos de búsqueda activa fueron observadas en el Área del proyecto dos especies de roedores exóticos introducidos considerados como plaga: el ratón y la rata doméstica.

Tabla IV.26. Especies de mamíferos no voladores registradas en el área de estudio, se indica su familia, especie, nombre común, estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endemismo.

ID	Familia	Especie	Nombre común	AP	SA
1	Cricetidae	*Mus musculus*	Ratón casero	X	
2	Muridae	*Rattus rattus*	Rata domestica	X	

En cuanto a abundancia, en el área del proyecto se obtuvieron un total de 5 registros de mamíferos no voladores; la especie de roedor *Rattus rattus* fue la más abundante.

En el sistema ambiental del proyecto no se obtuvo el registro de ningún pequeño roedor o de algún mamífero mediano y grande.

Quirópteros

Mediante la aplicación de dos técnicas para su registro (redes de niebla y grabación ultrasónica con un Bat detector) se obtuvo un total de 3 especies pertenecientes a tres familias que representan al 8% de los quirópteros presentes en el estado de Yucatán (MacSwiney González, 2010).

No se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En las estaciones de redeo de logró la captura de 5 individuos pertenecientes a 1 especie solamente: el murciélago frugívoro de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*).

Tabla IV.27. Abundancia de murciélagos capturados en las estaciones de redeo.

Especie	AP		SAR	
	Abundancia	Abundancia relativa	Abundancia	Abundancia relativa
Artibeus jamaicensis	2	100	3	100

Como resultado de las grabaciones acústicas fue posible identificar a 2 especies más para complementar el listado de 3 especies.

Tabla IV.28. Especies de murciélagos registradas en AP y SA del proyecto, indicando familia, nombre común y técnica de registro BD (Bat detector) o ER (Estación de redeo).

Familia	Especie	Nombre común	AP		SA	
			BD	ER	BD	ER
Mormoopidae	*Pteronotus parnellii*	Murciélago bigotón común	X		X	
Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero de Jamaica		X		X
Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Murciélago patas peludas	X		X	





Figura IV.41. La única especie de murciélago capturado en redes el Murciélago frutero de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*).

IV.4.2.3.2. Análisis ecológicos

Herpetofauna

De acuerdo con los valores obtenidos, existe una diversidad baja de la herpetofauna en el área del proyecto (Simpson 1-D=.6939).

Tabla IV.29. Índices ecológicos para la herpetofauna en el **Área del Proyecto**.

Índice	Valor
Taxa_S	4
Individuals	7
Simpson_1-D	.6939
Shannon_H	1.27

De acuerdo con los valores obtenidos, existe una diversidad baja de la herpetofauna en el sistema ambiental del proyecto (Simpson 1-D=.54), lo cual resulta de las pocas especies registradas.

Tabla IV.30. Índices ecológicos para la herpetofauna en el **Sistema Ambiental** del Proyecto.

Índice	Valor
Taxa_S	3
Individuals	10
Simpson_1-D	.54
Shannon_H	.8979

Avifauna

Para el grupo de las aves, los índices obtenidos reflejan una diversidad media en el área del proyecto (Simpson 1-D=.9209), lo cual deriva del número de especies registradas y en la poca dominancia de las especies dentro de este grupo.

Tabla 131. Índices ecológicos para la avifauna en el **Área del Proyecto**.

Índice	Valor
Taxa_S	16
Individuals	41
Simpson_1-D	.9209
Shannon_H	2.64

De acuerdo con los valores obtenidos, existe una diversidad media de aves en el sistema ambiental del proyecto, (Simpson 1-D=.9327), lo cual deriva del número de especies registradas, a la poca dominancia de las especies dentro de este grupo, la presencia de especies migratorias y el mejor estado de conservación del hábitat presente en esta zona.

Tabla IV.32. Índices ecológicos para la avifauna en el **Sistema ambiental** del Proyecto.

Índice	Valor
Taxa_S	25
Individuals	70
Simpson_1-D	.9327
Shannon_H	2.92

IV.4.2.3.3. Especies NOM-059-SEMARNAT-2010 en el Área del proyecto.

Durante el estudio de campo se registraron en el Área del proyecto un total de 3 especies enlistadas dentro de la Norma oficial NOM-059-SEMARNAT-2010, pertenecientes a los grupos de herpetofauna y aves. También se registraron 4 especies que se consideran

endémicas para la Península de Yucatán (tres especies en la NOM-059 también son endémicas).

Se reportaron especies en las categorías En Peligro (P) y Protección especial (Pr). De acuerdo a la Norma oficial NOM-059-SEMARNAT-2010, las especies catalogadas como En Peligro (P) son aquellas que tienen un riesgo de desaparecer en su hábitat natural. Esto se debe a que sus poblaciones o áreas de distribución han disminuido drásticamente. Las especies con Protección especial (Pr) Son aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural.

Tabla IV.33. Especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y reportadas como endémicas.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el área del proyecto			
Familia	**Especie**	**Nombre común**	**NOM 059**
Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr
Troglodytidae	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca Yucateca	P
Trochilidae	*Doricha eliza*	Colibrí Tijereta Mexicano	P

Especies endémicas registradas en el área del proyecto		
Familia	**Especie**	**Nombre común**
Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco (*)
Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel
Troglodytidae	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca Yucateca
Trochilidae	*Doricha eliza*	Colibrí Tijereta Mexicano

Pr= Protección especial, P= En peligro de extinción (NOM 059 SEMARNAT 2010)
Endémica= Endémica de la Peninsula de Yucatán.

Tabla IV.34. Ubicaciones de registro en el área del proyecto de especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las consideradas endémicas.

Especie	**Nombre común**	**NOM 059/ End**	**Coordenadas de registro**
Sceloporus cozumelae	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr	231707, 2357169 231844, 2357238
Doricha eliza	Colibrí Tijereta Mexicano	P/End	231834, 2357344 231787, 2357178
Campylorhynchus yucatanicus	Matraca Yucateca	P/End	231787, 2357178
Aspidoscelis angusticeps	Huico yucateco	End	231834, 2357333
Colinus nigrogularis	Codorniz Yucateca	End	231787, 2357178

IV.4.2.4. Conclusiones

La información recolectada durante este muestreo se considera suficiente para describir la composición de la fauna silvestre presente en el Área del Proyecto y el Sistema Ambiental del proyecto. La riqueza global está conformada por 5 especies de herpetofauna, 28 aves y 3 quirópteros. Adicional a esto, se obtuvo el registro de 2 especies de roedores introducidos y considerados como plaga (*Rattus rattus* y *Mus musculus*).

Se considera que el esfuerzo de muestreo aplicado fue suficiente para obtener una representación adecuada de los grupos estudiados (herpetofauna, aves, mamíferos terrestres y quirópteros), lo que permitirá su uso en la toma de decisiones relativas al desarrollo del proyecto y el diseño de las medidas de mitigación adecuadas.

Considerando los valores de diversidad obtenida para los grupos de fauna silvestre del área del proyecto, es baja para la herpetofauna, media para la avifauna y en cuanto los mamíferos se registra un desplazamiento gradual de especies autóctonas por especies plaga introducidas causado casi por seguridad por la creciente urbanización de la zona.

De acuerdo con la información obtenida en campo, en el área del proyecto se registraron 5 especies prioritarias para la conservación (EPC), de las cuales: 2 son reptiles y 3 aves. De estas 5 EPC, 3 se enlistan en la NOM-059-SEMARNAT-2010: 2 En peligro de extinción (P) y 1 en protección especial (Pr). También 4 especies son endémicas de México.

Durante la fase de preparación del sitio para establecer el proyecto, toda la fauna silvestre que se distribuyen dentro del AP se verá afectados por la remoción de la vegetación que implica la perdida de hábitat. Sin embargo, los organismos cuya movilidad es restringida (mamíferos fosoriales y herpetofauna) serán más susceptibles a sufrir daños por el movimiento de maquinaría y personal, (Lovich & Ennen, 2011; Harrison et al., 2016).

Se recomienda establecer medidas de mitigación para todos los grupos de fauna, sin embargo, debido a la importancia y vulnerabilidad de la herpetofauna, se recomiendan medidas específicas para mitigar los impactos del proyecto en este grupo.

En cuanto a la avifauna, el área del proyecto está ubicada dentro del área de distribución de dos especies de aves endémicas de México: el Colibrí Tijereta Mexicano (*Doricha eliza*) y la Matraca Yucateca (*Campylorhynchus yucatanicus*); que, a pesar del evidente grado de urbanización del predio, mantienen su presencia en el mismo.

Se recomiendan acciones de mitigación específicas para estas especies, como el diseño de jardines polinizadores con plantas nativas de la zona que ayuden a mantener la presencia del colibrí y de reforestación con especies vegetales seleccionadas para uso y alimentación de la matraca. Se espera que con estas medidas o similares sus poblaciones se mantengan.

IV.5. Medio Socioeconómico

Los aspectos socioeconómicos aquí enmarcados se refieren a las áreas que serán afectadas directa o indirectamente por la implementación de la obra. Para tal fin, se definió como área de influencia social el municipio de Progreso.

- **Demografía**

De acuerdo al Censo General de Población y Vivienda 2020 efectuado por el INEGI, la población total del municipio es de 66,008 habitantes, de los cuales 33,029 son mujeres (50.04%) y 32,979 son hombres (49.96%). La proporción se muestra constante comparada con los datos del censo del 2010.

De la población total, el 71.5% (47,168) es mayor de edad, contando con 18 años o más. Esta es la población que objetivamente podría tener alguna relación con el proyecto. Por otra parte, el 13.1% (8,680) es población adulto mayor, con 60 años o más.

En cuanto a la natalidad, el promedio de hijos nacidos vivos de la población en el municipio es de 2.01.

El 6.7% de la población municipal (4,402) cuenta con alguna condición de discapacidad, siendo la mayoría con discapacidad motora (3.2%). El proyecto prevé instalaciones, espacios y señalética para atención de este grupo de población.

Respecto a las uniones civiles, el 46.5% de la población es casada. En relación con la vinculación religiosa, la mayor parte de la población es cristiana, siendo proporcionalmente mayor la declarada católica (68.8%). Asimismo, se consideran sin religión el 11.8% de la población municipal.

- **Sector Económico**

Para el año 2020, la población económicamente activa ocupada en el municipio era de 33,174 habitantes, de los cuales, 20,064 son hombres y 13,110 son mujeres, lo que equivale a un 30.4% y 19.9% respectivamente. Este universo poblacional será potencialmente a quienes se dirija la oferta de empleos que generará el proyecto en sus distintas etapas, particularmente durante la operación y mantenimiento.

- **Vivienda**

En el municipio de Progreso, se tiene el registro de 28,542 viviendas; de las cuales, 18,511 están habitadas (64.9%). El promedio de ocupantes por vivienda es de 1.15.

La mayor parte de las viviendas (39.7%) cuentan con tres o más cuartos como parte de su infraestructura (11,342 viviendas). Asimismo, en cuanto a los servicios en la vivienda, se tiene que:

- 18,160 cuenta con energía eléctrica (63.6%).
- 18,030 cuenta con agua potable dentro de la vivienda (63.2%).
- 18,053 cuenta con servicio sanitario o excusado (63.2%).
- 18,064 cuenta con drenaje (63.3%).
- 16,775 cuenta con refrigerador (58.8%).
- 15,136 cuenta con lavadora (53%).
- 6,787 cuenta con automóvil (23.8%).

- 6,308 cuenta con computadora (22.1%).
- 17,193 cuenta con teléfono celular (60.2%).
- 11,557 cuenta con internet (40.5%).

El presente proyecto pretende la conformación final de departamentos y espacios comerciales y de esparcimiento con los servicios básicos incluidos, tales como energía eléctrica, agua potable, sanitario y drenaje. Todos los demás servicios públicos y privados se encuentran disponibles en la zona y se espera su contratación sin que provoque algún tipo de desabasto.

♦ Vías de Comunicación

En Progreso, se cuenta con siete puertos marítimos con diversas funciones, estas van desde el embarque de naves pesqueras, hasta el embarque de navíos de carga nacional e internacional; la conectividad del municipio se presenta mediante la existencia de cuatro carreteras intermunicipales, que conectan a Progreso con los municipios de Mérida, Chicxulub Pueblo e Ixil; así mismo el acceso al aeropuerto ubicado en la capital del estado, está garantizado mediante la carretera Progreso-Mérida, a una distancia aproximada de 40 kilómetros de la cabecera municipal.

La comunicación vial terrestre hacia y desde el área del proyecto se encuentra garantizada por la carretera costera Progreso-Dzilam de Bravo, en su sección Chicxulub Puerto-Uaymitún. Otra vialidad estatal que conecta al sitio y la zona, es la carretera Conkal-Chicxulub Puerto, de modo que se encuentra bien comunicado el predio con toda la región.

♦ Educación y Salud

En el municipio de Progreso, se cuenta con una amplia gama de centros educativos hasta el nivel superior incluso, tanto del sector público como instituciones privadas. El grado promedio de escolaridad para el municipio de Progreso a nivel general es de un 9.33, siendo un poco menor para hombres (9.24) que para las mujeres (9.42). Por otra parte, según el Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM), en el 2020, el 3.29% de la población era analfabeta.

En relación con el proyecto, los empleados que requerirá serán de todo nivel educativo y de preparación profesional o general.

En cuanto a la población que habla indígena, dentro del Municipio de Progreso se tiene registro de 2,617 habitantes de tres o más años con esta cualidad. El porcentaje de la población que habla una lengua indígena respecto de la población total del municipio en el 2020 corresponde a un 3.9%, menor en comparación con el 2010.

En los hogares que se consideran indígenas, la población del municipio es de 7,263 personas (11%). Asimismo, el 1.7% de la población municipal se considera afrodescendiente (1,150 personas).

En cuanto a los servicios de salud, se tiene registro de que, en el municipio de Progreso, hay un total de 45,557 derechohabientes (69%) en las distintas instituciones de salud; de

estos, 21,871 están afiliados al IMSS, siendo la mayoría (33.1%). Asimismo, la población sin afiliación a algún sistema de salud se conforma de 20,214 habitantes (30.6%).

En el municipio, existe infraestructura de atención médica general y especializada, tanto del sector público como privados. Los empleados y/o usuarios del proyecto tendrán acceso a tales servicios sin problema.

El manejo y control de residuos sólidos urbanos es un factor importante de salud ambiental para la región. En el municipio de Progreso se cuenta con servicio de recolección de basura y con un relleno sanitario para la correcta disposición final de los residuos. Asimismo, para los residuos de manejo especial y residuos peligrosos que se generen, se espera la contratación y servicio de los prestadores especializados y autorizados existentes en la región.

- **Pobreza**

Para el caso del municipio de Progreso, se puede verificar que el índice de marginación se encuentra en 57.63, lo cual indica un grado de marginación de categoría "Muy Bajo", colocándolo en el lugar 2074 nacional (Sistema Nacional de Información Municipal-SNIM, 2020).

El proyecto fomentará la creación de empleos directos e indirectos por su construcción y operación, de modo que aportará al mejoramiento de condiciones socioeconómicas de la población que entre en relación con el desarrollo previsto.

- **Aspectos culturales**

Las principales actividades y lugares turísticos del municipio son:

- Feria de San Telmo: fecha movible, 15 días después de la cuaresma, con gremios, procesión de San Telmo por la ciudad y por mar; juegos mecánicos y pirotécnicos en la parroquia de San Telmo.
- Día de la Marina: el 31 de mayo, en la noche, concierto de la Banda de Marina con bellas marchas militares, en la Plaza Militar, y el 1 de junio por la mañana, parte del muelle una alegre procesión de lanchas junto con barcos de la marina, para depositar una ofrenda floral al marino caído; en mar abierto, hasta llegar a Chicxulub Puerto, la misma procesión regresa por la tarde.

En Progreso se realizan artesanías típicas de la región como collares, aretes, dijes de concha nácar y caracol cortado; quijadas de tiburón, conchas multicolores, variadas y exóticas, llamativos peces disecados, aretes de alpaca, carteras, cinturones y bolsos de piel grabada.

No se prevé que el proyecto provoque cambios o afectaciones negativas en los aspectos culturales de la población. En resumen, se prevé que la implementación del proyecto genere empleos en las áreas de construcción, mantenimiento, limpieza, jardinería, entre otros.

IV.6. Diagnostico Ambiental

El predio y sus colindancias cuentan con diferentes características, donde se puede observar el desarrollo de casas de verano, y algunas construcciones para el mismo fin. Se presenta un mosaico de vegetación de matorral con perturbaciones humanas y en diferentes estados de recuperación donde la tendencia es hacia el desarrollo de infraestructura habitacional particular, comercio y servicios. El predio colinda directamente al sur con una calle de arena y en general con la carretera costera Progreso-Telchac Puerto y a sus costados con casas habitación y predios aún con vegetación y en proceso de desarrollo.



Figura IV.42. Colindancias generales y panorámica del paisaje en que se encuentra inmerso el polígono del proyecto, con los usos de suelo urbano, de comercio y servicios, así como infraestructura urbana bien desarrollados.

Se espera que la implementación del proyecto no afecte de manera significativa a los componentes abióticos, esto es que no se espera afectaciones al clima o microclima, cuerpos de agua, suelos y subsuelos, toda vez que el proyecto plantea la implementación de áreas verdes y la implementación de sistemas para el tratamiento de las aguas

residuales. Se espera que la obra realice actividades de reforestación/revegetación dentro de la superficie de conservación y/o las áreas verdes, la cual contribuirá a mantener el microclima, asimismo, toda la superficie de la obra esta, cubierta tanto por infraestructura, como por vegetación lo cual evitará dejar expuestos los suelos a procesos erosivos. En cuanto a las perforaciones de pozos que sean necesarias, se realizarán de acuerdo a la NOM-003-CONAGUA-1996, para prevenir la contaminación del subsuelo y agua subterránea.

En cuanto a los componentes bióticos hay que tomar en cuentan que la vegetación del predio se encuentra significativamente modificada, con presencia de especies herbáceas como pioneras, así como arbustiva predominante en las secciones que cuentan con vegetación actual. Se registran en el predio y las colindancias, especies de importancia ecológica, las cuales serán incluidas en el programa de rescate de vegetación y programa de protección de fauna; asimismo se destaca que el predio contará con una superficie de conservación donde se reubicarán las especies rescatadas.

Por otra parte, la fauna silvestre del sitio, resulto con escaza presencia particularmente en el caso de los mamíferos. No obstante, se encontraron algunas especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que el proyecto implementará un programa de rescate y medidas que permitirán el retorno y presencia de dichas especies en el área de conservación del sitio. Entre las medidas se encuentra el libre acceso de la fauna al área de conservación y la revegetación de dicha zona para mejorar su calidad y permitir el desarrollo de espacios que brinden refugio y alimentación a la fauna silvestre. Varias de las especies de importancia ecológica se registraron fuera del predio del proyecto, en las colindancias (denominado como sistema ambiental en las secciones previas de este capítulo).

Es importante resaltar, que el área del predio en que se desarrollarán obras y actividades del proyecto no se encuentra dentro de la ZOFEMAT. El área de proyecto que será afectada por las acciones de obra se encuentra fuera de la zona comprendida por la primera duna costera. Por tal motivo el proyecto no generará afectaciones a estas áreas o contribuirá a su deterioro.

ÍNDICE
Capítulo V

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 2

V.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 2
V.2. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS 4
V.2.1. Construcción Del Escenario Modificado Del Proyecto 4
V.2.2. Identificación De Los Efectos En El Sistema Ambiental 5
V.2.3. Caracterización De Los Impactos 6
V.2.4. Evaluación De Los Impactos 11

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. Metodología para Identificar y Evaluar los Impactos Ambientales

Los efectos de los impactos sobre los diferentes aspectos ambientales que competen a la evaluación del sistema ambiental en el área del proyecto en cuestión fueron determinados de acuerdo con las actividades y obras previstas. A partir del conocimiento de cada actividad que se realizará, fueron seleccionados los componentes afectados por el proyecto. La metodología que se implementó fue tomada de Glasson, *et al.* (1999), Petts (1999), Byron (2000) y de Cantú-Martínez (2000).

El análisis implementado para la evaluación de los impactos ocasionados por el proyecto fue determinado a partir de la realización de matrices, de su ponderación, de su comparación y de su síntesis.

Con respecto a la identificación de los impactos ambientales que serán ocasionados por el proyecto, se llevó a cabo el análisis de la información global de la obra, de acuerdo con los siguientes puntos:

1) La recopilación y análisis de información documental basada en datos generados del proyecto, para identificar aquellas actividades causantes del impacto ambiental en cada una de las etapas de desarrollo de la obra.

2) Fue verificado en campo las condiciones del medio y de los rangos específicos del terreno, de acuerdo con las características del proyecto. Así como también se realizaron muestreos para la localización e identificación de recursos susceptibles de alteración como podría ser el caso de especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

3) Metodología aplicable: Análisis de Cribado Ambiental, que se complementó con una Evaluación de Calidad Ambiental, a través de Cuadros de Coeficiente de Importancia Relativa y un Gráfico de Priorización (Cantú-Martinez, 2000). Además de las mencionadas se construyó una matriz que caracteriza los impactos por su rango y su extensión

4) Desarrollo de la metodología aplicable: un Análisis Cribado Ambiental, complementado con una evaluación de calidad ambiental, a través de Tablas de Coeficiente de Importancia Relativa y un Gráfico de Priorización (Cantú-Martínez, 2000).

Una vez obtenida la información pertinente tanto empírica como teóricamente, se continuo al procesamiento de esta, elaborando un conjunto de matrices y de gráficos los cuales son detallados a continuación.

Fueron seleccionadas las actividades más relevantes para cada una de las etapas, de acuerdo con la información de la descripción previa de la obra proyectada, así como también se seleccionaron las variables físicas-químicas y ecológicas del ambiente que por el desarrollo del proyecto resultarán afectadas. Esta relación entre las actividades y las

variables o componentes ambientales fue consignada en una matriz para, de este modo, ser evaluados los impactos.

En cuanto a la identificación de las variables se recurrió a una inspección presencial en el sitio (inspección de campo), agregando a esta la información obtenida en la descripción del medio físico y biológico que forman parte de la situación ambiental (revisión bibliográfica).

Como componentes de mayor importancia fueron considerados las físicas-químicas y ecológicas tanto para la preparación del sitio, como para la construcción y operación. En otras palabras, se tomaron en cuenta aquellas variables que en cada componente ambiental fueron las más relevantes para cada actividad.

De esta forma, la evaluación de los impactos se hace considerando la importancia de cada variable impactada de manera cuantitativa, relacionándola con las actividades identificadas del proyecto, a través de un indicador que pondera el impacto en tres niveles a saber:

Impacto nulo = 0; impacto poco significativo = 0.5; impacto significativo = 1.

Así, con este proceso, se logra determinar cuáles actividades del proyecto causan mayor impacto sobre las variables ambientales. Con la sumatoria de los impactos identificados en cada fila, se obtienen aquellas variables ambientales que resultan más afectadas por las actividades del proyecto.

Posteriormente, se identifica el tipo y permanencia de los impactos con base a los criterios siguientes: impacto negativo o positivo; impacto temporal o permanente. Con esta información se crea otra matriz de identificación la cual permita concebir los impactos por su efecto e incidencia.

En adición a este análisis, se elaboró una matriz de rango y extensión la cual consiste en la identificación de los impactos generados de incidencia única en la zona o impactos primarios y de los impactos sinérgicos, es decir, que su efecto se combinará con otros procesos para incrementar su impacto; lo anterior ayuda a describir el rango del impacto. En cuanto a su extensión se identifica si el impacto será puntual o extenso, es decir, si el rango de acción del impacto será restringido o si va más allá de las colindancias inmediatas del sitio.

El método, en este punto, se complementa con un análisis de escala y peso, en el cual se comparan las variables que han sido más impactadas entre sí. Tomadas en pares, se les asigna un Coeficiente de Importancia Relativa (C. I. R.). Este coeficiente nos permite determinar un CIR de Jerarquización (C. I. R. J.) y un CIR de Variable Más Impactada (C. I. R. V. M. I.) que nos permite conocer cuáles son las variables más importantes y con mayor impacto en el ambiente.

A partir del análisis anterior resulta conveniente realizar un Gráfico de Priorización para poder determinar qué componentes ambientales necesitarán mayor atención y que deberán ser manejados de manera especial en la prevención y mitigación de los impactos ambientales. Con esto facilitar así la toma de decisiones respecto a que medidas de prevención y mitigación aplicables resultan más efectivas en el amortiguamiento de los

impactos ambientales identificados. Además de coadyuvar a mantener y conservar el beneficio de aquellos impactos que resulten positivos y del equilibrio ecológico, disminuyendo los impactos negativos.

Por último, se realiza la evaluación del sistema ambiental antes, durante y posterior al proyecto, para ello se elaborarán gráficos de ponderación de los impactos respecto a las variables ambientales de mayor peso. Los valores que se adjudicarán a los impactos son:

1: No satisfactorio; 2: Aceptable; y 3: Satisfactorio

Esta metodología descrita en los párrafos anteriores presenta la posibilidad de emitir consideraciones técnicas sobre el proyecto y justifica de manera anticipada la resolución del estudio. La metodología aplicada en este manifiesto de impacto ambiental presenta las siguientes ventajas:

1) Permite tener una apreciación rápida de los impactos ambientales generados por el proyecto, a través de la representación gráfica de estos, teniendo a la vez una ponderación susceptible de cuantificar al sumar las barras de la matriz.

2) Mediante la matriz de Cribado Ambiental se obtiene una ponderación cualitativa del proyecto, en la relación con su impacto en el ecosistema donde se lleva a cabo.

3) Con la asignación de los Coeficientes de Importancia Relativa se obtiene una apreciación cualitativa de los impactos generados, al determinar cuáles de las variables son más importantes para mantener el bienestar general del ambiente.

4) La metodología en su conjunto permite realizar la toma de decisiones más adecuada para amortiguar el impacto general provocado por el emprendimiento del proyecto, precisamente en aquellas variables más impactadas.

5) Permite presentar elementos que sustentan la decisión técnica respecto al proyecto.

V.2. Impactos Ambientales Generados

V.2.1. Construcción del Escenario Modificado del Proyecto

Debido al diseño de la vivienda y a las medidas previas que se tomaron se espera no ocasionar un desequilibrio por el impacto de los componentes en materia ambiental.

La permanencia de áreas verdes de conservación con la vegetación y suelo naturales del predio, el sendero natural permeable y la conformación de la mayor parte de las obras de la vivienda sobre pilotes, favorecerá el mantenimiento de elementos naturales propios del sistema, de modo que el impacto global al paisaje se reducirá de forma importante.

Entre las distintas consecuencias ocasionadas por una casa habitación, podemos encontrar la generación de residuos y aguas residuales. Por lo anterior, se implementarán medidas

para mitigar este impacto tales como y la instalación de un sistema para el tratamiento de las aguas residuales tipo SITAR DLD14.

Una vez construidas todas las obras previstas por el proyecto, se incorporará al paisaje actual de la zona donde predominan las viviendas residenciales en primera línea frente a la playa, fuera de los núcleos poblacionales o localidades establecidas en la costa yucateca.

Concluyendo, los riesgos para el medio ambiente pueden ser minimizados con la implementación de las adecuadas medidas de prevención, mitigación o compensación para que los procesos existentes en la zona no provoquen daños relevantes o significativos.

V.2.2. Identificación de los efectos en el sistema ambiental

Se identificaron los siguientes componentes del sistema ambiental actual que serán afectados por las actividades del proyecto:

1. Componentes Físicos y Químicos: Calidad del Aire, Calidad del agua subterránea, Calidad del suelo y Entorno acústico.

2. Componentes Ecológicos: Vegetación, Fauna, Estructura del Paisaje y Calidad Sanitaria del Ambiente.

Los componentes indicados fueron considerados desde los siguientes puntos de vista:

1. **Calidad del aire.** Se considera como la adición al aire de agentes contaminantes derivados del funcionamiento de maquinaria, o bien, la generación y dispersión de partículas suspendidas.

2. **Calidad del suelo**. Se entendió como el daño físico o químico provocado por contaminación generada por el proyecto, tanto por residuos sólidos y peligrosos como por lixiviados. De igual forma considera cambios en el relieve natural, compactación y permeabilidad.

3. **Calidad del agua subterránea**. Se considera la contaminación del agua con agentes sólidos o líquidos, lo cual aplica a los desechos sólidos de cualquier tipo generados por el proyecto, así como los aceites o combustibles que pudieran verterse accidentalmente al freático durante la construcción y/u operación.

4. **Entorno Acústico.** Se considera como la alteración sonora del ambiente original, generada por el uso de maquinaria y el desarrollo de las actividades del proyecto en general.

5. **Vegetación.** Toma en cuenta el daño o eliminación de la cobertura vegetal local debido a las actividades a desarrollarse en las diferentes etapas del proyecto.

6. **Fauna.** Este rubro incluye el impacto directo o indirecto que recibirá la fauna local debido a la pérdida de hábitat y modificación del medio que habitan.

7. **Estructura del paisaje.** Hace referencia a la permanencia y características del sistema ambiental general, considerando el grado de modificación o alteración de los elementos del paisaje local.

8. **Calidad sanitaria del ambiente.** Características del medio que permitirían a los habitantes actuales y futuros del rumbo llevar una vida sana y adecuada, manteniendo al mismo tiempo en buenas condiciones ambientales el sistema.

Las actividades del proyecto que se consideraron para el análisis de impactos fueron:

1. Para la preparación del sitio: Retiro de herbáceas en el área de superficie de las instalaciones, excavaciones para cimentaciones y para pilotes.

2. Para la construcción: Cimentación de pilotes, obra civil y acabados e instalaciones (Hidro-sanitaria, eléctrica).

3. Inicio de operación: Ocupación-habitación de la casa habitación, mantenimiento periódico de la casa habitación.

Tomando en cuenta las actividades del proyecto y los componentes del sistema ambiental presentado anteriormente, se construyeron las matrices de identificación y ponderación para la evaluación de los impactos.

La primera es la matriz se refiere a los impactos generados por su grado: significativo y poco significativo; la segunda, hace referencia al tipo de impacto (negativo o positivo), así como a su incidencia en el sistema (temporal o permanente) y la tercera a la extensión si la emisión proviene puntualmente del proyecto o si es sinérgica.

Las Matrices de Evaluación de Impactos se presentan en los anexos técnicos del presente documento.

V.2.3. Caracterización de los impactos

- **Caracterización de los impactos por su grado**

De acuerdo con la matriz de grado de impactos (en el anexo técnico), el 94.3% de los impactos totales del proyecto se consideran impactos poco significativos y significativos el 5.7%.

La mayor parte de los impactos por la implementación del proyecto recaerán sobre los componentes físicos-químicos con 15.5 *upi* (*unidades ponderadas de impacto*), seguidos por el componente biótico, que recibiría un valor de 6.5 *upi* según lo analizando durante el llenado de las matrices.

Particularmente, los subcomponentes que serían más afectados (los que obtuvieron un valor elevado *upi*) fueron la calidad del suelo y la calidad del agua subterránea del componente físico-químico, ambos con 4.5 *upi*. En un segundo término próximo se encuentra la calidad sanitaria del ambiente (4 *upi*).

Por otra parte, sería la estructura del paisaje (2 *upi*), la vegetación y la calidad del aire (3 *upi*), las variables menos impactadas por el proyecto.

La mayor parte de los impactos esperados se generarían por las acciones de de la etapa de construcción (12.5 *upi* totales). Entre las actividades más impactantes se encuentran las excavaciones para cimientos y para pilotes (5 *upi*), así como la propia construcción de dichas cimentaciones, incluyendo los pilotes (4.5 *upi*).

♦ Caracterización por el tipo e incidencia de los impactos

De acuerdo con las matrices elaboradas, específicamente la matriz de tipo, la mayoría de los impactos que el proyecto pudiese ocasionar serán de tipo negativo, representando el 94.3% del total de los impactos. El resto de los impactos (5.7%) serán de tipo positivo.

Por otra parte, el 69.8% de los impactos esperados serán temporales, configurándose como permanentes únicamente el 30.2% de los impactos.

A continuación, se presentan de manera general el tipo y permanencia de los impactos previstos.

Cuadro V.1. Tipo e incidencia de los impactos generados al sistema.

Impactos	Cantidad
Negativo temporal	35
Negativo permanente	15
Positivo temporal	2
Positivo permanente	1

Como es posible observar en el cuadro anterior, la mayoría de los impactos son de tipo negativo, sin embargo, la duración de estos se presentará de manera temporal, es decir, que su tiempo de incidencia no será prolongado y por lo tanto se espera que una vez terminada la actividad que causa este impacto el componente ambiental afectado no volverá a encontrarse bajo la incidencia de ese impacto otra vez durante el desarrollo del proyecto. Lo anterior, no indica la factibilidad de implementar medidas de compensación y mitigación para amortiguar la mayor parte de los impactos producidos en el sistema.

La mayor parte de los impactos negativos ocurrirían en la etapa de construcción, mientras que la etapa operativa se proyecta como aquella en la cual los impactos negativos se darán en menor cantidad.

De forma más específica, el componente físico-químico sería objeto de un total de 25 impactos negativos. De los impactos negativos sobre este componente ocurrirán algunos de tipo permanente para la calidad del agua y calidad del suelo.

En cuanto a los subcomponentes bióticos o ecológicos, todos los impactos previstos serían negativos, aunque la mayoría serán temporales; excepto en la etapa operativa en la que la mayoría de los impactos esperados serán permanentes dada la ocurrencia por tiempo definido de las obras y actividades previstas por el proyecto.

De manera general, el tipo y grado de impactos registrados en las matrices se resume en el cuadro siguiente:

Cuadro V.2. Impactos generales que se producirán durante cada etapa del proyecto.

Etapa	*Upi* generados	Tipo de impactos
Preparación del sitio	8.5	Mayoría negativos temporales
Construcción	12.5	Mayoría negativos temporales
Operación	28	Mayoría negativos permanentes

Como resultado de la identificación de los impactos por su grado, efecto e incidencia sobre los componentes del sistema ambiental, se tiene que las características del suelo y la calidad del agua subterránea serán las variables más afectadas por el proyecto.

Cuadro V.3. Impactos *negativos* a generar sobre los componentes del sistema ambiental.

Componente del Sistema	*upi*	Impactos
Calidad del Suelo	4.5	Mayoría Permanentes
Calidad del Agua Subterránea	4.5	Mayoría Temporales
Calidad Sanitaria del Ambiente	4.0	Mayoría Temporales
Entorno Acústico	3.5	Temporales
Fauna Terrestre	3.5	Mayoría Temporales
Calidad del Aire	3.0	Temporales
Vegetación Nativa	3.0	Mayoría Permanentes
Estructura del Paisaje	2.0	Mayoría Temporales

♦ Caracterización por el rango y extensión de los impactos

Todos los impactos previstos serían de tipo sinérgico (100%), es decir, que la perturbación o afectación ya ocurre en la zona y toda la región, por las áreas habitacionales y centros de población actualmente existentes y en proceso. En este sentido, los impactos que provocará el proyecto se adicionarán a la matriz de impactos que ya tienen lugar en el sitio y la zona.

El 84.9% de los impactos esperados serían puntuales, es decir, que ocurrirían afectaciones solo dentro del polígono, sin trascender al exterior del mismo. En contraparte, el 15.1% de los impactos serían extensos.

Dadas las características actuales del sitio de afectación y de la zona, así como el tipo de obras que se desarrollarán y que tienen lugar actualmente en las colindancias, los impactos a generar son de tipo sinérgico. El uso de suelo habitacional y recreativo es extendido en la zona.

El sistema presenta alteraciones previas en sus componentes bióticos y abióticos, con escasa distancia respecto a infraestructura de vivienda existente y en operación actual.

Se prevé que se generen impactos extensos sobre los componentes del suelo, agua y entorno acústico, así como sobre la calidad sanitaria del ambiente; y únicamente durante la operación del proyecto (habitación u ocupación de la vivienda, así como por su mantenimiento).

- **Descripción de los impactos**

Calidad del aire. Todos los impactos que serán generados sobre esta variable son considerados negativos, sin embargo, también son poco significativos y de incidencia temporal. Estos impactos primeramente serán provocados por el uso de maquinaria durante la etapa de excavación y cimentación (en aquellas áreas donde serán colocados los pilotes y la infraestructura que por proyecto se asentarán sobre suelo directo); se suspenderán al aire partículas como polvos y arenas, sin olvidar los gases, todas en pequeñas cantidades, incluso podemos decir que el impacto será casi nulo. Durante la construcción incrementarán las partículas en suspensión sin embargo dadas las características arenosas del sitio no se considera que exista una dispersión amplia de dichas partículas.

Calidad del agua subterránea. Los impactos sobre este subcomponente serán en su mayoría negativos pero temporales. Estos impactos tendrán mayor importancia durante las etapas previas a la ocupación de la vivienda (preparación del sitio y construcción), ya que durante estas etapas pudiesen darse casos de filtración (facilitada por la remoción de herbáceas en zonas puntuales) de sustancias derramadas en el suelo. Durante la operación cabe recalcar que las aguas residuales generadas serán circuladas a un sistema de tratamiento tipo SITAR DLD14 que se encargará de su tratamiento eficiente previo a su liberación a un campo de absorción, y durante la preparación y construcción se emplearan letrinas portátiles y mantenimiento a maquinaria para evitar fugas.

Calidad del suelo. El primer impacto que incidirá sobre el área del proyecto será el de la remoción de herbáceas en las áreas de obra y cimentación de los pilotes; en esta misma etapa, durante las excavaciones, también se afectará la calidad del suelo debido su extracción en el sitio, aunque sin afectar la composición de este. En la construcción, si no se tiene el debido cuidado con los residuos que serán generados podría ocurrir un derrame o lixiviación de estos y filtrarse incluso pudiendo llegar a aguas subterráneas costeras. Durante la ocupación de la casa habitación existe un riesgo que se dará por la generación de residuos sólidos. La mayor parte de los impactos se darán durante la construcción en

forma puntual y se tomarán las medidas necesarias para evitar la sinergia de este impacto en caso de ocurrir.

La ocupación propia del sustrato natural por la infraestructura civil prevista, implicará impactos permanentes sobre este componente medioambiental y sobre la estructura del paisaje.

Entorno acústico. El entorno acústico se verá afectado durante la etapa de construcción con mayor frecuencia, pero de manera temporal debido al uso de maquinarias para llevar a cabo esta actividad, así como actividades de albañilería que ocasionan emisiones sonoras al ambiente. Se consideran impactos puntuales, ya que su incidencia será única en la zona y una vez terminada esta etapa la calidad acústica será satisfactoria en el entorno ambiental. A futuro, el arribo y ocupación de la casa habitación, elevará los niveles de ruido en el área de influencia dado que la estadía de personas en la casa y en las áreas de recreación (como la playa) implican ruido adicional pero moderado. Estos impactos ya existen en las colindancias directas del predio del proyecto y en la zona.

Vegetación nativa. La cobertura vegetal se verá afectada negativamente. En las etapas de construcción y operación serán objeto de impacto permanente dado que se la permanencia de la obra civil conformada se mantendrá en el tiempo e impedirá la regeneración de la vegetación en las áreas de infraestructura. Cabe aclarar que el impacto será poco significativo debido a que mantendrá la vegetación del polígono en las áreas dec conservación y se plantea el recate de individuos vegetales de tallas adecuadas para su reintegración en el polígono. Aunado a lo anterior, otra consideración por la que el impacto será poco significativo es que la vegetación se encuentra en estado de regeneración lo que significa una vegetación joven, es decir, que todavía no se encuentra en su etapa madura o completamente desarrollada. Una vez construida la casa, la vegetación continuará su etapa de regeneración debido a que el diseño piloteado así lo permitirá.

Fauna terrestre. Durante la etapa de preparación, antes de la ejecución de las actividades, se ahuyentarán fuera del área del sitio aquellas especies encontradas para evitar así un mayor grado en el impacto de este componente. Los impactos son considerados poco significativos porque la fauna encontrada en el sitio es escasa y además al ser ahuyentada se reduce el riesgo de afectarla. Una vez concluidas las actividades de construcción se espera que de manera natural la fauna regrese a habitar el sitio siendo las especies de flora en regeneración su hábitat, de igual manera tolerando la actividad humana en la zona. Este impacto se considera al principio negativo, aunque de permanencia temporal y al final de incidencia permanente por la permanencia y uso de la infraestructura conformada.

La operación de la infraestructura en el sitio y la consecuente generación de condiciones y residuos atrayentes, pueden ser factor que fomenten la aparición de plagas en el sitio, por lo que se controlarán adecuadamente estos elementos de riesgo ambiental (manejo adecuado de residuos, mantenimiento a instalaciones). En cuanto sea necesaria la fumigación, se aplicarán únicamente insumos aprobados por las autoridades competentes.

Estructura del paisaje. Si bien el paisaje predominante es habitacional en área natural costera, la implementación de las instalaciones supondrá una estructura ajena más al paisaje y la reducción de cobertura vegetal. Estas modificaciones estéticas del paisaje se

presentarán de manera puntual en el área del proyecto, aunque cabe mencionar que una vez concluida la obra se realizar actividades de revegetación de las áreas verdes y se permitirá la regeneración de la vegetación que junto con el diseño, la infraestructura se adecuará al paisaje general de casas de veraneo de la zona, integrando de mejor manera el componente ambiental a su entorno.

Calidad sanitaria del ambiente. La generación de residuos inorgánicos durante la construcción impactará sobre la calidad sanitaria del ambiente de manera negativa ya que esta se verá disminuida si no se tiene un adecuado control. Durante la construcción se mantendrá control al implementar contenedores adecuados, rotulados y con tapa para poder ser dispuestos adecuadamente en sitios establecidos. Al término de la construcción se retirarán todos los residuos que se generaron para favorecer la calidad sanitaria del ambiente al eliminar elementos contaminantes. Durante la operación de la casa habitación existirán varios factores que pudiesen afectar y causar contaminación sobre este componente como la presencia de vehículos en la zona, la presencia de habitantes, la generación de residuos, entre otros. Estos impactos serán considerados como temporales y poco significativos dado que una vez que inicie la ocupación del sitio y la utilización de infraestructura, los habitantes brindarán mantenimiento periódico para contribuir a la limpieza y mejoramiento sanitario en forma permanente.

Durante la operación, la presencia de vehículos en la zona, así como la presencia de habitantes en el sitio, causará un riesgo de contaminación y ruido que afectarán a la calidad sanitaria ambiental. Estos impactos pueden catalogarse como temporales y poco significativos, ya que cuando inicie la ocupación del sitio y la utilización de infraestructura, el mantenimiento dado a la casa, por sus habitantes contribuirá a la limpieza y al mejoramiento sanitario del sitio en forma permanente.

Es de considerar como parte de la calidad sanitaria del ambiente, el arribo de vehículos y maquinaria para la realización de actividades; y durante la operación, la permanencia de vehículos en la zona. Sin embargo será afectación moderada debido a la baja afluencia vehicular y que la vialidad de acceso (la carretera costera estatal) cuenta con capacidad para tráfico pesado. Este impacto ya ocurre en la zona.

Asimismo, como parte de los impactos al sistema se prevén todos los positivos que implicará la oferta de empleos y el requerimiento de los servicios, los cuales favorecerán a las comunidades asentadas en la zona y la región.

V.2.4. Evaluación de los impactos

- ***Consideración de los coeficientes de importancia relativa*** **(C.I.R.)**

A fin de realizar la evaluación de cada impacto que fue tomado en cuenta, se procedió a analizar los coeficientes de importancia relativa (C. I. R.), estos se aprecian en el cuadro de la página siguiente.

El análisis e interpretación se realiza de derecha a izquierda, dando como resultado que las variables de mayor importancia relativa (CIRVMI) son la calidad sanitaria del ambiente y la calidad del suelo.

A pesar de representar impactos negativos temporales estas variables deben ser observadas a detalle durante el proyecto ya que son los aspectos más sensibles del sistema y susceptibles a recibir impactos de mayor relevancia.

En cuanto a las variables de mayor jerarquía (CIRJ) por su interacción con las demás del sistema ambiental y que pueden ser afectadas con mayor peso, se identifican la vegetación nativa y la fauna terrestre.

Cuadro V.4. Matriz de cribado ambiental.

Matriz de Cribado SIMBOLOGIA Impacto Significativo 1 Impacto poco significativo 0.5 Impacto Nulo 0	**Nominal**	Calidad Sanitaria del Ambiente	Estructura del Paisaje	Fauna Terrestre	Vegetación Nativa	Ruido	Calidad del Suelo	Calidad del Agua Subterránea	Calidad del Aire	**Suma**	**C.I.R.-V.M.I**
Calidad del Aire	1	0	0	0	0	0	0	0		1	0.056
Calidad del Agua Subterránea	1	0.5	0	0	0.5	0	0		0	2	0.111
Calidad del Suelo	1	0.5	0	0.5	0.5	0		0.5	0	3	0.167
Ruido	1	0.5	0.5	0.5	0		0	0	0	2.5	0.139
Vegetación Nativa	1	0	0.5	0.5		0	0.5	0	0	2.5	0.139
Fauna Terrestre	1	0	0		0.5	0	0	0	0	1.5	0.083
Estructura del Paisaje	1	0		0	0	0	0	0	0	1	0.056
Calidad sanitaria del Ambiente	1		1	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.5	4.5	0.250
Nominal		1	1	1	1	1	1	1	1		
Suma		2.5	2.5	3	3	1	2	2.5	1.5	**18**	**1.000**
C.I.R-J		0.139	0.139	0.167	0.167	0.056	0.111	0.139	0.083	**1.000**	

A partir de esta matriz de cribado ambiental, se elabora el gráfico de priorización que se presenta a continuación.

El Coeficiente de Importancia Relativa Jerarquizado (C.I.R.J.) corresponde a los subcomponentes más impactantes y se interpretan de derecha a izquierda; de tal forma, se tiene que los subcomponentes que deberán ser jerarquizados para su atención al momento de tomar decisiones en cuanto su cuidado, de esta manera se tiene que la vegetación, fauna, calidad del sistema ambiental, calidad del agua subterránea y estructura del paisaje son los componentes prioritarios. Es decir que buscando proteger en mayor jerarquía la

vegetación, por ende, se repercutirá en la protección del agua subterránea y sistema ambiental.

No obstante, las demás variables deberán considerarse en un programa de control ambiental para prevenir, mitigar y compensar los impactos que se puedan generados.

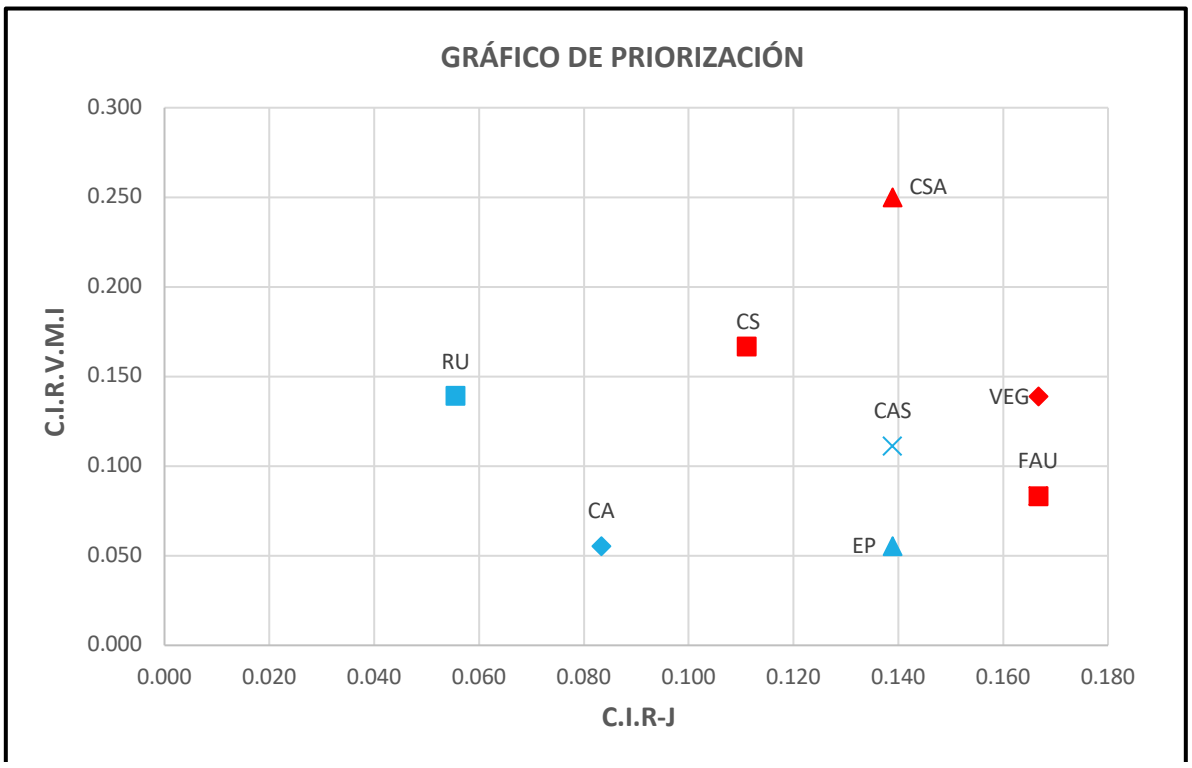


Figura V.1. Priorización para las variables impactadas por el proyecto. Donde: CS: Calidad del Suelo; CAS: Calidad del Agua Subterránea; CA: Calidad del Aire y CSA: Calidad del Sistema Ambiental; VEG: Vegetación; FAU: Fauna; RU: Ruido; EP: Estructura del Paisaje.

El Coeficiente de Importancia Relativa Jerarquizado (C. I. R. J.) corresponde a los subcomponentes más impactantes y se interpretan de derecha a izquierda; de tal forma, se tiene que los subcomponentes que deberán ser jerarquizados para su atención al momento de tomar decisiones en cuanto su cuidado, de esta manera se tiene que la vegetación es el

componente prioritario, seguido de la calidad del suelo y por ultimo la calidad del agua. Es decir que buscando proteger en mayor jerarquía la vegetación, por ende se repercutirá en la protección de tanto de suelo como del agua subterránea.

El Coeficiente de Importancia Relativa de la Variable más Impactada (C. I. R. V. M. I.) en el gráfico, se interpreta de abajo hacia arriba, lo que da como resultado que los subcomponentes son de igual importancia en el sistema por lo que se deberán establecer medidas pertinentes enfocadas a prevenir y mitigar los impactos para cada uno de ellos.

No obstante, las demás variables deberán considerar un programa en el que se incluya la manera de prevenir, mitigar y compensar los impactos que se puedan generados, así como también, fomentar la vegetación nativa.

- ***Evaluación del sistema ambiental***

Para realizar una evaluación del sistema ambiental completa, se consideraron todos los aspectos que lo componen de manera integral. También se consideró el sistema ambiental en tres etapas: antes, durante y después de la implementación del proyecto, teniendo así un mejor conocimiento de como fueron cambiando las variables por acciones del desarrollo del proyecto y cual se espera sea su estado proyectado después de este.

Para llevar la adecuada evaluación del sistema como se menciona con anterioridad, Se consideró el número de veces que apareció el valor satisfactorio (3), aceptable (2) o no satisfactorio (1) de las repercusiones del proyecto en cada variable ambiental. De esta manera se obtuvieron los siguientes gráficos.

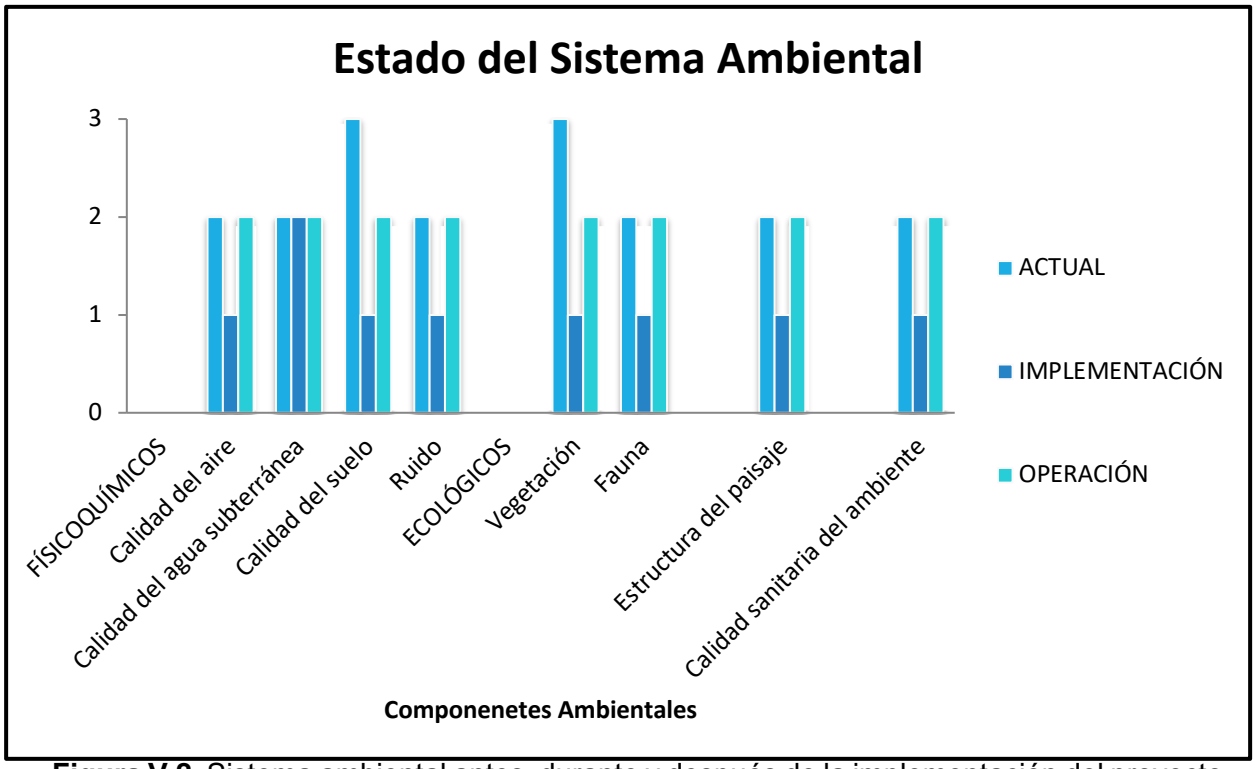


Figura V.2. Sistema ambiental antes, durante y después de la implementación del proyecto.

A partir de aquí, es posible pronosticar cualitativamente y a nivel general, el estado del sistema ambiental durante cada etapa del proyecto. Como resultado, se determina el estado del sistema tomando el valor de impacto con mayor número de observaciones. Así, en el estado actual del área del proyecto se tiene que el sistema ambiental mantiene un estado aceptable, considerando las características predominantes; durante la construcción, el estado será de aceptable a no satisfactorio, con mayor proporción de variables en estado aceptable; y durante la operación de la estación de casa habitación, se contará con un sistema ambiental aceptable en términos generales esperándose una mejoría en la estructura vegetal, aunado a esto, la aplicación de las medidas de seguridad e higiene las condiciones tenderán hacia un estado satisfactorio.

- **OBSERVACIONES TÉCNICAS**

La zona donde se desarrollará el proyecto Paralian corresponde a un entorno suburbano–costero con vocación turística y residencial temporal, caracterizado por casas de veraneo ocupadas principalmente en temporada vacacional. Se trata de un sitio con baja densidad urbana, escasa infraestructura turística formal y presencia predominante de vegetación costera intercalada con predios parcialmente urbanizados.

El polígono del proyecto se ubica en segunda fila respecto a la línea de costa, por lo que no se localiza sobre la primera duna costera ni dentro de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT). Hacia el norte colinda con predios frente a la costa (ZOFEMAT), hacia el sur con terrenos cubiertos de vegetación natural costera, y en sus laterales con viviendas de uso vacacional con vegetación escasa o modificada. En la zona también se observan plantaciones aisladas de cocoteros y vegetación halófila–dunar característica del litoral yucateco.

El diseño arquitectónico y ambiental del proyecto contempla la preservación de áreas verdes, zonas de amortiguamiento y vegetación nativa, así como la conservación de corredores para el libre desplazamiento de fauna silvestre. Se prioriza la integración paisajística del desarrollo con su entorno mediante el uso de especies nativas, materiales acordes al medio y tecnologías de bajo impacto como luminarias LED, dispositivos ahorradores de agua y un sistema de tratamiento de aguas residuales acorde a la normatividad vigente.

Asimismo, se confirma que el predio no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida federal, estatal o municipal, y que las áreas prioritarias para la conservación identificadas en el POETCY o en programas de biodiversidad no se verán afectadas directamente por el proyecto.

Finalmente, todas las actividades de preparación del sitio, construcción y operación se ejecutarán bajo medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, especialmente en lo referente a suelo, vegetación, fauna, manejo de residuos, ruido y control de aguas residuales. Estas medidas se encuentran descritas en el capítulo correspondiente y aseguran que los impactos generados sean controlados, mitigables y ambientalmente viables.

ÍNDICE
Capítulo VI

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 2

VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 2
VI.2. IMPACTOS RESIDUALES 11
VI.3. MEDIDAS ADICIONALES COMPLEMENTARIAS 11

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

En el siguiente cuadro se describen las medidas de prevención y mitigación propuestas como alternativas a seguir para lograr la minimización y compensación de los impactos identificados en el capítulo anterior en cada una de las etapas que componen el proyecto.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	ETAPA			MÉTODOS DE VERIFICACIÓN
ENTORNO ACÚSTICO	**P**	**C**	**O**	
Se deberá realizar el mantenimiento periódico de la maquinaria que incluya afinación mayor, engrasado y reemplazo de piezas o partes defectuosas para que los ruidos de la maquinaria no se vean incrementados.	√	√		Se contará con los comprobantes correspondientes de mantenimiento de la maquinaria.
No se realizarán trabajos fuera del horario laboral diurno, permitiendo el descanso en horarios nocturnos.	√	√		Contar con bitácoras o registros de entrada y salida de los operadores de maquinarias.
Los trabajadores que estén expuestos de manera permanente a perforaciones contarán con tapones auditivos.	√	√		Evidencia fotográfica y comprobantes de compra de tapones auditivos.
CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	**P**	**C**	**O**	
Queda prohibido introducir objetos extraños, así como depositar cualquier tipo de residuo en los cuerpos de agua (subterránea o marina) que colinden al área del proyecto o se encuentre cercano a este. Se evitará la utilización de maquinaria en mal estado que pudiese causar contaminación por medio de fugas.	√	√	√	Se contará con los comprobantes correspondientes de mantenimiento de la maquinaria. Se tomará evidencia fotográfica del suelo en el área de trabajo y de la maquinaria donde se evidencia la ausencia de fugas.
Se habilitarán sanitarios móviles o letrinas en el área de trabajo (1 por cada 15 trabajadores), para evitar la contaminación del agua. Estos sanitarios o letrinas serán de uso obligatorio.	√	√		Se tomará registro fotográfico de la presencia de las letrinas en el sitio o se contará con recibos que demuestren su

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	ETAPA			MÉTODOS DE VERIFICACIÓN
				renta por parte del promovente.
Las herramientas o maquinaria para la perforación en la cimentación, deberán estar libre de residuos de grasas, aceites u otras sustancias.	√	√		Se contará con los comprobantes correspondientes de mantenimiento de la maquinaria. Se tomará evidencia fotográfica del suelo en el área de trabajo y de la maquinaria donde se evidencia la ausencia de fugas.
El sistema de tratamiento de aguas residuales sanitarias (SITAR DLD14) a ser implementado en las instalaciones deberá cumplir con las características de la norma (NOM-001-SEMARNAT), para garantizar su correcto funcionamiento.			√	Contar con una ficha técnica del sistema de tratamiento obtenido que acredite el cumplimiento de la Norma.
Queda estrictamente prohibida la disposición no controlada de residuos sólidos, de manejo especial, peligrosos y fecalismo al aire libre en la zona del proyecto.	√	√	√	Se deberá contar con recibos de recolección o recepción de residuos por parte de un sitio o proveedor autorizado. Se contará con fotografías de los contenedores rotulados y con tapa para los residuos generados según su tipo. Se contará con fotografías y facturas de renta de las letrinas portátiles para control y disposición adecuada de los residuos sanitarios generados.
Se deberá proporcionar mantenimiento periódico a la maquinaria para que no presente fugas de hidrocarburos en el sitio del proyecto.	√	√		Se contará con comprobantes de mantenimiento de la maquinaria.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	ETAPA			MÉTODOS DE VERIFICACIÓN
				Se realizará la supervisión visual del sitio por un técnico de campo.
La maquinaria que requiera reparaciones mayores deberá ser retirada del sitio para su trabajo en talleres externos establecidos.	√	√		Comprobantes de mantenimientos y bitácora de cumplimiento donde se verifique que dicha actividad no se realiza en el sitio del proyecto.
Se deberá contar con contenedores con tapa y rotulados para los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Los residuos serán trasladados a un almacén temporal habilitado para esta finalidad.	√	√		Evidencia fotográfica de los contenedores en las instalaciones, así como del almacén o acopio temporal.
Se deberán manejar adecuadamente todos los residuos peligrosos que se generen, como aceites, diésel, gasolina, lubricantes, estopas impregnadas con algún material peligroso, con el fin de evitar derrames al suelo y acuífero.	√	√		Se deberán trasladar todos los residuos peligrosos al almacén temporal y contar con evidencia documental como las bitácoras, manifiestos de recolección y disposición de los residuos peligrosos por empresas autorizadas. Fotografías de áreas libres de residuos. Bitácoras de residuos. Manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos.
En caso de ocurrir fugas, se deberán emplear charolas, diques, agentes absorbentes o algún mecanismo de contención con la finalidad de evitar la propagación del derrame, para su posterior recolección junto al suelo impregnado, para su posterior disposición como residuo peligroso.	√	√		Se deberá contar con evidencia documental o fotográfica donde se pueda evidenciar la recolección del derrame y la disposición en contenedores.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	ETAPA			MÉTODOS DE VERIFICACIÓN
				En su caso, bitácora de residuos peligrosos que evidencie el ingreso de los residuos al almacén temporal correspondiente.
CALIDAD DEL SUELO	**P**	**C**	**O**	
Las áreas verdes conservadas por el diseño de construcción del proyecto mantendrán el suelo natural del sitio, así como la vegetación nativa.	√	√	√	Se tomará evidencia fotográfica de las áreas destinadas como verdes y la preservación de sus suelos.
Se deberán tomar acciones preventivas para que la maquinaria no presente fugas de hidrocarburos en el sitio del proyecto.	√	√		Se contará comprobantes de mantenimiento de la maquinaria. Se realizara la supervisión visual del sitio por un técnico de campo.
En caso de existir fugas de hidrocarburos, se contendrá el derrame y recogerá en conjunto con los suelos impregnados y se dispondrán como residuo peligroso.	√	√		Se tomará evidencia fotográfica del manejo que se le dé al posible caso de fuga de hidrocarburos al suelo y se contará con las bitácoras y manifiestos pertinentes que acrediten su correcta disposición. Evidenciar su disposición en contenedores rotulados y con tapa.
En las áreas laborales se establecerán contenedores rotulados y con tapa para almacenar temporalmente los residuos al interior del predio. Los residuos deberán clasificarse como mínimo en Orgánicos, Inorgánicos, de manejo especial y Peligrosos.	√	√		Evidencia fotográfica de los contenedores cumpliendo con las características.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	ETAPA			MÉTODOS DE VERIFICACIÓN
Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, deberán ser dispuestos en sitios autorizados.	√	√	√	Se deberá contar con recibos de recolección o recepción de residuos por parte de un sitio autorizado.
Los residuos peligrosos, deberán ser recolectados y dispuestos por empresas autorizadas por la SEMARNAT. Los residuos no permanecerán más de 6 meses en el almacén de residuos peligrosos.	√	√		Se deberá contar con evidencia documental como las bitácoras de entrada y salida, así como los manifiestos de recolección y disposición de los residuos peligrosos por parte de las empresas autorizadas.
El personal encargado del control de los residuos deberá de estar capacitado para su manejo y disposición temporal, así como para atender la recolección por parte de las empresas especializadas.	√	√		Comprobantes de la capacitación a los empleados en el manejo de residuos
VEGETACIÓN	**P**	**C**	**O**	
En el área de afectación del proyecto se deberá realizar el rescate especies con tallas susceptibles de rescate (de 0.3 a 1.5 m), con la finalidad de ser reutilizadas en las actividades de revegetación o enriquecimiento de las áreas verdes del polígono. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área del proyecto.	√	√		Se tomará evidencia fotográfica y se mantendrá una bitácora de las especies rescatadas.
Una vez concluidas las actividades de construcción, se deberá realizar una revegetación utilizando exclusivamente plantas propias de duna y matorral costero en las áreas verdes del polígono del predio. No se permitirá la introducción de especies exóticas al sistema.			√	Se presentarán las bitácoras de rescate y reforestación de los individuos vegetales rescatados. Se contará con evidencia fotográfica. En su caso, evidencia de la adquisición de flora en viveros/UMAs autorizados.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	ETAPA			MÉTODOS DE VERIFICACIÓN
No se deberán ocupar superficies adicionales a las requeridas por el diseño evaluado en este documento.	√	√	√	Se presentará evidencia fotográfica de las áreas de conservación con respecto a la infraestructura desarrollada en el predio.
Aquellas áreas en las cuales no se contempla ningún uso durante el desarrollo del proyecto se mantendrán con su vegetación original y suelo existente, limitándose estos espacios al enriquecimiento de estos con plantas de la zona.	√	√	√	Se evidenciará con fotos la conservación de las áreas verdes con la vegetación original y local, al igual que el enriquecimiento del suelo con plantas de la zona. Se elaborará bitácoras con el listado de especies que se usen en la reforestación.
Queda estrictamente prohibida la extracción, aprovechamiento, venta o explotación de especies del sitio o partes de estas para su aprovechamiento comercial.	√	√	√	Se monitoreará la zona durante las actividades, para verificar el cumplimiento de las condicionantes establecidas en este documento.
Cualquier andador que comunique a la infraestructura con la playa, deberá ser serpenteado y no rebasar el 1.5 m de ancho, para tal caso se empleara poda selectiva para su mantenimiento.	√	√	√	De ser el caso se entregará el diseño de dichos andadores el cual se hará cumplir durante la construcción.
La vegetación producto del deshierbe se deberá trozar con herramienta manual y retirar del sitio. La eliminación de la vegetación deberá ser manual o mecánica. Quedará terminantemente prohibido el uso de químicos o la quema vegetal en el predio.	√	√		Se tomará evidencia fotográfica de la disposición de los residuos vegetales. Supervisión en campo, fotografías del desmonte/deshierbe en áreas de afectación.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	ETAPA			MÉTODOS DE VERIFICACIÓN
CALIDAD SANITARIA DEL AMBIENTE	**P**	**C**	**O**	
Se colocarán contenedores con tapa para el almacenamiento de los residuos sólidos. Estos contenedores deberán ser específicos para cada tipo de residuo, estar en lugares accesibles al personal y contar con una rotulación que permita su identificación. Lo anterior con la finalidad de promover la separación y facilitar su reciclaje o disposición.	√	√	√	El cumplimiento de esta condicionante será evidenciado mediante registro fotográfico.
Los contenedores que contengan residuos deberán de ser retirados periódicamente del sitio del proyecto para ser enviados a sitios autorizados para su disposición final. Los residuos o materiales de reuso serán trasladados a una empresa especializada para su reciclaje.	√	√	√	Los residuos generados durante estas etapas serán trasladados a sitios autorizados. Se contará con recibos de recepción de los residuos por parte del centro de acopio.
No realizar la quema de ningún tipo de residuo dentro o fuera del área del proyecto.	√	√	√	Se tomará evidencia fotográfica de la disposición de los residuos y se mantendrán recibos de acopio de residuos por sitios autorizados.
Se deberán separar los residuos sólidos urbanos en orgánicos e inorgánicos, colocarlos en contenedores rotulados, cerrados para su resguardo temporal y evitar la proliferación de fauna nociva.	√	√	√	Supervisión de campo, fotografías e Informe de cumplimiento.
Queda estrictamente prohibido depositar basura o residuos de construcción en predios aledaños o en áreas colindantes al sitio del proyecto, debiendo estos ser manejados, recolectados y dispuestos conforme a la normatividad ambiental aplicable.	√	√		Supervisión de campo, fotografías e Informe de cumplimiento y se tomará evidencia fotográfica de la disposición de los residuos y se mantendrán recibos de acopio de residuos por sitios autorizados.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	ETAPA			MÉTODOS DE VERIFICACIÓN
La maquinaria y vehículos utilizados recibirán mantenimiento de manera periódica para evitar que generen más ruido, minimizar emisiones de partículas, humos y/o gases a la atmósfera y evitar fugas de aceites e hidrocarburos que contaminen el suelo y al acuífero. Esto en talleres autorizados fuera del predio del proyecto.	√	√		Registro con los comprobantes de mantenimiento que recibió la maquinaria.
FAUNA	**P**	**C**	**O**	
Se prohíbe realizar algún tipo de aprovechamiento o explotación, extracción, o venta de la fauna silvestre en el área del proyecto. Así mismo de deberá evitar el sacrificio de fauna que quede expuesta durante los trabajos de construcción.	√	√	√	Se monitoreará la zona durante las actividades de preparación y construcción, para verificar el cumplimiento de las condicionantes establecidas en este documento.
Se realizarán revisiones en el área a afectar previo al paso de la maquinaria y la etapa de preparación del sitio al igual que durante la construcción para ahuyentar y/o reubicar a la fauna.	√	√		De encontrarse especies durante las actividades de supervisión, serán ahuyentadas o reubicadas tomando evidencia fotográfica de la actividad y coordenadas de liberación en su caso.
Durante la etapa de construcción se cuidará que los vehículos circulen a velocidades moderadas evitando así el atropellamiento de especies que pudieran circular en la zona.		√	√	Se verificará el cumplimiento de esta actividad mediante supervisiones de campo e informes de cumplimiento.
El proyecto se ajustará a las especificaciones de iluminación decretadas para el cuidado de las tortugas marinas.			√	Se tomará evidencia fotográfica de iluminación externa instalada.
Implementar acciones de protección, rescate y reubicación de fauna en caso de encontrase sobre las zonas de afectación del proyecto durante su ejecución.	√	√	√	Se contará con bitácoras de rescate y reubicación tomando evidencia fotográfica

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	ETAPA			MÉTODOS DE VERIFICACIÓN
				de la actividad y coordenadas de liberación en su caso.
Evitar la proliferación de la fauna nociva derivado de la generación y manejo de residuos, mediante el manejo adecuado de residuos.	√	√	√	Fotografías de las acciones de control de los residuos.
AIRE	**P**	**C**	**O**	
Con respecto a la maquinaria y vehículos, se evitarán movimiento y usos innecesarios; se les brindará mantenimiento periódico; y se consultará con la empresa que los proporcione que estos estén en condiciones óptimas para minimizar emisiones de partículas, humos y/o gases a la atmósfera. La maquinaria y vehículos serán objeto de mantenimiento periódico de afinación mayor, que incluya reemplazo de piezas o partes defectuosas, cambio de aceite y filtros y engrasado de partes mecánicas.	√	√		Se vigilará que los trabajadores utilicen la maquinaria y vehículos correctamente y se solicitará a la empresa que los provea, un documento que valide el mantenimiento recibido por parte de la maquinaria.
Se deberán utilizar en los camiones de volteo con lonas para disminuir la dispersión del polvo o bien humedecer el material transportado previo a su salida del origen, de modo que se evite o reduzca la dispersión de este.	√	√		Se tomará evidencia fotográfica del uso de lonas por parte de los camiones que transporte materiales.
Estará prohibida la quema de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Así como de desechos de vegetación.	√	√	√	Se realizarán recorridos de verificación de actividades y se manifestarán las acciones en informes de cumplimiento. Comprobantes de disposición final de los residuos según su tipo.

P= Preparación del sitio; C = Construcción; O = Operación.

VI.2. Impactos residuales

La construcción y operación del desarrollo Paralian generará impactos residuales permanentes; sin embargo, estos serán de baja magnitud y se mantendrán dentro del polígono del proyecto, sin extenderse a áreas externas.

El principal impacto residual corresponde a la modificación del suelo y la remoción de vegetación en las zonas donde se ubicarán las cimentaciones de las torres habitacionales, vialidades interiores, estacionamientos, cisternas, planta de tratamiento y equipamientos. Dichas afectaciones estarán limitadas a la superficie urbanizable, mientras que se conservarán y restaurarán áreas destinadas a vegetación protegida, zonas verdes y áreas de amortiguamiento ambiental, conforme al proyecto arquitectónico.

Respecto a la fauna silvestre, se prevé un desplazamiento temporal de especies comunes y tolerantes a la actividad humana, debido al ruido y movimiento de maquinaria. Este impacto se reducirá mediante recorridos de rescate y reubicación de fauna previa al desmonte, así como conservación de áreas verdes en etapa operativa que permitan su retorno.
En cuanto al paisaje natural, se generará una transformación visual permanente derivada de la construcción del conjunto habitacional de mediana altura. No obstante, el diseño arquitectónico considera integración con el entorno costero, uso de vegetación nativa, zonas de recreación y materiales acordes a la imagen urbana del litoral de Progreso.

Finalmente, el consumo de agua, energía y generación de residuos no se considera un impacto residual significativo, ya que corresponderá a niveles domésticos y será abastecido mediante infraestructura existente y proveedores autorizados, sin generar desabasto o sobrecarga a los servicios municipales.

VI.3. Medidas adicionales complementarias

- El promovente será responsable del cumplimiento ambiental de todas las acciones realizadas por contratistas, proveedores y personal de obra, particularmente en lo referente a la generación, almacenamiento, transporte y disposición de residuos sólidos, residuos de manejo especial, peligrosos, así como el manejo de combustibles, lubricantes y mantenimiento preventivo de maquinaria.
- Se contará con extintores, señalética de seguridad y un plan básico de prevención y atención de incendios en las áreas de obra y operación, conforme a las normas de protección civil vigentes.
- Se conservarán y habilitarán áreas verdes, jardines y zonas de vegetación costera nativa dentro del desarrollo, las cuales funcionarán como zonas de amortiguamiento visual y acústico, hábitat para fauna local y áreas de infiltración pluvial. Preferentemente se emplearán especies nativas o adaptadas a la zona costera de Progreso.

- Previo a las actividades de desmonte y preparación del sitio, se realizará rescate de flora y reubicación en zonas de conservación del predio**,** favoreciendo la revegetación con especies nativas propias de duna y selva baja caducifolia costera.
- Se implementarán recorridos de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre**,** conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, con el apoyo de personal especializado, para minimizar el riesgo de atropellamiento o afectación directa.
- No se permitirá la construcción de bardas de concreto completamente cerradas en los límites del predio. En su lugar, se emplearán cercos permeables, vegetación (cercos vivos) u otros sistemas que permitan el libre tránsito de fauna.
- No se permitirá a residentes, visitantes o trabajadores afectar la vegetación, suelos o ecosistemas fuera de los límites del predio autorizado.
- Los animales domésticos dentro del desarrollo deberán permanecer bajo control de sus propietarios para evitar afectaciones a la fauna silvestre o a áreas de conservación.
- Se prohibirá el tránsito de vehículos motorizados sobre la playa y ZOFEMAT, particularmente durante la temporada de anidación de tortugas marinas, en caso de ser zona de presencia.
- Se evitará la eliminación o poda de vegetación existente en colindancia con la zona federal marítimo terrestre, excepto cuando sea autorizada por la autoridad competente y justificada técnicamente.
- Se habilitará un almacén temporal de residuos, techado, impermeabilizado y delimitado, donde se almacenarán residuos separados por tipo, previo a su disposición final por empresas autorizadas.
- Se implementará un Programa de Vigilancia Ambiental durante la etapa de construcción y operación, con seguimiento de impactos, cumplimiento de medidas de mitigación y elaboración de informes a SEMARNAT y PROFEPA en caso de ser requerido.

De implementarse las medidas de prevención y mitigación antes mencionadas, no se considera que el proyecto causará algún impacto ambiental crítico o significativo.

ÍNDICE

Capitulo VII

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES 2

VII.1. PRONÓSTICO DEL ESCENARIO 2
Escenario 1. Tendencia del sistema ambiental sin la ejecución del proyecto..... 2
Escenario 3. Tendencia ambiental con ejecución del proyecto y aplicación de medidas de mitigación 3
VII.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 4
VII.3. CONCLUSIONES 4
VII.4. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 6

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES

VII.1. Pronóstico del escenario

Escenario 1. Tendencia del sistema ambiental sin la ejecución del proyecto

El sitio donde se desarrollará el proyecto Paralian Progreso corresponde a un predio costero en Chicxulub Puerto, Yucatán, con uso actual como lote baldío sin urbanización, cubierto predominantemente por vegetación secundaria de duna costera, compuesta por herbáceas, arbustos dispersos y áreas de suelo arenoso expuesto. Se observan señales de perturbación previa, así como residuos menores dejados por actividades humanas (plásticos, escombros ligeros).

El entorno inmediato está conformado por desarrollos inmobiliarios en construcción, viviendas de veraneo, predios baldíos y vialidades costeras. La fauna presente consiste en especies adaptadas al medio urbano y costero como: iguana rayada (Ctenosaura similis), tordos, palomas, gaviotas, tlacuaches, lagartijas y aves migratorias**.**

Si el proyecto no se llevara a cabo, el terreno continuaría en estado de abandono, con regeneración natural lenta de vegetación secundaria costera. Sin embargo, también existe riesgo de:

- Uso del predio como tiradero clandestino de residuos sólidos y escombros.
- Incremento de especies oportunistas y fauna nociva.
- Fragmentación del paisaje por desarrollos colindantes sin ordenamiento homogéneo.

En conclusión, sin el proyecto, el predio mantendría un uso indefinido, con vegetación secundaria en regeneración, pero vulnerable a degradación y acumulación de residuos dada la presión urbana y turística del corredor costero Progreso–Chicxulub.

Escenario 2. Tendencia del sistema ambiental con proyecto sin medidas de mitigación.

En el supuesto de que la obra se ejecutará sin aplicar medidas de mitigación o prevención, el sistema ambiental experimentaría impactos más severos.

- **Preparación del sitio:** se eliminaría la vegetación en todo el predio, sin conservar áreas verdes ni aplicar recorridos de rescate y ahuyentamiento de fauna. Esto implicaría pérdida de cobertura vegetal y desplazamiento forzado de fauna silvestre.

- **Construcción:** se generarían afectaciones al suelo por excavaciones sin control, impermeabilización total del predio y derrames de aceites, grasas o combustibles,

que podrían infiltrarse y afectar el medio subterráneo. No se implementarían medidas de control de polvos ni botes para residuos, por lo que estos podrían ser depositados al aire libre, contaminando el entorno inmediato.

- **Operación:** no se llevarían a cabo acciones de enriquecimiento o ajardinamiento con especies nativas, ni se limitaría el uso de especies exóticas. Los daños a vegetación, fauna y paisaje se mantendrían sin corrección, y no existirían criterios de sustentabilidad en el manejo del agua, energía o residuos.

En resumen, la ausencia de medidas provocaría **impactos negativos permanentes** sobre el suelo, la vegetación, el paisaje y la fauna, reduciendo la calidad ambiental del sitio y su integración con el entorno.

Escenario 3. Tendencia ambiental con ejecución del proyecto y aplicación de medidas de mitigación

Con la ejecución del proyecto Paralian Progreso bajo el cumplimiento de las medidas de mitigación, prevención y compensación previstas, se espera un escenario de desarrollo ambientalmente responsable y compatible con el entorno costero. La remoción de vegetación estará limitada únicamente a las áreas estrictamente necesarias para la construcción de las torres habitacionales, vialidades internas y equipamientos. Se conservarán y delimitarán áreas verdes y de amortiguamiento paisajístico, con revegetación basada en especies nativas de duna costera.

Previo al inicio de obra, se llevará a cabo el rescate y reubicación de flora y fauna presente, con especial atención a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Durante la construcción, se aplicarán medidas de control de polvo, manejo adecuado de residuos y mantenimiento preventivo de maquinaria para evitar fugas de combustibles o aceites.

El proyecto contará con un sistema integral de tratamiento de aguas residuales mediante plantas modulares tipo biodigestor con cloración, lo que garantizará que el efluente tratado sea infiltrado sin contaminar el subsuelo. Los residuos sólidos se manejarán de forma separada, con almacenamiento temporal y disposición final en sitios autorizados. En la operación se utilizarán luminarias tipo LED, equipos eficientes en consumo de agua y energía, y se prevé la integración gradual de sistemas fotovoltaicos.

El diseño paisajístico incorporará vegetación nativa, lo que permitirá mantener la imagen del ecosistema costero y favorecerá el retorno de fauna adaptada al medio urbano. Social y económicamente, el proyecto generará empleo, movimiento económico local y no representará una carga significativa para los servicios municipales.

En este escenario, los impactos ambientales son moderados, temporales y mitigables, logrando un equilibrio entre desarrollo inmobiliario y conservación ambiental.

VII.2. Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental se implementará con el objetivo de garantizar el cumplimiento, eficacia y seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales previstas para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.

Este programa comprende la planeación, supervisión, verificación, evaluación y, en su caso, la corrección o adecuación de las acciones ambientales implementadas. Su propósito es asegurar que las actividades del proyecto se desarrollen conforme a lo establecido en el Capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y en la normatividad aplicable.

Para ello, se designará un responsable ambiental calificado, con conocimientos técnicos en normatividad ambiental, manejo de residuos, protección de flora y fauna, y supervisión de obra. Dicho especialista estará presente de forma periódica o permanente según la fase del proyecto y tendrá las siguientes funciones:

- Verificar el cumplimiento de las medidas ambientales durante la preparación del sitio, construcción y operación.
- Coordinar y capacitar al personal de obra y operativo en materia de buenas prácticas ambientales.
- Llevar bitácoras de supervisión, registros fotográficos, reportes técnicos y evidencia documental del cumplimiento de medidas.
- Reportar oportunamente cualquier desviación o incumplimiento y proponer medidas correctivas o preventivas.
- Fungir como enlace técnico con las autoridades ambientales correspondientes (SEMARNAT, PROFEPA o autoridades municipales) cuando así se requiera.

En caso de detectarse incumplimientos por parte del personal o contratistas, el responsable ambiental implementará acciones correctivas inmediatas, con el fin de mantener condiciones adecuadas de sanidad, seguridad, imagen urbana, protección ambiental y cumplimiento legal dentro del área del proyecto.

El contenido detallado del Programa de Vigilancia Ambiental incluyendo cronogramas, indicadores de cumplimiento, bitácoras, responsables y formatos de seguimiento se presenta en los anexos técnicos del presente estudio.

VII.3. Conclusiones

- Para garantizar una valoración precisa de los impactos ambientales y una descripción adecuada del sistema ambiental y del proyecto, este documento fue elaborado utilizando fuentes oficiales, métodos técnicos reconocidos y herramientas de análisis ambiental idóneas para este tipo de estudios.

- El predio donde se desarrollará el proyecto se ubica en una zona con infraestructura urbana y turística preexistente, con disponibilidad de servicios básicos. El terreno es propiedad del promovente y cuenta con acceso legal y físico para el desarrollo del proyecto.
- El diseño del proyecto se realizó conforme a los instrumentos normativos aplicables a su ubicación, principalmente el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Progreso (POETCY) y el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán, asegurando congruencia con los usos de suelo permitidos y criterios ambientales vigentes.
- La vegetación existente en el predio se encuentra en estado de vegetación secundaria y regeneración, con predominancia de especies herbáceas y arbustivas costeras. La implementación del proyecto considera la conservación y reforestación de áreas verdes, lo que permitirá mejorar la cobertura vegetal respecto a su condición actual.
- La fauna observada corresponde principalmente a especies comunes y tolerantes a la actividad humana. Aunque se identificó presencia potencial de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en los alrededores, no se detectó su presencia directa en el área del proyecto. Se estima que la afectación será mínima y temporal, considerando las medidas de rescate y reubicación de fauna.
- Del análisis de la matriz de impactos ambientales, se concluye que los efectos derivados de las etapas de preparación del sitio, construcción y operación son de baja a moderada magnitud**,** mitigables y compensables, siempre que se apliquen las medidas de manejo ambiental propuestas en el Capítulo VI.
- El proyecto es ambientalmente viable, ya que se desarrollará en un sitio previamente modificado y antropizado, no interfiere con ecosistemas de alto valor ambiental, y propone soluciones sostenibles como tratamiento de aguas residuales, manejo adecuado de residuos y conservación de áreas verdes.
- Se reconoce que toda intervención en ecosistemas naturales implica alteraciones; sin embargo, mediante el cumplimiento oportuno de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas, es posible evitar impactos sinérgicos o irreversibles, asegurando el equilibrio ambiental del sitio.

VII.4. Bibliografía Consultada

Arriaga Cabrera, L; V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durán, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López y E. Vázquez Domínguez (coords). 1998. "Regiones Hidrológicas Prioritarias. Fichas técnicas y mapa (escala 1:4,000,000)". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp: 131-133.

Butterlin, J. y Bonet, F. 1960. "Las Formaciones Cenozoicas de la Parte Mexicana de la Península de Yucatán". Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Butterlin, J y Bonet, F. 1963. "Mapas geológicos de la Península de Yucatán: las formaciones Cenozoicas de la parte mexicana de la Península de Yucatán". Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. México, Distrito Federal.

Byron, H. 2000. Biodiversity and Environmental Impact Assessment: A good practice guide for road schemes. The RSPB, WWF-UK, English Nature and the Wildlife Trusts, Sandy. 119 p.

Cantú-Martínez, P. 2000. "Impacto Ambiental". En: Informe Final del Décimo Noveno Curso de Capacitación RESERVA. Ducks Unlimited de México, A.C., U.S. Fish and Wild Life Service, U.S. Forest Service, Ducks Unlimited Inc., Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 237 p.

Comisión Nacional del Agua. 1989. "Los Recursos Físicos de la Península de Yucatán". Gerencia Regional del Sureste. Subgerencia de Estudios. Subdirección de Agrología.

Comisión Nacional del Agua. 1997. "Diagnóstico de la Región XII, Península de Yucatán". Subdirección General de Programación. Gerencia de Planeación Hidráulica. Gerencia Regional de la Península de Yucatán. Subgerencia Regional de Programación.

Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán. 1999. Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán. 23 de abril de 1999. Yucatán, México.

Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán. 2000. Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán. 23 de marzo de 2000. Yucatán, México.

Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán. 2002. Plan Estatal de Desarrollo Yucatán 2001 – 2002. Mérida, Yucatán. 29 de Enero del 2002.

Diario Oficial de la Federación. 1982. "Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido". México, Distrito Federal. 06 de Diciembre de 1982.

Diario Oficial de la Federación. 1988. "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente". México, Distrito Federal. 28 de Enero de 1988.

Diario Oficial de la Federación. 1988 b. "Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos". México, Distrito Federal. 25 de Noviembre de 1988.

Diario Oficial de la Federación. 1988 c. "Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera". México, Distrito Federal. 25 de Noviembre de 1988.

Diario Oficial de la Federación. 1992. "Ley de Aguas Nacionales". México, Distrito Federal. 27 de Noviembre de 1992.

Diario Oficial de la Federación. 2006. "Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los

mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente". México, Distrito Federal. 23 de Junio de 2006.

Diario Oficial de la Federación. 1994. "Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición". México, Distrito Federal. 15 de Diciembre de 1994.

Diario Oficial de la Federación. 1996. "Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales". México, Distrito Federal. 11 de Diciembre de 1996.

Diario Oficial de la Federación. 1997. "Reglamento Federal de Seguridad. Higiene y Medio Ambiente de Trabajo". México, Distrito Federal. 21 de Enero de 1997.

Diario Oficial de la Federación. 2007. "Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diesel o mezclas que incluyen diesel como combustible.". México, Distrito Federal. 13 de Septiembre de 2007.

Diario Oficial de la Federación. 2000. "Ley General de Vida Silvestre". México, Distrito Federal. 03 de Julio de 2000.

Diario Oficial de la Federación. 2010. "Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de Flora y Fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo". Segunda Sección. México, Distrito Federal. 30 de Diciembre de 2010. 85 p.

Duch, J. 1988. La conformación territorial de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 427 p.Durán, R., G. Campos, J.C. Trejo, P. Simá, F. May y M. Juan. 2000. "Listado Florístico de la Península de Yucatán". Centro de Investigación Científica de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 259 p.

Flores, S e I. Espejel. 1994. "Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán". Etnoflora Yucatanense. Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán. México. 135 p.

García, E. 1973. "Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen". Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 p.

Glasson J., R. Therivel y A. Chadwick. 1999. Introduction to Environmental Impact Assessment. 2nd Edition. Spon Press. USA. 496 p.

Howell, S. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. USA. 851 pp.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2000. SCINCE: Yucatán. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2002. Anuario Estadístico: Yucatán. Aguascalientes, México. 627 p.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2002b. Estudio Hidrológico del Estado de Yucatán. Aguascalientes, México. 77 pp.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2003. Datos Estadísticos Yucatán. Consulta por Internet: yuc.inegi.gob.mx.

Lee, J.C. 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the maya world. Cornell University. U.S.A. 402 p.

Lesser-Illades, J.M. and Weidie, A.E. 1988. Region 25 Yucatan Peninsula; Chapter 28. The Geology of North America. Vol. O-2. Hydrogeology. The Geological Society of America.

Perry, E., J. Swift, J. Gamboa, A Reeve, R. Sanborn, L. Marín y M. Villasuso. 1989. Geologic and environment aspects of surface cementation, north coast, Yucatan, Mexico. Geology. 17: 818-821.

Petts, J. 1999. Handbook of Environmental Impact Assessment. Ed. Advisers. England. 484 p.

Treweek, J. 1999. Ecological Impact Assessment. Blackwell Science Ltd. UK. 351 p.

Universidad Autónoma de Yucatán. 1999. "Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán". Facultad de Arquitectura. Mérida, Yucatán, México. Pp: 163-182.

Valdés, D., V. Ceja, O. Zapata y E. Real. 1992. Comportamiento de la Salinidad en la Laguna de Chelem, Yucatán. En: IX Congreso Nacional de Oceanografía, Veracruz, Ver. Momias, 237 pp.

Velázquez, L. 1986. "Aplicación de Principios Geoquímicos en la Hidrología Cárstica de la Península de Yucatán". Dirección General de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Ingeniería Hidráulica en México.

Villasuso, P.M. y Méndez, R.R. 2000. "Modelo Conceptual del Acuífero de la Península de Yucatán". En "Población, Desarrollo y Medio Ambiente en la Península de Yucatán: De los Mayas al 2030". Publicación en inglés de IIASA. Reporte RR-00-14. pp. 120-139.

ANEXOS

Anexo 1

Planos del Proyecto

Ubicación del polígono (en Google Earth)

Anexo 2

Programas

Anexo 3

Matrices de impacto

Anexo 4

Fotográfico

Anexo 5

Estudio de mecánica de suelos

Anexo 6

Estudio capacidad de carga

Anexo 7

Muestreo de Flora y Fauna