CAPÍTULO

I

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

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

CONSTRUCCIÓN DE DEPARTAMENTOS "HOMETAINERS HAWAII".

I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto se localiza al noroeste de la península de Yucatán, en la Región VI. Influencia Metropolitana, en el predio rústico ubicado en la calle 7 C entre 174 y 176 de la localidad de Chuburná Puerto, perteneciente al municipio de Progreso, Yucatán. Se presenta la ubicación general y particular del proyecto a continuación.

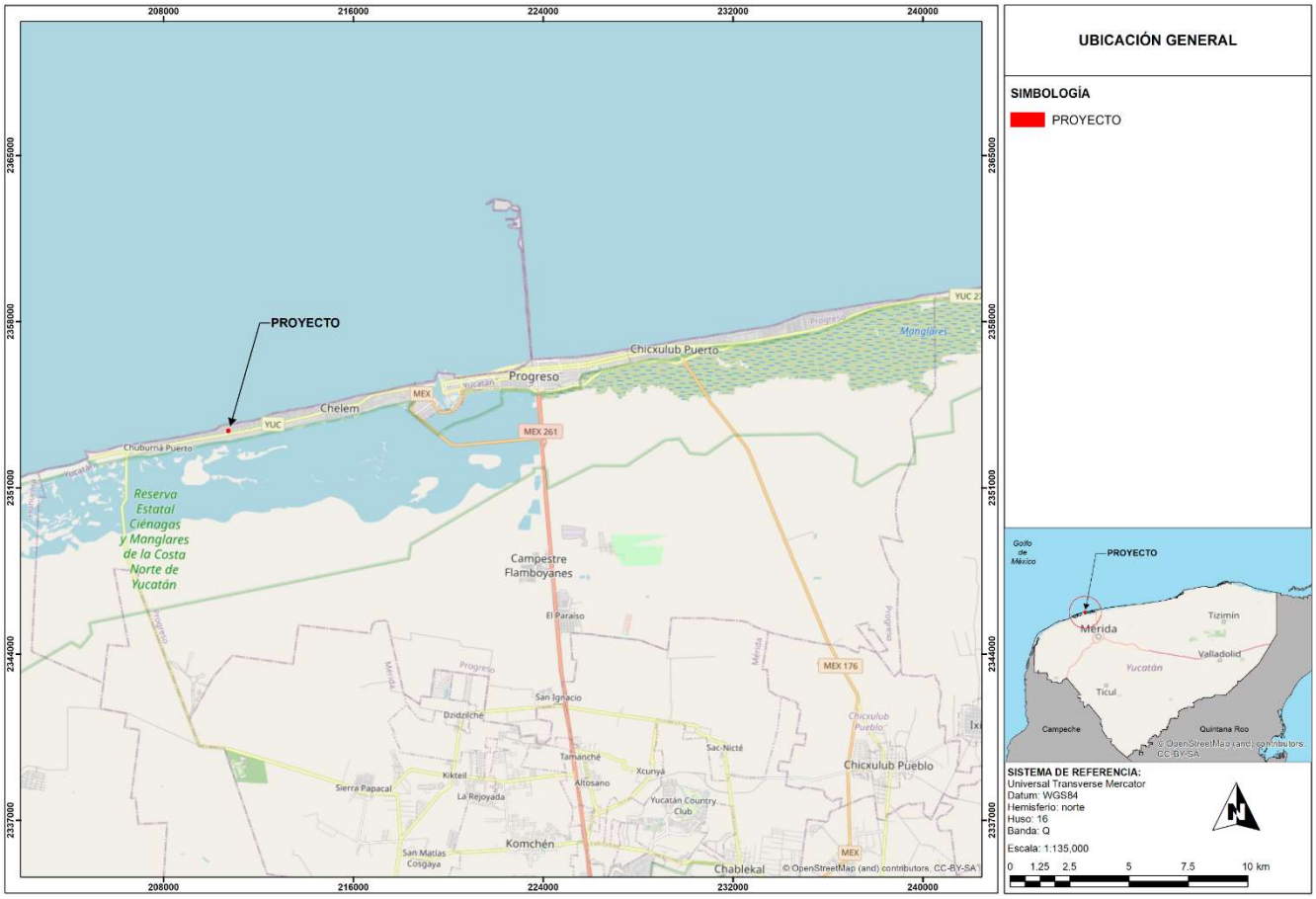


Figura I.1. Ubicación general del proyecto.

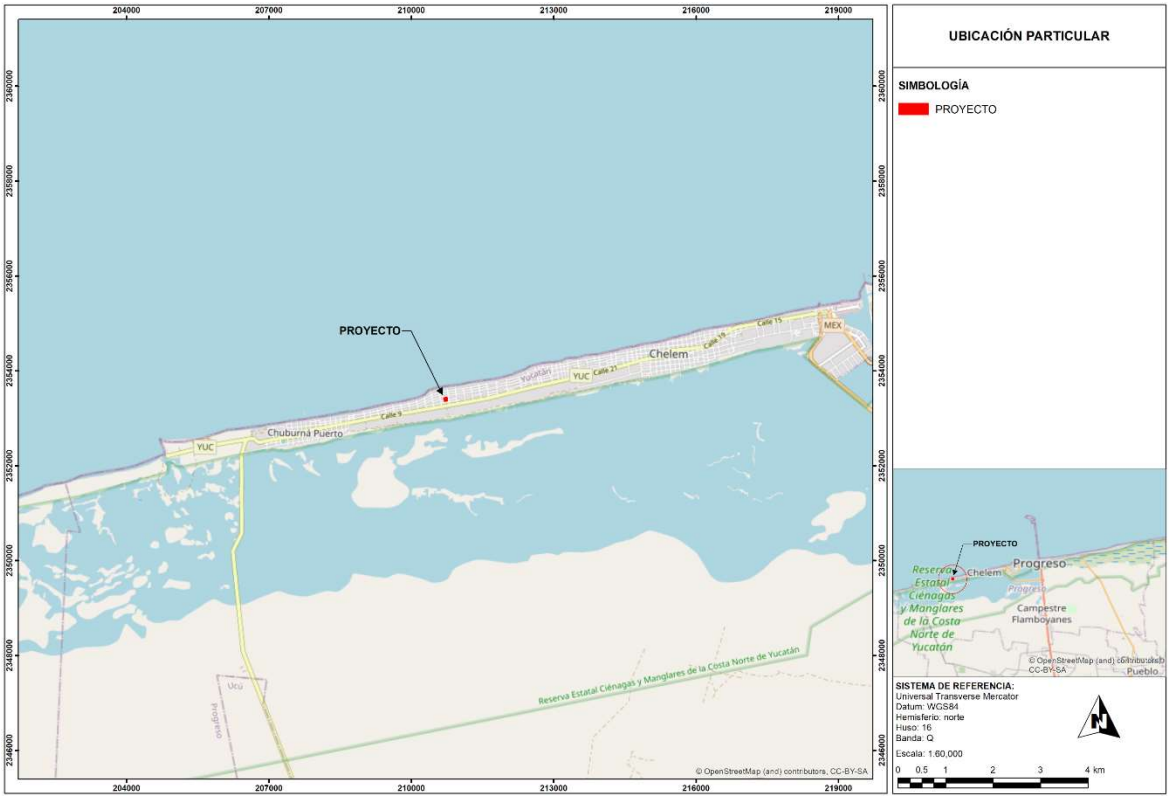


Figura I.2. Ubicación particular del polígono del proyecto.

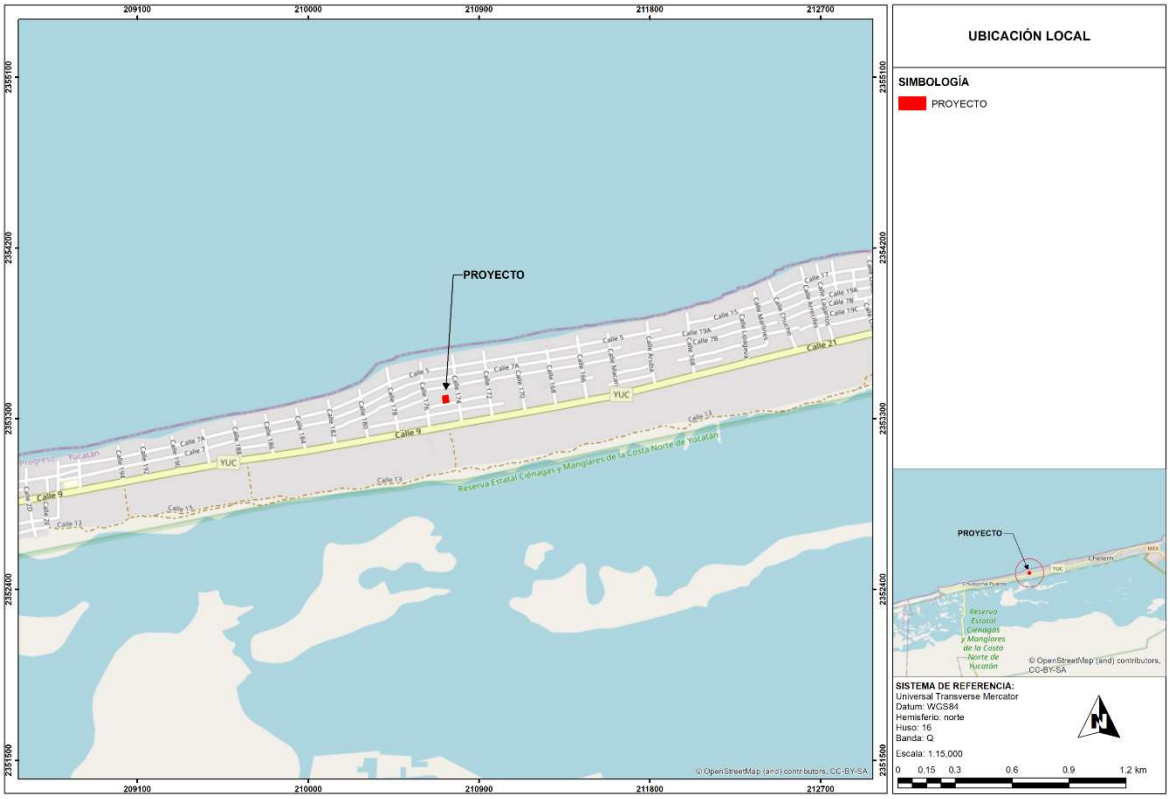


Figura I.3. Ubicación local del polígono del proyecto.

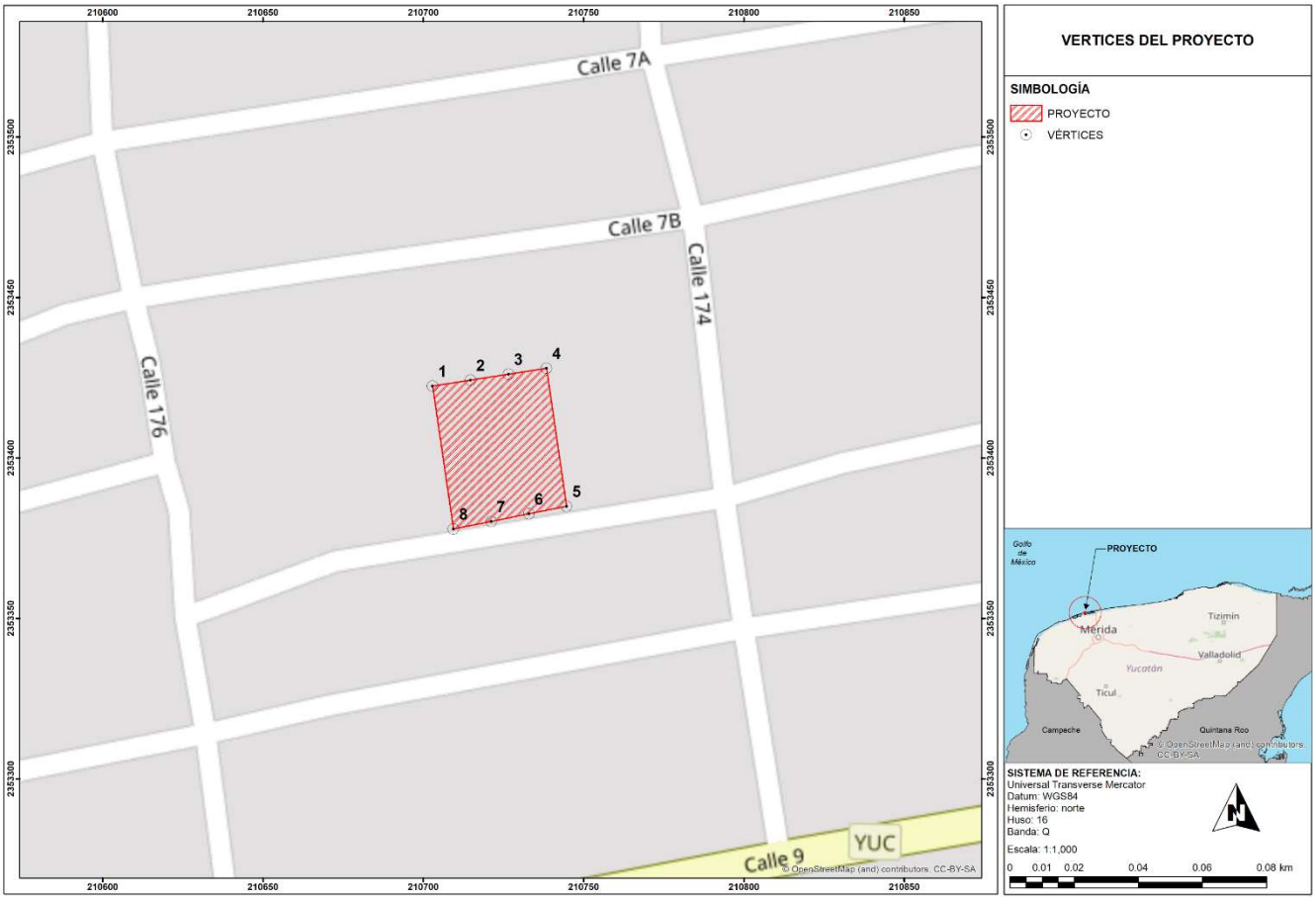


Figura I.4. Vértices del polígono del proyecto.

Tabla I.1. Coordenadas del polígono del proyecto.

VÉRTICES	X	Y
1	210702.90	2353422.42
2	210714.76	2353424.28
3	210726.61	2353426.14
4	210738.47	2353428.01
5	210744.72	2353384.96
6	210732.96	2353382.60
7	210721.19	2353380.25
8	210709.42	2353377.89
1	210702.90	2353422.42
SUPERFICIE: 1,591.84 m²		

Es importante mencionar que el predio no se ubica en una zona de riesgo, es decir, es nula de actividades sísmicas. No existen cuerpos de agua dulce inmediatamente adyacentes al sitio identificado para el proyecto. La superficie del territorio es plana como en casi toda la península, cuenta con playa la cual se extiende a lo largo de todo el municipio o barra de laderas tendidas, inundables y salinas con lomerío, con una altura aproximada de 2 metros sobre el nivel del mar en todo su territorio. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto traerá beneficios a la población, como empleos tanto temporales como permanentes generando un crecimiento económico local.

I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

Las obras y componentes que integran el proyecto no se realizarán de manera consecutiva, por lo que la construcción plantea llevarse a cabo en un periodo aproximado de 2 años, facilitando de tal forma la obtención de recursos económicos que permitan concluir la obra en el tiempo establecido. En cuanto al tiempo de vida útil es indefinido, ya que se espera que las estructuras permanezcan por un largo periodo de tiempo, recibiendo un mantenimiento constante y preservándolos como integrantes permanentes del paisaje local.

I.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

Ver **ANEXO 2,** donde se adjunta la documentación legal del proyecto.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

SEÑOR VERDE S.R.L DE C.V.

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

SVE070306RJA

I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

I.2.4 CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL

I.2.5 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL REPRESENTANTE LEGAL

I.2.6 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE

I.2.7 DIRECCIÓN PARA OÍR O RECIBIR NOTIFICACIONES

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Los trabajos de campo y de gabinete estuvieron a cargo del personal capacitado, con el equipo técnico siguiente:

En el Anexo 6, se encuentra la copia de la identificación del responsable y colaboradores de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

I.3.2 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

CAPÍTULO

II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO....1
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO....1
II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA....2
II.1.2 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO....4
II.1.3 INVERSIÓN REQUERIDA....8
II.1.4 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS....8
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO....15
II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO....17
II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL....19
II.2.3 PREPARACIÓN DEL SITIO....19
II.2.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN....23
II.2.5 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO....29
II.2.6 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO....29
II.2.7 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS....30
II.2.8 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA....30

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El presente proyecto corresponde a un desarrollo inmobiliario habitacional en régimen de venta de unidades localizado en la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso, Yucatán, en un predio con superficie total de 1,591.84 m². El objetivo central es la construcción y comercialización de departamentos habitacionales mediante la utilización de contenedores marítimos reciclados y acondicionados arquitectónicamente, constituyendo un modelo innovador de vivienda modular con enfoque en eficiencia constructiva y sustentabilidad ambiental.

La naturaleza del proyecto es de carácter habitacional privado, orientado a la creación de unidades residenciales de uso permanente, que contarán con espacios de uso común y áreas de servicio necesarias para garantizar su funcionalidad. El diseño arquitectónico busca optimizar el aprovechamiento del terreno, reducir la huella de construcción y mantener áreas destinadas a conservación.

En cuanto a la distribución espacial, del total de la superficie se destinarán 1,090.62 m² para infraestructura y edificaciones, mientras que 77.67 m² se mantendrán como área verde y 423.55 m² como área de conservación, con el propósito de mantener cobertura vegetal, preservar la permeabilidad del suelo y reducir la alteración al ecosistema local.

Las obras principales comprenden:

- Zona habitacional, conformada por contenedores marítimos adaptados como departamentos. Cada unidad contará con aislamiento térmico y acústico, instalaciones hidráulicas y eléctricas, así como ventilación e iluminación natural. La superficie de planta baja ocupará 54.06 m², cimentada mediante un sistema piloteado, lo que permite minimizar excavaciones, mantener la infiltración natural del agua pluvial y reducir el impacto directo sobre el terreno.
- Estacionamiento para residentes y visitantes, que sustituirá la necesidad de vialidades internas de circulación vehicular, reduciendo la ocupación de suelo y manteniendo mayores áreas permeables.
- Andadores peatonales, diseñados para garantizar el acceso seguro y funcional a cada una de las unidades habitacionales.

Como obras y servicios asociados, el desarrollo contempla la conexión a la red municipal de agua potable y energía eléctrica, así como la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales conforme a la normatividad vigente. Asimismo, se incluirá un programa de manejo de residuos sólidos y medidas de eficiencia energética.

Cabe señalar que el presente documento se elabora con base en el anteproyecto, lo cual permite que durante el proceso de evaluación ambiental se incorporen las recomendaciones y condicionantes de la autoridad, garantizando la compatibilidad del proyecto con el entorno natural y social de Chuburná Puerto.

En síntesis, el proyecto constituye un desarrollo inmobiliario habitacional de venta de departamentos, caracterizado por el uso de un sistema constructivo innovador basado en contenedores marítimos reutilizados, la inclusión de estacionamiento y andadores peatonales, y la preservación de áreas de conservación, lo cual refuerza su carácter sustentable y armónico con el entorno.

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

El proyecto corresponde a un conjunto de obras y actividades de carácter inmobiliario-habitacional, orientado a la construcción y venta de departamentos mediante la adaptación de contenedores marítimos reciclados y acondicionados arquitectónicamente. Constituye un desarrollo habitacional privado que integra tanto las obras principales—como edificaciones, estacionamiento, andadores peatonales y áreas recreativas—como las obras y servicios asociados—instalaciones hidráulicas, eléctricas, sanitarias y sistemas de manejo de residuos sólidos.

Aunque no forma parte de un plan o programa gubernamental específico, el proyecto se alinea con la planeación urbana del municipio de Progreso, respetando las disposiciones del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Progreso, que define criterios para la zonificación primaria y secundaria del suelo y establece las condiciones para el desarrollo de proyectos habitacionales en áreas urbanizadas y urbanizables.

Zonificación primaria

Según la zonificación primaria, el predio se encuentra en un Área Urbanizada (AU). En este tipo de zonas, las acciones urbanísticas están condicionadas a la obtención de autorizaciones municipales y al cumplimiento de los lineamientos de planeación urbana. La compatibilidad de usos para Áreas Urbanizadas indica que:

- Lotificación catastral, urbanización integral, construcción de redes de infraestructura y edificación: permitidos (PE).
- Desarrollos inmobiliarios habitacionales: condicionados (CO), sujeto a requisitos técnicos, urbanísticos y ambientales.

Zonificación secundaria

Dentro de la zonificación secundaria, el predio se clasifica como Zona de Uso Mixto tipo 2 (ZUM02). Esta categoría establece que predominará el uso habitacional asociado a colonias populares y fraccionamientos, permitiendo además la incorporación de usos complementarios de bajo y mediano impacto que no alteren significativamente el entorno. Se busca promover:

- Consolidación urbana ordenada, con ocupación sostenible del suelo.
- Incremento de densidades e intensidades de ocupación de manera planificada.
- Armonización con zonas costeras adyacentes, respetando regulaciones de protección marítima y ambiental.

Uso de suelo y tipo de proyecto

El proyecto se considera habitacional de mediano impacto, correspondiente a un desarrollo inmobiliario habitacional multifamiliar de hasta 100 unidades, con acceso directo a áreas comunes y estacionamiento. Aunque no se contempla una vialidad vehicular interna, sí incluye andadores peatonales y estacionamiento, cumpliendo con la definición de habitacional de mediano impacto:

- Comprende edificaciones donde residen individuos o familias, incluyendo áreas asociadas como patios, andadores, estacionamientos y cocheras.
- Cada unidad habitacional es independiente, pero se integra dentro de un conjunto residencial organizado, con infraestructura básica y áreas de esparcimiento.

Características constructivas y medidas de mitigación

1. Sistema constructivo innovador:
    - Edificaciones con contenedores marítimos adaptados, con aislamiento térmico y acústico, ventilación e iluminación natural.
    - La planta baja ocupa 54.2165 m², cimentada mediante pilotes, reduciendo el impacto directo sobre el terreno y la vulnerabilidad a inundaciones.
2. Distribución espacial y conservación ambiental:
    - 1,034.70 m² para edificaciones, estacionamiento, andadores y áreas recreativas.
    - 557.14 m² de áreas de conservación, preservando cobertura vegetal y facilitando infiltración pluvial.
3. Medidas de resiliencia y protección civil:
    - Pilotes que elevan la construcción y protegen frente a lluvias intensas o ascenso del nivel freático.
    - Diseño estructural reforzado para resistencia a vientos fuertes y huracanes.
    - Ausencia de vialidad vehicular interna, favoreciendo seguridad peatonal.
    - Flexibilidad del anteproyecto, permitiendo incorporación de medidas adicionales de mitigación ambiental y de riesgos según la autoridad.

En conjunto, el proyecto constituye un desarrollo habitacional sustentable y resiliente, compatible con las zonificaciones primaria y secundaria del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Progreso, integrando criterios de seguridad estructural, eficiencia de recursos, conservación ambiental y adaptación frente a riesgos naturales. Además, al estar diseñado bajo el régimen de venta de departamentos, contribuye a la oferta de vivienda privada organizada y acorde con la planificación urbana del municipio.

II.1.2 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en la localidad de Chuburná Puerto, dentro del municipio de Progreso, Yucatán, una de las comisarías con mayor crecimiento habitacional y turístico de la región. El municipio de Progreso se encuentra en la zona norte del estado de Yucatán y constituye su puerto más importante, ubicado

aproximadamente a 34 km al norte de la Ciudad de Mérida, capital estatal. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, el municipio contaba con 66,008 habitantes.

Dentro de la jurisdicción municipal, además de la cabecera, existen cuatro comisarías municipales: Chicxulub, Chelem, Chuburná y San Ignacio de Loyola, y tres subcomisarías: Campestre Flamboyanes, Playas del Este y Paraíso. Chuburná Puerto se caracteriza por ser una localidad de uso habitacional consolidado, con presencia de actividades comerciales y de servicios de baja y mediana intensidad, vinculadas al turismo y al comercio local, además de mantener la cercanía con áreas costeras y ecosistemas de importancia ambiental.

El municipio de Progreso abarca una superficie total de 430.2 km², representando el 1.15% del territorio estatal, de los cuales las áreas urbanas (incluyendo Progreso, Chelem, Chuburná, Chicxulub Puerto, Yucalpetén y Campestre Flamboyanes) sumaban 2,323.7 ha (5.40% del total municipal) en 2015. La cobertura territorial restante se distribuye entre uso agrícola (1.42%), pastizales (0.59%), selva (45.78%), manglar (14.05%), pastizal halófilo (11.70%), áreas sin vegetación (3.03%), vegetación halófila (1.35%), tular (0.79%), vegetación de dunas costeras (0.26%) y zonas no clasificadas (3.27%).

La topografía del predio y del municipio en general es predominantemente plana, sin elevaciones significativas, característica de la llanura costera yucateca. No existen cuerpos superficiales de agua permanentes, lo que permite que el agua de lluvia se infiltre en el basamento calizo, alimentando el acuífero subterráneo y aflorando eventualmente en zonas del litoral y ciénegas circundantes. Esta condición favorece la planificación hidráulica y la cimentación piloto de las edificaciones del proyecto, garantizando seguridad estructural y minimizando riesgos de inundación.

Chuburná Puerto, como parte de las áreas urbanas consolidadas del municipio, presenta facilidad de acceso a la cabecera municipal y a los principales servicios urbanos, educativos y comerciales. Su ubicación estratégica, cercana a la costa y a la carretera principal que conecta con Mérida y el puerto de Progreso, permite integrar el proyecto en un entorno urbano consolidado, con disponibilidad de servicios municipales de agua potable, energía eléctrica y drenaje.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforma el polígono del proyecto, proyectadas en unidades UTM (Datum WGS84, Zona 16 Q).

Tabla II.1. Coordenadas Geográficas en UTM (datum wsg84, zona 16Q) del polígono del proyecto.

VÉRTICE	X	Y
1	210702.90	2353422.42
2	210714.76	2353424.28
3	210726.61	2353426.14
4	210738.47	2353428.01
5	210744.72	2353384.96
6	210732.96	2353382.60
7	210721.19	2353380.25
8	210709.42	2353377.89
1	210702.90	2353422.42
SUPERFICIE: 1,591.84 m²		

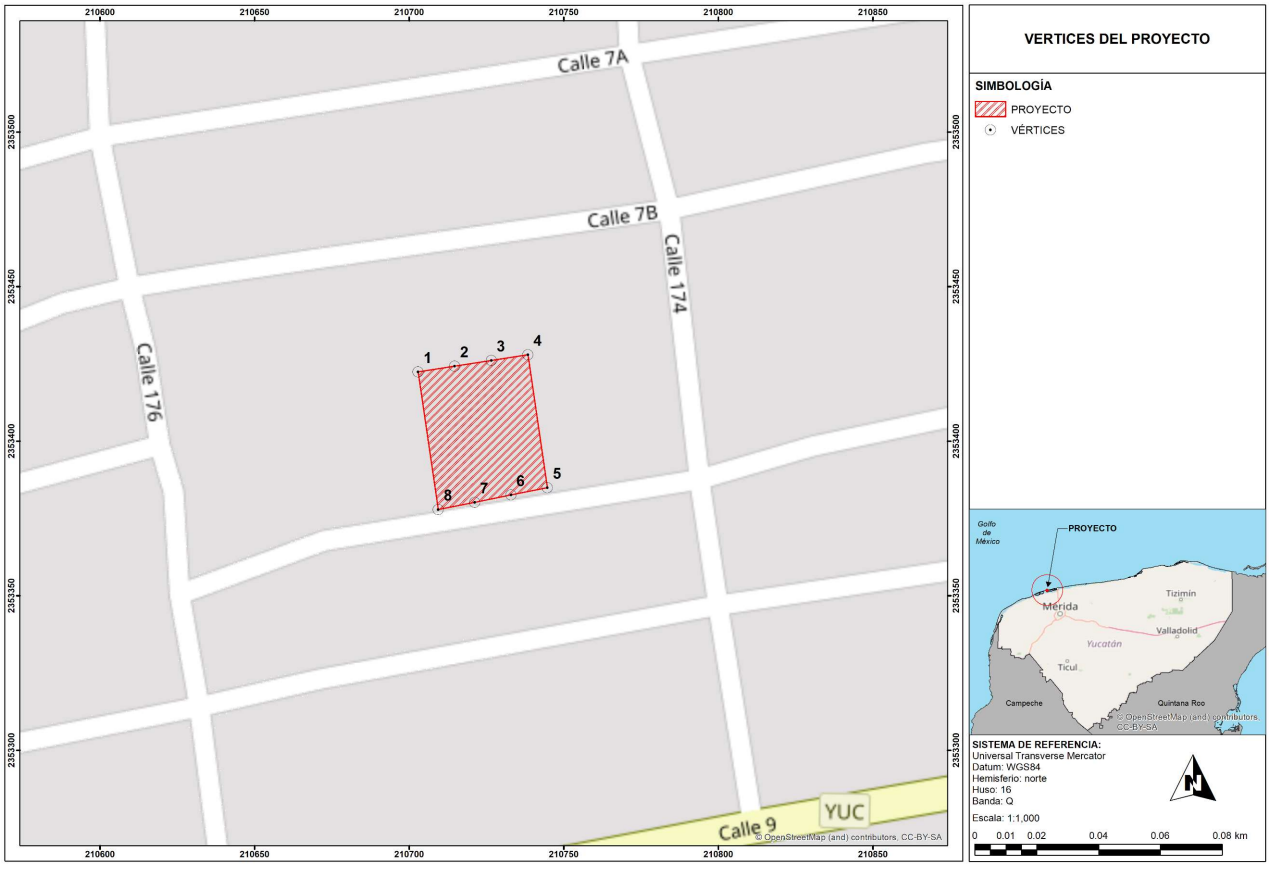


Figura II.1. Plano con vértices que delimitan el polígono del proyecto.

El presente proyecto se localiza al noroeste de la península de Yucatán, en la Región VI. Influencia Metropolitana, en el predio rústico ubicado en la calle 7 C entre 174 y 176 de la localidad de Chuburná Puerto, perteneciente al municipio de Progreso, Yucatán, y él cuenta con una superficie de **1,591.84 m²**.

Para la construcción de obras se ocupará un área de **1,090.62 m²**, lo que equivale al 68.51% de la superficie total del terreno, mientras que **77.67 m²** se mantendrán como área verde y **423.55 m²** como área de conservación.

Como se observa en la tabla II.2 y figura II.2, las obras que integran el proyecto son las siguientes:

Tabla II.2. Superficies de ocupación por el proyecto

OBRAS	SUPERFICIE	
	m²	%
VIVIENDAS	324.36	20.38
PISCINAS	28.08	1.76
ANDADORES	412.11	25.89
ARRIATES	51.31	3.22
ESTACIONAMIENTO	207.71	13.05
CAMINO PRINCIPAL	67.05	4.21
ÁREA VERDE	77.67	4.88
ÁREA DE CONSERVACIÓN	423.55	26.61
SUPERFICIE DEL PREDIO	**1591.84**	**100.00**

En la figura siguiente, se presenta el plano arquitectónico con la distribución de obras del proyecto (más detalle ver anexo 1):

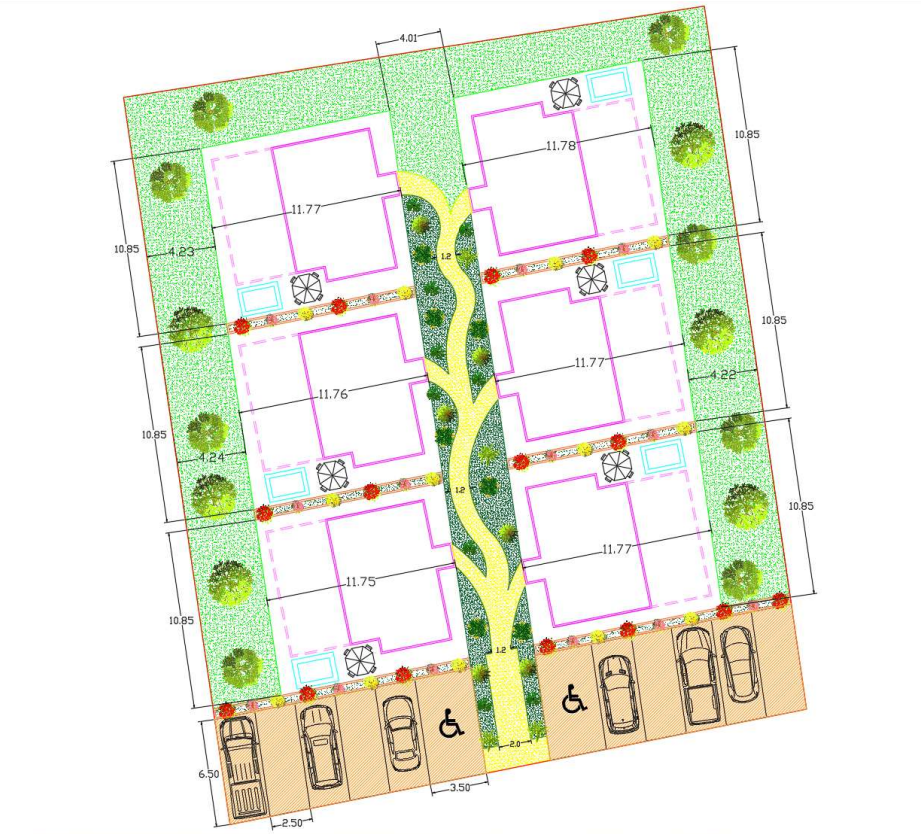


Figura II.2. Distribución de obras que corresponden al proyecto.



Figura II.3. En la imagen A se observa el detalle de la planta baja del proyecto. En la imagen B se puede observar el detalla de la planta alta.



Figura II.4. Detalle de la vivienda del proyecto, como se puede ver estas serán piloteadas.

Como se observa en la tabla anterior, y de acuerdo a cada uno de los componentes que integrarán el proyecto, se requiere una superficie de **324.36 m²** la cual será ocupada por las viviendas, sin embargo, es importante mencionar que cada un ocupara una superficie de **54.06 m²**. Se requerirá **28.08 m²** serán usado para la construcción de seis piscinas, por lo cual cada una ocupara una superficie de **4.68 m²**. Se requerirá una superficie de **207.71 m²** para el establecimiento de las áreas de estacionamiento para vehículos. Se considera una superficie de **51.31 m²** la cual será ocupada por seis arriates divisores. De igual forma se requiere una superficie de 412.11 m^2 para andadores, una superficie de 67.05 m^2 para un camino de acceso principal. El resto del área será designada como área verde (**77.67 m²**), misma que mantendrá su permeabilidad, evitando el sellamiento del suelo. De igual forma el proyecto contempla la permanencia de áreas de conservación con una superficie de **423.55 m²** la cual permanecerá con suelo y vegetación natural, por lo que esta seguirá prestando todos los servicios ambientales.

II.1.3 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión requerida para el proyecto es la que a continuación se presenta en la siguiente tabla:

Tabla II.3. Inversión aproximada del proyecto.

ACTIVIDAD	MONTO ($)
Monto de infraestructura	14,200,000.00
Estimación del costo de la implementación de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales	800,000.00
Monto total del proyecto	$ 15,000,000.00

La inversión total para la realización del proyecto se estima en quince millones de pesos ($15’000,000, 000 M.N), destinados de la siguiente manera: $14’200,000.00 para compra de insumos y mano de obra para la construcción y $800,000.00 que serán utilizados en las acciones en materia ambiental (para el cumplimiento de las medidas de prevención y de mitigación).

Las actividades referidas en el rubro de protección ambiental son las contempladas en el proyecto: rescate de vegetación, supervisión ambiental en obra, reforestación, verificación vehicular, control de residuos generados en la construcción, entre otras medidas.

II.1.4 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

URBANIZACIÓN DEL ÁREA

El polígono se ubica en la zona urbana de la localidad de Chuburná Puerto, esta es una zona que cuenta con todos los servicios y equipamiento público necesario. En los alrededores se observan zonas recreativas, comercios y se cuenta con servicios de transporte.



Figura II.5. Urbanización de la zona del proyecto.

Chuburná Puerto es una localidad costera ubicada en el municipio de Progreso, Yucatán, que ha experimentado un notable proceso de urbanización en los últimos años. Este desarrollo ha transformado al tradicional puerto pesquero en un destino residencial y turístico emergente. La oferta inmobiliaria en la zona incluye desde viviendas unifamiliares hasta desarrollos verticales, como departamentos frente al mar, que han sido diseñados para aprovechar las vistas panorámicas y la cercanía a la playa. Proyectos como Villas Ixtul destacan por su diseño moderno y la integración de espacios comunes como terrazas y albercas, orientados a un estilo de vida costero contemporáneo.

Además, se han desarrollado proyectos residenciales como Ciudad Maderas, que ofrecen lotes en régimen de condominio con crédito directo a 20 años y entrega de urbanización a tres años, promoviendo un concepto integral de ciudad. La disponibilidad de terrenos en pre-venta también es significativa, con opciones que van desde lotes de 120 metros cuadrados hasta desarrollos más amplios, facilitando la inversión en la zona.

La urbanización de Chuburná Puerto ha sido acompañada por un crecimiento en la infraestructura vial, con calles pavimentadas y servicios básicos que han mejorado la calidad de vida de los residentes y la experiencia de los visitantes. Este proceso ha sido impulsado por la demanda de viviendas vacacionales y la búsqueda de un estilo de vida más relajado y cercano al mar.

A escala urbana hay un conjunto de ejes principales a partir de los cuales, siguiendo un trazo ortogonal, se articula una serie de vías que conecta las diferentes zonas del área urbana de Progreso, y las localidades cercanas como Chelém, Chuburná Puerto y Telchac Puerto.



Figura II.6. Vías de acceso y calles de la zona de influencia del proyecto.

Durante los recorridos se pudo observar que en los alrededores se encuentra el sitio modificado por la urbanización. La flora y fauna identificadas corresponden a las presentes en zonas perturbadas. Sin embargo, para reforzar su cuidado, se considera el programa de acción para la protección de fauna silvestre, así como medidas de compensación como la plantación sobre las áreas ajardinadas con especies nativas y endémicas de Yucatán.

De acuerdo con el sistema de clasificación del INEGI Serie VII, en su Carta de uso de suelo y vegetación, clasifica al sitio como **ASENTAMIENTOS HUMANOS**, debido a que el uso de suelo actual es considerado como ZONA URBANA. En cuanto al sistema ambiental del proyecto se observa la presencia de una vegetación secundaria de duna costera con cobertura principalmente herbácea que ha sido afectada por la alta influencia de la urbanización creciente en la zona y por los efectos de eventos climáticos naturales típicos de la región como las tormentas tropicales y huracanes.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Yucatán (POETY), el área del proyecto se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental **UGA017-APROV-PRO**, siendo compatible con el Acuacultura de agua dulce, acuacultura salobre, **ASENTAMIENTOS HUMANOS**, infraestructura, minería no metálica, turismo convencional, turismo de naturaleza y turismo de sol y playa. Por lo que el proyecto no se contrapone con este ordenamiento, siendo compatible con el uso de suelo destinado.

Por su parte de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán (POETCY), el predio del proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental denominada **PRO04-BAR_URB**, la cual menciona que no le compete a dicho programa ya que esta es una zona completamente urbanizada y es competencia de las autoridades municipales restringir los usos y aprovechamientos de esta zona.

El proyecto se ubica en la zona primaria denominada como ÁREA URBANIZADA, así como en específicamente en la zona secundaria ZONA DE USO MIXTO TIPO 2 esto de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Progreso, donde los usos de suelo sociales predominantes son el Desarrollo Urbano.

VÍAS DE ACCESO Y COLINDANCIAS

La movilidad y conectividad terrestre del municipio de Progreso se encontraba definida, de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018, por cuatro corredores viales principales: la carretera Mérida-Progreso 261, la carretera Conkal-Chicxulub Puerto, la carretera Sierra Papacal-Chuburná y la carretera Costera 27 hacia Telchac Puerto (Ayuntamiento de Progreso, 2016). Estas vías continúan siendo los ejes fundamentales de articulación territorial, aunque en los planes más recientes, correspondientes a los periodos 2021-2024 y 2024-2027, se reconoce que la movilidad enfrenta nuevas dinámicas vinculadas al crecimiento urbano, la expansión turística, la seguridad vial y la necesidad de integrar modelos de transporte sostenible.

La carretera Mérida-Progreso (Federal 261) se mantiene como el eje de mayor importancia, dado que conecta directamente con la capital del estado y con el Aeropuerto Internacional de Mérida. Esta vialidad es estratégica tanto para el traslado de personas como para el flujo de mercancías hacia el puerto de altura, constituyéndose en un componente clave de la economía regional (SEDUMA, 2022). Sin embargo, los planes municipales recientes advierten sobre la necesidad de su modernización y ampliación, debido a la creciente presión vehicular ocasionada por el turismo y por las operaciones logísticas portuarias (Ayuntamiento de Progreso, 2021).

Por su parte, la carretera Conkal-Chicxulub Puerto conserva su relevancia como conexión regional hacia el oriente del municipio. El crecimiento urbano y turístico de localidades como Chicxulub y Uaymitún ha incrementado la intensidad del tránsito, lo cual demanda mejoras en la seguridad vial y en la cobertura del transporte público (INEGI, 2020). La carretera Sierra Papacal-Chuburná también mantiene su función como acceso principal a la costa poniente, siendo de gran relevancia en temporadas vacacionales cuando aumenta significativamente la afluencia hacia Chuburná Puerto y Chelem. En este sentido, el Plan de Desarrollo Municipal 2021-2024 subraya la necesidad de reforzar la infraestructura de movilidad para atender esta demanda de manera eficiente (Ayuntamiento de Progreso, 2021).

Finalmente, la carretera Costera 27, que enlaza Progreso con Telchac Puerto, ha adquirido una importancia creciente en los últimos años debido al auge de proyectos residenciales y turísticos a lo largo de la franja costera, particularmente en Chicxulub, San Benito, San Bruno y Uaymitún. Este corredor constituye actualmente un eje de expansión territorial y turística, lo que implica la necesidad de ordenar su desarrollo mediante políticas de seguridad vial, planeación territorial y conectividad sostenible (Gobierno del Estado de Yucatán, 2023).



Figura II.7. Vialidad de acceso al polígono del proyecto.

A continuación, se mencionan las colindancias inmediatas del predio:

- Norte: Vivienda de propiedad privada.
- Sur: Con la vialidad de acceso (calle sin número).
- Este: Colinda con terreno rustico de propiedad privada.
- Oeste: Vivienda propiedad privada.



Figura II.8. Colindancias del polígono del proyecto.

DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

Chuburná Puerto cuenta con una variedad de servicios que satisfacen las necesidades de sus residentes y visitantes. La localidad dispone de acceso a servicios básicos como agua potable, electricidad y drenaje, esenciales para el funcionamiento de los desarrollos urbanos. Además, la zona ha visto una expansión en la oferta comercial, con tiendas de abarrotes, restaurantes locales que ofrecen platillos típicos como ceviche y pescado frito, y pequeños comercios que atienden las necesidades cotidianas de la comunidad.

En términos de alojamiento, Chuburná Puerto ofrece opciones que van desde casas de vacaciones hasta hoteles boutique, muchos de los cuales están equipados con servicios como wifi gratuito, albercas privadas y acceso directo a la playa, brindando una experiencia cómoda y relajante a los turistas.

El acceso a servicios de salud y educación se encuentra en el municipio de Progreso, a poca distancia de Chuburná Puerto, lo que facilita la atención médica y educativa para los residentes de la zona. Asimismo, la conectividad con Mérida, la capital del estado, permite a los habitantes acceder a una gama más amplia de servicios y oportunidades.

En resumen, Chuburná Puerto ha evolucionado de ser un pequeño puerto pesquero a convertirse en una localidad con una infraestructura urbana en crecimiento y una oferta de servicios que responde a las necesidades de su población y visitantes, consolidándose como un destino atractivo tanto para residentes como para turistas.

AGUA

Las fuentes de abastecimiento del municipio son pozos profundos ubicados en las localidades urbanas, de las cuales se contabilizan 39 fuentes. Para 2020, la cobertura de agua del municipio es del 98% de las viviendas; de

éstas 90% están conectadas al interior de su vivienda. Aquellas que no tienen agua la acarrean de otra vivienda, de un cuerpo de agua o de una llave comunitaria.

ELECTRICIDAD

La infraestructura eléctrica se compone de tres subestaciones de distribución. Para 2020, la cobertura de electricidad es del 98.4%. Existen dos parques tres parques de energías renovables en el municipio que se suman al sistema eléctrico nacional: Parque Eólico Chicxulub, Parque Eólico Progreso y el Parque Solar San Ignacio.

DRENAJE

Para 2020, la cobertura de drenaje es del 97.9%, sin embargo, sólo el 11% de las viviendas se encuentran conectadas a la red pública, mientras que el 89% tienen fosa séptica. Actualmente se reporta que 98.1% de las viviendas disponen del servicio de drenaje.

ALCANTARILLADO

El municipio de Progreso contiene 24 sistemas de drenaje y alcantarillado, de acuerdo con el Anuario Estadístico y Geográfico de Yucatán 2017, siendo únicamente una localidad la que cuenta con el servicio. Sin embargo, el sistema no es suficiente para contrarrestar los efectos de las inundaciones que se presentan en el municipio.

Las principales zonas afectadas por éstas son inundaciones en las llanuras pantanosas que existen al interior del municipio, manifestándose como encharcamientos temporales en zonas bajas del trazado vial; encharcamientos temporales en viviendas aledañas a la ciénaga, en la parte sur de la franja costera, desde Chicxulub Puerto hasta Chuburná Puerto, debido a escurrimientos extraordinarios ocurridos cerca del sur de la ciénaga; encharcamientos por el crecimiento de la ciénaga o zona de humedal, lo que ocasiona invasión del agua en viviendas colindantes a la misma; encharcamiento en la primera fila de viviendas frente al mar por su crecimiento.

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

TELEFONÍA

En cuanto al servicio de telefonía, en términos relativos, se tienen más viviendas con servicio de telefonía fija en el 2020 (36.5%) con respecto de 2010 (24%). Sin embargo, la mayoría de la población cuenta con servicio móvil o celular (93.2%), ya que las zonas de cobertura se han ampliado en los últimos años.

INTERNET
Por su parte, el crecimiento más importante es para las viviendas con servicio de internet, ya que de 19% en 2010 se pasó a 62.6% de viviendas con este servicio en 2020. Influenciado en los últimos años por la pandemia, lo que contribuyó a que los servicios de este tipo de ampliaran y tuvieran más demanda.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de un desarrollo habitacional modular, ubicado en la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso, Yucatán. Este desarrollo contempla la instalación de departamentos construidos mediante contenedores marítimos reciclados, basados en el modelo Hawaii de Dōmad Hometainers, los cuales ofrecen una combinación de diseño contemporáneo, funcionalidad y eficiencia constructiva. El predio destinado al proyecto cuenta con una superficie total de 1,591.84 m², de los cuales 1,090.62 m² se destinarán a edificaciones, piscinas, camino de acceso, estacionamiento, arriates y andadores peatonales dentro de cada lote, donde también se mantendrán 77.67 m^2 de áreas verdes, mientras que los 423.55m² restantes se mantendrán como área de conservación ambiental, preservando la permeabilidad del suelo y la cobertura vegetal, así como la infiltración natural de aguas pluviales que alimentan el acuífero subterráneo local. La topografía del terreno es plana y carece de cuerpos superficiales de agua, característica que facilita la cimentación piloto de las unidades, aumentando su resistencia frente a posibles inundaciones y garantizando la estabilidad estructural del conjunto habitacional.

La ejecución del proyecto se desarrollará en distintas etapas, iniciando con la preparación y acondicionamiento del terreno, que incluye la limpieza selectiva del área destinada a construcción, preservando la vegetación del área de conservación y realizando una nivelación mínima para la colocación de cimentaciones piloteadas. Durante esta etapa también se instalará la infraestructura básica provisional de abastecimiento de agua, energía eléctrica y drenaje, asegurando que las fases subsecuentes se desarrollen de manera ordenada y segura.

La segunda etapa corresponde a la instalación de las unidades habitacionales modulares, consistentes en contenedores marítimos adaptados para cada departamento, con aislamiento térmico y acústico, ventilación natural, iluminación adecuada y conexiones de servicios hidráulicos, eléctricos y sanitarios. Cada unidad se organiza de manera funcional para garantizar confort y eficiencia, mientras que el camino de acceso y el área de estacionamiento, cuya superficie total estimada es de 274.76 m², se construirán con materiales permeables, sin sellado, permitiendo la infiltración de agua de lluvia y reduciendo la escorrentía superficial. Estos espacios conectan de manera directa con las unidades habitacionales, asegurando una circulación peatonal segura y cómoda.

El área destinada a edificaciones comprende aproximadamente 54.06 m² por planta baja de cada unidad, por lo que al contar con seis unidades se considera que se requiere 324.36 m^2 para la instalación de todas las viviendas. La disposición espacial de las unidades, así como la orientación y ventilación natural, se planificaron para optimizar la eficiencia energética y la habitabilidad, aprovechando la luz natural y la circulación de aire en todo el conjunto. La superficie total del conjunto, incluyendo todos las viviendas, andadores y piscina por cada lote, se calcula en 764.55 m², permitiendo que el desarrollo mantenga un equilibrio entre áreas edificadas y espacios abiertos.

La tercera etapa corresponde a los acabados y equipamiento de las unidades, que incluyen pintura, instalación de mobiliario fijo, iluminación LED, sistemas de ventilación, conexiones definitivas de agua y electricidad, así como la integración de medidas de seguridad y accesibilidad. Se realizarán pruebas y verificaciones de los sistemas hidráulicos, eléctricos y sanitarios, garantizando su correcto funcionamiento y la eficiencia en el consumo de recursos.

En cuanto a infraestructura y servicios asociados, el proyecto contempla la conexión a la red municipal de agua potable, implementación de sistema de tratamiento de aguas residuales, sistemas de recolección de aguas pluviales mediante áreas permeables, suministro eléctrico interno distribuido a cada unidad, iluminación eficiente. Además, se contempla la posibilidad de integrar generación de energía limpia, mediante paneles solares fotovoltaicos que abastezcan parcialmente la demanda eléctrica de iluminación, bombas de agua y otros sistemas de baja carga, reforzando la sostenibilidad del conjunto habitacional. La orientación de las unidades y la distribución de los espacios abiertos se diseñan estratégicamente para aprovechar la ventilación natural y la iluminación solar, reduciendo la dependencia de energía eléctrica y mejorando el confort interior.

El proyecto incorpora criterios de eficiencia energética y sostenibilidad, asegurando que los sistemas de aire acondicionado cumplan con las normas NOM-011-ENER-2006, NOM-021-ENER/SCFI y NOM-023-ENER-2010, empleando refrigerantes naturales como CO_2 o amoníaco, con la finalidad de minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, los equipos de calefacción de agua y calentadores estarán equipados con controles de temperatura ajustables y aislamiento térmico, implementando un sistema de mantenimiento preventivo y monitoreo de consumo energético que permita cumplir con los límites máximos de consumo térmico eléctrico y térmico (LMCE y LMCT), garantizando un uso eficiente de los recursos energéticos durante toda la vida útil del proyecto.

El desarrollo incluye también espacios verdes que complementan la funcionalidad de las unidades habitacionales, promoviendo la cohesión social y la interacción comunitaria. Se contempla una superficie de 77.67 m2 para la creación de áreas verdes con la plantación de árboles ornamentales nativos, así como la preservación de 423.55 m² de áreas de conservación ambiental garantiza la protección de la vegetación y fauna local, contribuyendo a la mitigación de impactos ambientales y a la integración del proyecto con el paisaje natural de Chuburná Puerto.

Adicionalmente, el diseño modular del proyecto permite la flexibilidad y adaptación futura a posibles ajustes de acuerdo con criterios ambientales y de protección civil, asegurando que la construcción cumpla con las disposiciones normativas locales y federales, así como con las recomendaciones de mitigación de riesgos frente a fenómenos naturales, como inundaciones y eventos hidrometeorológicos extremos.

En conjunto, este desarrollo habitacional constituye un proyecto innovador, seguro y sustentable, que combina construcción modular eficiente, diseño funcional, integración con el entorno urbano y natural de Chuburná Puerto, así como criterios de eficiencia energética y generación limpia, cumpliendo con las normativas vigentes y las directrices del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Progreso, asegurando la calidad de vida de los habitantes y la sostenibilidad ambiental del área.

II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO

El programa de trabajo iniciará en tanto se obtengan las autorizaciones en Materia de Impacto Ambiental y forestal por la SEMARNAT. Se proyecta ejecutar la obra en un periodo máximo de dos años, que irán desarrollándose de manera consecutiva hasta su conclusión.

En cuanto al tiempo de vida útil, este se considera indefinido, ya que se espera que las estructuras permanezcan por un largo periodo de tiempo, recibiendo un mantenimiento constante y adecuado, preservándolo como integrante permanente del paisaje local.

En la siguiente tabla se presenta el programa de actividades que se irá realizando en cada una de las etapas de trabajo (una etapa por año):

Tabla II.4. Programa general de trabajo por etapa.

OBRA/ACTIVIDAD	**PERIODO DE EJECUCIÓN POR ETAPA**																							
	AÑOS																							
	1												**2**											
	MESES																							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
DEMONTE Y PREPARACIÓN DEL SITIO																								
Trazo topográfico																								
Rescate y reubicación de flora y fauna																								
Limpieza y retiro de vegetación del área del Proyecto																								
Delimitación de lotes																								
CONSTRUCCIÓN																								
Cimentaciones y pilotaje																								
Montaje de unidades habitacionales																								
Obras exteriores y urbanización ligera																								
Instalaciones eléctricas																								
Señalización																								
Instalaciones hidrosanitarias																								
Instalación de sistema de tratamiento de aguas residuales																								
Acabados y equipamiento																								
Reforestación de áreas verdes con vegetación nativa.																								
Revisión final, pruebas y entrega																								
OPERACIÓN																								
Mantenimiento general (Limpieza final de obra y mantenimiento de vialidades: bacheo de calles, reparación por grietas o fisuras, etc.)	Durante la vida útil del proyecto																							
Almacenamiento temporal y traslado de residuos al relleno sanitario																								
ABANDONO DEL SITIO																								
Permanente (la vida útil del proyecto es indefinida debido al tipo de proyecto)																								

Es importante aclarar que el rescate de flora y fauna se realizará sobre las áreas donde se pretende dar seguimiento a las actividades constructivas.

ESTUDIOS DE CAMPO Y GABINETE

Debido a que es una obra que generará impactos al ambiente, se establecen procedimientos que permitirán prevenir o minimizarlos (**Anexo 5**):

- Anexo 5A: Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos.
- Anexo 5B: Procedimiento para el manejo de residuos peligrosos.
- Anexo 5C: Procedimiento de desmonte direccionado.
- Anexo 5D: Procedimiento de supervisión ambiental.

Así mismo, para el presente proyecto se elaboraron distintos programas para su ejecución. En el **Anexo 6** se incluyen los siguientes programas:

- Anexo 6A: Programa de rescate y reubicación de las especies vegetales.
- Anexo 6B: Programa de acción para la protección de fauna silvestre.

No se contempla un programa de conservación de suelos, sin embargo, como se menciona anteriormente, para el proyecto se establecen áreas de conservación y áreas verdes distribuidas en todo el polígono del proyecto.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Primeramente y antes de realizar cualquier actividad se deberá dar aviso a las autoridades ambientales del inicio de obra constructiva, no sin antes, obtener previa autorización por el cambio de uso de suelo del terreno forestal.

A continuación, se describen las actividades más importantes que se llevarán a cabo durante las tres etapas de trabajo:

II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

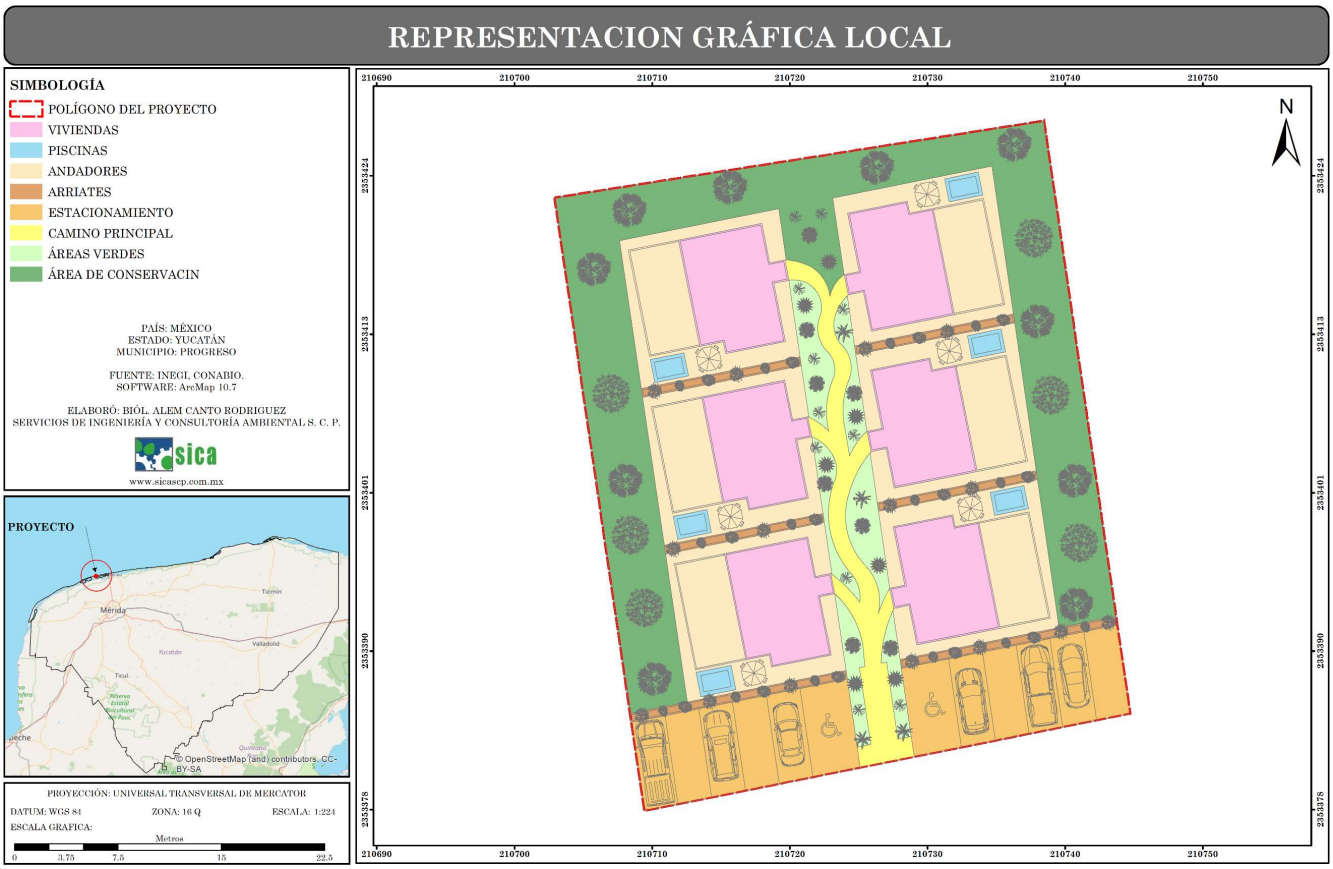


Figura II.9. Representación grafica del proyecto.

II.2.3 PREPARACIÓN DEL SITIO

La preparación del sitio constituye una fase inicial de gran relevancia dentro del proceso constructivo, ya que asegura que las condiciones físicas, ambientales y técnicas del predio sean óptimas para el desarrollo de las etapas posteriores. Esta fase no se limita únicamente a la remoción de vegetación o a la limpieza del terreno, sino que abarca un conjunto integral de actividades que incluyen levantamientos topográficos, identificación y rescate de especies de flora y fauna, delimitación de áreas de conservación, así como la ejecución controlada de limpieza superficial del terreno en áreas destinadas a construcción y despalme.

En primer lugar, se desarrollarán los trabajos topográficos de reconocimiento y delimitación del predio, cuyo objetivo principal es obtener información precisa de la superficie disponible, la pendiente natural del terreno, las cotas de referencia y la ubicación geoespacial respecto a coordenadas UTM. Este levantamiento permitirá definir con exactitud la distribución de las áreas destinadas a construcción, los espacios de conservación y los sectores de infraestructura complementaria, como estacionamientos y andadores. La topografía también será indispensable para calcular los volúmenes de corte y relleno, y para garantizar un adecuado manejo de escurrimientos pluviales durante y después de la obra.

Una vez obtenida la información topográfica, se procederá con el rescate y reubicación de especies de flora y fauna presentes en el predio, en estricto apego a lo dispuesto por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y demás disposiciones ambientales aplicables. Este proceso será ejecutado por personal especializado en biología y manejo de recursos naturales, quienes realizarán recorridos de campo para identificar especies de importancia ecológica, endémicas, amenazadas o en riesgo. Las especies de fauna, particularmente reptiles, anfibios, aves y pequeños mamíferos, serán capturadas de manera controlada y reubicadas en áreas de hábitat similares, fuera de la zona de influencia directa del proyecto. De igual manera, aquellas especies vegetales con potencial de trasplante —como arbustos nativos, palmas juveniles y cactáceas— serán retiradas con técnicas adecuadas y reubicadas en zonas de conservación dentro del mismo predio o en áreas previamente designadas.

Posteriormente se ejecutarán las labores de limpieza superficial del terreno en las áreas estrictamente necesarias para la construcción de las viviendas modulares y la infraestructura complementaria. Este procedimiento se llevará a cabo de forma selectiva, respetando las áreas definidas para conservación, de modo que se minimicen los impactos sobre la cobertura vegetal y la biodiversidad del sitio. La vegetación herbácea y arbustiva de escaso valor ecológico será retirada, mientras que la materia orgánica resultante podrá destinarse a composta o a la formación de bordes vivos que funcionen como barreras de control de erosión.

Como parte de esta fase se contempla también el despalme y limpieza del terreno, que implica la remoción de la capa vegetal y de materiales orgánicos no aprovechables, así como de los residuos sólidos urbanos que se han ido acumulando por la mala disposición que le dan los pobladores cercanos, esto con el fin de preparar una superficie estable para la cimentación piloteada de las estructuras. Estos trabajos serán realizados de manera controlada para evitar procesos de erosión o dispersión de polvo, utilizando técnicas de humectación en seco y confinamiento del material removido en áreas específicas.

Finalmente, dentro de la preparación del sitio se considera la habilitación de áreas de almacenamiento temporal de materiales, con el objetivo de establecer un orden logístico en la entrada y salida de equipo y maquinaria. Estos accesos serán trazados de tal manera que no fragmenten innecesariamente la cobertura vegetal remanente, priorizando trayectorias cortas y directas hacia la zona de obra.

En conjunto, la preparación del sitio constituye un proceso planificado que equilibra las necesidades técnicas del desarrollo con las medidas ambientales de prevención y mitigación. Al integrar levantamientos topográficos detallados, rescate y reubicación de especies, y desmonte controlado de vegetación, se asegura que las actividades iniciales se desarrollen bajo criterios de sostenibilidad, reduciendo al mínimo los impactos ambientales y creando condiciones idóneas para el avance eficiente del proyecto.

Retiro controlado de vegetación y limpieza superficial del terreno

La intervención sobre el predio contempla únicamente la preparación básica y superficial del terreno, necesaria para habilitar las áreas donde se desarrollarán las obras proyectadas, garantizando en todo momento la conservación de los espacios destinados a preservación. Este proceso se realizará de forma selectiva, controlada y respetuosa con el entorno, evitando prácticas de remoción masiva de cobertura vegetal.

El retiro de vegetación se centrará en elementos herbáceos y arbustivos de bajo porte, así como en ejemplares aislados cuya presencia interfiera directamente con el emplazamiento de los contenedores, el área de piscina, los andadores peatonales y las áreas comunes. Para ello, previamente se habrá delimitado con estacas y cintas la zona de intervención, asegurando que la limpieza se circunscriba estrictamente a la superficie autorizada.

Las especies arbóreas jóvenes con potencial de trasplante serán rescatadas y reubicadas en la franja destinada a conservación, con la finalidad de mantener la cobertura vegetal y aportar al embellecimiento paisajístico. Los elementos vegetales que por sus características no puedan ser reubicados serán retirados con herramientas manuales como coas, machetes, palas o motosierras de baja potencia, minimizando el impacto en el suelo y evitando la alteración de raíces de especies adyacentes a conservar.



Figura II.10. Ejemplificación de limpieza de terreno.

Posteriormente, el material vegetal retirado será clasificado y acopiado ordenadamente. Las ramas y hojas se triturarán para generar acolchado, el cual se empleará en zonas verdes como cubierta natural para retener humedad y proteger el suelo de la erosión. La madera útil se aprovechará en cercos temporales o será destinada a usos secundarios, mientras que los restos no aprovechables serán conducidos a sitios autorizados por la autoridad municipal para su disposición adecuada.




Figura II.11. Tipo de vegetación a remover, en las zonas del proyecto se observan especies herbáceas y algunas introducidas como el coco (*Cocos nucifera*) y neem (*Azadirachta indica*).

Despalme y nivelación superficial del terreno

Una vez realizada la limpieza vegetal, se procederá al despalme superficial del terreno en las áreas de obra. Este procedimiento consiste en el retiro de la capa orgánica más superficial del suelo, con un espesor promedio de 15 a 20 centímetros, donde se acumulan restos de raíces, hojarasca y materia orgánica en descomposición.

El despalme no implica remoción profunda ni alteración del perfil edáfico, sino únicamente la nivelación ligera de la superficie, que permite generar una base estable para las cimentaciones piloteadas, los andadores peatonales y el área de estacionamiento no sellado. La capa de suelo orgánico retirada será acopiada en montículos dentro del mismo predio y se reutilizará en labores de jardinería y reforestación en la zona de conservación, favoreciendo la regeneración natural de la vegetación.




Figura II.12. Ejemplificación de despalme de terreno.

Durante este proceso, se evitará en todo momento el uso de maquinaria pesada que pudiera compactar excesivamente el suelo o alterar su permeabilidad natural. En su lugar, se privilegiará el uso de herramientas manuales y maquinarias pequeñas como minicargadores especializados, lo que permitirá mantener la infiltración pluvial y el equilibrio hidrológico del sitio.

II.2.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

La etapa de construcción constituye el núcleo de la materialización del proyecto habitacional y comprende una serie de procesos técnicos, logísticos y operativos que, ejecutados de manera secuencial, permiten el montaje adecuado de las unidades habitacionales basadas en el sistema modular de contenedores. Estas acciones comienzan con la colocación de la cimentación y continúan hasta la instalación de servicios básicos, los acabados y la habilitación final de las áreas de uso común.

Cimentación mediante pilotes

Dado que el predio se encuentra en una zona costera caracterizada por suelos de baja cohesión y en algunos casos con presencia de arena y material calcáreo, se contempla la ejecución de cimentaciones profundas mediante pilotes. La primera actividad consiste en realizar estudios de mecánica de suelos que permitan determinar con precisión la capacidad de carga del terreno y la profundidad necesaria de cada pilote. Posteriormente, se traza en el sitio la retícula de ubicación de los pilotes de acuerdo con el diseño estructural, garantizando que la distribución soporte de manera uniforme el peso de los contenedores y las cargas adicionales.

La perforación de los pilotes se efectúa con equipo especializado que permite alcanzar la profundidad requerida hasta encontrar estratos resistentes. Una vez abierta cada perforación, se introduce el acero de refuerzo previamente armado en forma de jaula y se procede al colado con concreto de alta resistencia, vibrado adecuadamente para evitar oquedades. Tras el fraguado y el tiempo de curado necesario, los pilotes se nivelan en su parte superior para recibir las zapatas y las trabes de apoyo, conformando una base sólida y estable que eleva ligeramente las viviendas respecto al terreno natural, con lo cual se evita contacto directo con la humedad superficial y se previene el riesgo de inundación.



Figura II.13. Ejemplificación de pilotes.

Montaje de los módulos habitacionales

Una vez lista la cimentación, se procede al montaje de los módulos habitacionales conformados por contenedores marítimos reacondicionados y acondicionados para uso habitacional. Previamente, los contenedores son sometidos a un proceso de reacondicionamiento que incluye limpieza con chorro de arena, aplicación de recubrimientos anticorrosivos y refuerzos estructurales en puntos estratégicos.

En el sitio, se colocan sobre los pilotes mediante grúas especializadas que permiten una manipulación precisa. Cada contenedor se fija a las zapatas mediante placas metálicas de anclaje y soldadura estructural, lo que asegura estabilidad incluso ante eventos de fuertes vientos característicos de la región costera. Una vez montados, los contenedores se interconectan entre sí de acuerdo con el diseño arquitectónico, generando espacios interiores continuos y funcionales.



Figura II.14. Ejemplificación del montaje de los contenedores.

Adaptación estructural y apertura de vanos

Con los contenedores en su lugar, se procede a la adecuación arquitectónica. Se cortan y refuerzan los vanos destinados a puertas, ventanas y accesos, utilizando herramientas de corte de precisión y aplicando refuerzos en perfiles metálicos para no comprometer la rigidez estructural. Se colocan marcos de acero o aluminio en cada vano, lo que permite recibir posteriormente los canceles y cristales.

Simultáneamente, se ejecutan trabajos de aislamiento térmico y acústico en paredes, techos y pisos, instalando materiales como paneles de poliuretano, lana mineral o espuma rígida, que se fijan a las paredes internas del contenedor. Esto mejora la eficiencia energética de las viviendas y asegura un confort térmico adecuado frente al clima cálido de la región.

Instalación hidráulica y sanitaria

El siguiente paso corresponde a la instalación de las redes hidráulicas y sanitarias. Para ello, se habilitan canalizaciones internas en las paredes y pisos de los contenedores, en las cuales se colocan tuberías de PVC hidráulico de alta presión para el suministro de agua potable y tuberías sanitarias de polietileno de alta densidad para la evacuación de aguas residuales.

La red hidráulica se conecta al sistema municipal de agua potable y cuenta con llaves de paso y registros de mantenimiento en puntos estratégicos. La red sanitaria, por su parte, se conecta a la infraestructura de drenaje disponible, contemplando trampas de grasa y ventilación sanitaria que aseguran un adecuado funcionamiento del sistema y evitan emisiones de olores. Los muebles sanitarios (inodoros, lavabos, regaderas) son instalados posteriormente, cumpliendo con las normas de eficiencia en el consumo de agua.

Instalación eléctrica y cableado estructurado

De manera paralela se ejecuta la instalación eléctrica, partiendo desde el punto de acometida autorizado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Cada vivienda cuenta con un tablero de distribución principal con interruptores termomagnéticos, desde el cual se derivan circuitos independientes para iluminación, contactos y equipos de climatización.

Se colocan tuberías y registros empotrados en paredes y pisos para el cableado eléctrico, utilizando conductores de cobre aislados y certificados bajo la NOM-001-SEDE-2012. Asimismo, se prevé la instalación de cableado estructurado para servicios de telecomunicaciones, con salidas para internet y telefonía en áreas estratégicas de las viviendas.

Como parte del compromiso ambiental del proyecto, se contempla la integración de luminarias LED de bajo consumo, así como la previsión de conexiones para paneles solares en el futuro, con lo cual se fomenta el uso de energías renovables.

Acabados interiores y exteriores

Una vez concluidas las instalaciones, se procede a la etapa de acabados. En interiores, se colocan pisos cerámicos o vinílicos de alta durabilidad, plafones de tablaroca o paneles ligeros, y pintura vinílica en muros con colores claros para maximizar la luminosidad natural. En exteriores, los contenedores reciben recubrimientos aislantes y pintura anticorrosiva en tonos neutros que armonizan con el entorno costero.

Las ventanas se instalan con cristales templados y marcos de aluminio, asegurando resistencia y durabilidad frente a la brisa marina. Se instalan también puertas interiores de madera o paneles prefabricados y puertas exteriores metálicas de seguridad.

Obras complementarias: estacionamiento, andadores y áreas comunes

De manera simultánea, se desarrollan las obras complementarias en el predio. El estacionamiento se construye en áreas previamente niveladas, con recubrimiento de material permeable como grava o sascab compactado, evitando el sellado del suelo y permitiendo la infiltración natural del agua de lluvia. Los andadores peatonales siguen el mismo principio, conformados por grava estabilizada o materiales semipermeables que facilitan la circulación sin interrumpir el ciclo natural del agua.

Asimismo, se definen las áreas de conservación de vegetación existente, integrando espacios verdes que funcionan como zonas de amortiguamiento paisajístico y de regulación microclimática. Estas áreas contribuyen a mantener la identidad ambiental del sitio y favorecen la integración del proyecto con el entorno natural.

Revisión final y pruebas de funcionamiento

Al concluir las etapas anteriores, se realizan pruebas de hermeticidad en las instalaciones hidráulicas y sanitarias, así como pruebas de carga y continuidad en el sistema eléctrico. Los sistemas de climatización y ventilación se revisan para verificar que cumplen con las disposiciones normativas en cuanto a eficiencia energética.

Finalmente, se efectúa una limpieza general de las viviendas y de las áreas exteriores, se colocan señalizaciones y se preparan las unidades para su entrega y comercialización.

PROCESO CONSTRUCTIVO DE OBRAS DE AGUA POTABLE

La construcción implica la realización de zanjas para la colocación de la tubería que conecte la red de agua potable de todo el desarrollo. Para la excavación de zanjas se empleará únicamente una zanjadora, por lo que en el proceso no se contempla la utilización de explosivos.

1. Trazo de las líneas de corte con cal hidratada utilizando peones para dicho trabajo.
2. Excavación de zanjas para línea de conducción con máquinas zanjadoras con un ancho de banda de 60 cm.
3. Extracción de cajas de operaciones con retro excavadoras de neumáticos con martillo hidráulico.
4. Tendido de plantilla para recibir tubería a base de material producto de las excavaciones, incluye selección y cribado del material de relleno, el volumen de material producto de las excavaciones para la formación de las plantillas es aproximadamente de 3,746 m^3.
5. Suministro y tendido de tubería (en este caso la tubería es de PVC hidráulico de diferentes diámetros 6", 4" y 2 ½") y piezas especiales (de PVC y FoFo).
6. Colocación de tomas de agua sencilla en tubería de 2 ½" con abrazadera de 2 ½" por ½", adaptador de compresión de ½", poliducto de RD-9 de ½", tubería galvanizada de ½" y accesorios galvanizados de ½".
7. Relleno apisonado con material seleccionado producto de las excavaciones sobre la tubería según especificaciones de la JAPAY.
8. Relleno a volteo con material seleccionado producto de las excavaciones según especificaciones de la JAPAY.
9. Construcción de cajas de operaciones y atraques, según normas de la JAPAY.
10. Pruebas de presión en tuberías a 7 kg/cm^2 con la utilización de bombas de pruebas y medidores de presión.
11. Pruebas de Presión en tuberías a 3.5 kg/cm^2 con la utilización de bombas de pruebas y medidores de presión.

PROCESO CONSTRUCTIVO DE DRENAJE PLUVIAL

Con respecto al drenaje pluvial, en el desarrollo se implementará el sistema de Celdas de Captación de Aguas Pluviales (Bioretención). Las celdas de captación de aguas pluviales, o celdas de Bioretención se pueden describir como sistemas con depresiones ajardinadas, que reciben el agua pluvial en zonas impermeables y la

filtran mediante una capa de tierra cubierta con una capa delgada de hojas y ramas molidas en una zona donde se pueden plantar varios tipos de pastos, arbustos, y árboles.

Las aguas que fluyen hacia las zonas de Bioretención, se acumulan por un tiempo en la superficie (no más de 24 horas) y gradualmente se filtran a través de la cama vegetal del suelo imitando el proceso hidrológico natural que ocurre en las áreas vegetativas y para absorber y filtrar el agua a través de la evapo-transpiración y mecanismo de filtrado en la tierra.

CRITERIOS DE DISEÑO. Los parámetros básicos para el diseño de un sistema de bioretención se encuentran en su capacidad de almacenamiento, ancho, índice de permeabilidad de la cubierta vegetal, y la capacidad hidráulica del subsuelo.

DIMENSIONES

A) Tomando en cuenta las condiciones climatológicas de la zona y la capacidad de infiltración del suelo, se obtiene como factor de dimensionamiento que la celda deberá de tener una capacidad de 2.50 m^3 por cada 100 m^2 de área tributaria. Dicha área se determinará en base a la información topográfica obtenida de las terracerías.
B) Las pendientes de sus lados no deberán ser menores del 2% ni deberán exceder el 15%.

MATERIALES

A) Cubierta de Materia Vegetal. Consiste en una capa de 20 cm de pedacería de madera (pedazos de entre 1 y 3 cm) que sirve como primer filtro para evitar la saturación de la celda debido a materia orgánica, polvo y/o basura.

B) Tierra Abonada. Tierra vegetal (negra de preferencia) con un máximo 10% de arcilla. En caso de requerir una mayor absorción de la tierra, podrá mezclarse con un poco de arena.

La profundidad mínima de la tierra deberá ser de 90 cm; ésta deberá ser capaz de drenar el volumen de agua en un máximo de 24 horas.

Se podrá colocar una malla geotextil divisoria alrededor de la cama de tierra para evitar que ésta se mezcle con el suelo adyacente.

C) Vegetación. La vegetación remueve algunos de los nutrientes y otros contaminantes del agua pluvial. Se recomienda el uso de especies nativas.

Los árboles deberán ser colocados en la zona perimetral (dejando 3.5 m entre uno y otro) ya que es menos propensa a inundación; los arbustos y hiervas, que son más tolerantes a la humedad, se seleccionarán para las áreas más céntricas y húmedas.

D) Grava.

OBRAS DE ELECTRIFICACIÓN

Para la urbanización del predio, se proyecta el desarrollo de una obra de alimentación eléctrica subterránea híbrida y acometidas subterráneas con registros en banqueta y en arroyo vial.
Proceso constructivo para infraestructura eléctrica:

1. Trazo con cal hidratada para las líneas de conducción subterráneas.
2. Excavación de zanjas para alojar tubería de conducción eléctrica según normas de CFE.
3. Excavación para poste tipo PC-11-700.
4. Suministro y construcción de banco de ductos (tubería para conducción eléctrica de baja tensión subterránea).
5. Tendido de líneas aéreas y vestido de postes con todos sus herrajes y retenidas.
6. Montaje de transformadores con la utilización de una grúa.
7. Perforación de tierras físicas con la utilización de perforadoras tipo Trac-dril.
8. Tendido de cable Mut 6 para tierra física.
9. Suministro y colocación de acometidas eléctricas domiciliarias.

Exteriores

El predio se encontrará relleno exclusivamente en el área de construcción y en la parte frontal de la misma. El resto del terreno se entregará en su forma y nivel natural.

Jardinería

La jardinería corresponde a la colocación de árboles y arbustos ornamentales propios de la región en áreas verdes, asi como en los arriates divisores de cada lote.

Sistema de tratamiento de aguas residuales

La forma más común para evacuar las aguas residuales de tipo doméstico es mediante su descarga a un sistema de alcantarillado sanitario. Sin embargo, esto no siempre es económicamente factible, sobre todo en sitios donde se tengan formaciones geológicas que hacen costoso este tipo de solución. O por el número de viviendas que se presentan, como es el caso del proyecto, en el cual innegablemente es incosteable.

En dicho caso, es necesario instalar unidades específicas de evacuación y tratamiento para evitar la contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua potable, ya sean superficiales o subterráneas. En este sentido el sistema de tratamiento para el proyecto será mediante un sistema individual para el tratamiento de aguas residuales domesticas (SITAR), que son una opción para resolver los problemas antes mencionados, ya que pueden utilizarse en el ámbito urbano y rural.

De manera que el proyecto contará con un sistema de tratamiento para aguas residuales (SITAR DLD14); que es un sistema de alta eficiencia, con capacidad acorde a la demanda requerida. El funcionamiento del SITAR DLD14 para el tratamiento de aguas residuales domésticas ha sido verificado en escala conforme a la NOM-001-SEMARNAT-1996. Para más detalles ver Anexo 7.

II.2.5 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

No será necesario contar con un programa específico de operación, ya que la operación consiste simplemente en el periodo de venta de viviendas. Con respecto al mantenimiento, se realizarán las obras de reparación y mejoramiento y servicios conforme se vaya requiriendo.

Cuando se concluya su etapa constructiva, previa autorización ambiental, el mantenimiento interno y operación de cada vivienda, será responsabilidad de cada propietario. Las aguas grises y negras serán enviadas al sistema de tratamiento del proyecto; los residuos gaseosos provendrán de los calentadores, los cuales forzosamente dirigirán sus emisiones hacia sitios sin presencia de personas, sin embargo, será necesario realizar un mantenimiento adecuado de estos equipos, con el fin de cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, asimismo, el propietario de cada vivienda realizará la recolección de los residuos sólidos, para que posteriormente sean recogidos, enviándolos al poblado más cercano para posteriormente sean trasladados al relleno sanitario municipal.

II.2.6 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

Dadas las características del desarrollo, no se considera la posibilidad de abandonar el sitio, por el contrario, se realizarán los mantenimientos requeridos para prolongar la vida útil de las instalaciones.

II.2.7 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

No se requiere de la utilización de explosivos durante la realización del proyecto.

II.2.8 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

a) Clasificación de los residuos

Toda actividad humana genera residuos, por lo tanto, es de esperarse que durante la construcción del proyecto y su operación se generen, mismos que pueden clasificarse en:

Tabla II.5. Clasificación de los residuos que se generaran durante el desarrollo del proyecto.

SÓLIDOS	LÍQUIDOS	GASEOSOS
• Orgánicos • Inorgánicos	• Orgánicos • Inorgánicos • Peligrosos	• Polvos • Emisiones

b) Tipos de residuos

Los residuos a generarse por la ejecución del proyecto son de diversos tipos y cantidades, tal como se describen a continuación:

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN:

- ***Sólidos***

Producto del desmonte. Para la realización del proyecto se introducirá maquinaria pesada para el derribo de material vegetal, generando residuos sólidos consistentes en hojas y ramas, así como piedras y otros materiales removidos del suelo. Mediante el proceso constructivo seleccionado, se tratará de aprovechar los troncos y varillas que se puedan recuperar y el resto del material será picado y utilizado como mejorador de suelo, luego de su composteo, durante esta etapa los árboles de mayor tamaño serán rescatados y reubicados en las áreas verdes y de conservación.

Material vegetal de despalme. Al igual que en el caso anterior, se removerán hojas y ramas, así como tierra y piedras. Estas últimas serán utilizadas en el proceso constructivo del futuro inmobiliario como material de relleno o para jardinería y la vegetación para la elaboración de composta o como sustrato orgánico en las áreas verdes.

Rechazo de la construcción. Durante las actividades constructivas se generan desperdicios de materiales utilizados, algunos de los cuales podrán ser aprovechados para rellenos lo que significa que no se genera en si un residuo.

Orgánicos producto de la alimentación de empleados. En el diario preparado de alimentos en los comedores se generan importantes cantidades de residuos orgánicos, en su mayoría, e inorgánicos como son envases de plástico, bolsas y otros productos, mismos que serán llevados al relleno sanitario.

Basura inorgánica derivada de los insumos de la construcción. Envases diversos provenientes de los empaques de los materiales de construcción utilizados. Algunos de estos residuos generalmente son separados ya que tienen valor de reciclaje como materia prima para la elaboración de láminas de cartón, entre otras cosas.

- ***Gases y emisiones.***

Emisiones de maquinaria de construcción. Durante el proceso de operación de la maquinaria se generarán emisiones a la atmósfera de diversa composición por la combustión de hidrocarburos.

Polvos producto de movimiento de tierras. Debido al arrastre en el desmonte y despalme, se desprenderán partículas finas de polvo que son arrastradas por el viento.

- ***Líquidos***

Aguas residuales generadas en los frentes de construcción. Producto de la evacuación de fluidos corporales.

- ***Peligrosos***

Aceites lubricantes gastados y materiales impregnados. Estos materiales derivados de cambios de aceite, están catalogados como residuos peligrosos, requieren ser manejados en forma cuidadosa y almacenados de forma temporal en tanto son recolectados por empresas prestadoras de deservicios especializados.

Envases de aceites. En ocasiones se requiere realizar cambios de aceite o reparaciones urgentes. El resultado es la generación de envases vacíos de aceites, que, si bien no son peligrosos de acuerdo a la legislación vigente, requieren un tratamiento especial y un confinamiento temporal en tanto son dispuestos adecuadamente.

Envases de pinturas y solventes. Durante el proceso de pintura u otros acabados es posible que se utilicen solventes y otros productos que requieren ser manejados con cuidado para evitar la contaminación del ecosistema, tal es el caso de estos envases.

Tabla II.6. Residuos generados por la obra en preparación

RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TIPO				
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
TIPO	**ORIGEN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**EFECTOS**
Sólidos	Producto de desmontes	m^3/ha	12.8	Estéticos, riesgo de incendios
	Rechazo de la construcción urbana	m^3	No determinado	Estéticos y riesgos de accidentes
	Orgánicos producto de la alimentación de empleados	gr/obrero	100	Insectos, malos olores, estéticos, lixiviados
	Basura inorgánica derivada del insumo a la construcción como son bolsas de cemento o envases diversos	m^3	3	Estéticos
Gases y emisiones	Emisiones de maquinaria de construcción	Kg/día	N.D.	Molestias en los ojos, olor y estéticos
	Polvos producto de movimiento de tierras	Kg/Ha	N.D.	Molestias en los ojos y estéticos
Líquidos	Aguas residuales generadas en los frentes de construcción	gr/obrero	700	Malos olores, insectos y vectores, lixiviados
Peligrosos	Envases de aceites	lt/ vehículo/ mes	4	Estéticos y lixiviados
	Aceites quemados	lt/ vehículo/ mes	4	Lixiviados, contaminación, estéticos
	Envases de pinturas y solventes	Piezas	3	Lixiviados, contaminación, estéticos

ETAPA LA OPERACIÓN:

Hay que recordar que el presente estudio solo contempla la urbanización y lotificación del predio. Es importante mencionar que el proyecto va dirigido a la conformación de un futuro desarrollo habitacional, por lo que la generación de residuos durante la operación y mantenimiento serán principalmente los generados por el personal de ventas y propietarios que adquieran dichos lotes. Los residuos sólidos deberán ser depositados en contenedores temporales, enviándolos posteriormente al poblado de Progreso, donde el responsable de dar destino final, será el servicio de limpia municipal.

Los principales elementos que se generarán son:

- ***Sólidos***

Residuos domésticos. Son aquellos compuestos por orgánicos e inorgánicos derivados del consumo de alimentos y del uso de materiales propios de las actividades humanas y operativas del proyecto de las vialidades principales del futuro desarrollo inmobiliario. Para la recolección de dichos residuos, se instalarán en las áreas verdes botes clasificados para el depósito de la basura, de tal forma que se tenga la facilidad de la separación de los residuos en orgánicos, inorgánicos y sanitarios, facilitando su adecuada recolección y disposición final.

La recolección final de estos residuos será realizada por una empresa concesionaria del servicio que el Ayuntamiento disponga para el área. La recolección deberá realizarse en los días y horas designadas a fin de evitar el almacenamiento de los residuos por períodos largos y evitar la acumulación de los mismos.

Residuos industriales. No se espera la generación de este tipo de residuos, ya que no está programada la instalación de industrias.

Residuos municipales. Los residuos municipales son producto de la jardinería y basura de calles. Estos residuos deberán ser manejados en forma integral, de tal forma que se garantice el aprovechamiento de orgánicos y se minimice la generación de inorgánicos.

- ***Peligrosos***

Aceites lubricantes gastados. El uso de vehículos provocará la generación de éstos, sin embargo, no necesariamente se tendrán que disponer dentro del predio ya que su mantenimiento por lo general es realizado en talleres.

INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.

Los residuos sólidos y líquidos que resulten durante las diferentes etapas del proyecto serán dispuestos en contenedores rotulados y tapados por los trabajadores, para que estos sean dispuestos en los sitios indicados por la autoridad competente.

Durante las actividades de construcción de las vialidades y por el empleo de la maquinaria pesada se pueden generar residuos peligrosos derivados de actividades de mantenimiento. Los más comunes son: Los botes de aceite, suelo impregnado por fugas, estopas impregnadas con grasas y aceites, filtros de efectuarse algún cambio. También se espera la generación de restos de emulsión asfáltica durante la pavimentación. La generación de estos residuos se estima en pequeñas cantidades, pero de cualquier manera los volúmenes generados deben ser trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos de la contratista, para garantizar la adecuada disposición de los mismos.

También podrían generarse residuos derivado de las fugas de mangueras y/o sellos en los equipos y maquinaria, por lo que este material debe manejarse en un contenedor metálico con tapa y entregarlo a una empresa autorizada por SEMARNAT.

CAPÍTULO

III

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

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.....1

III.1 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) DECRETADOS.....1

III.1.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POETGT) 1

III.1.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE.....8

III.1.3. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY).....18

III.1.4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO COSTERO DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETCY).....38

III.2 LOS PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES Y MUNICIPALES40

III.2.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2024-2030.....40

III.2.2. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO RENACIMIENTO MAYA DE YUCATÁN (2024-2030)….44

III.2.3. PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE PROGRESO (2024).....47

III.2.4. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....67

III.3 PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN Y RESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.....68

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....68

III.4.1. EN MATERIA DE AGUA.....68

III.4.2. EN MATERIA DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....78

III.4.3. EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.....79

III.4.4. EN MATERIA DE FLORA Y FAUNA.....80

III.5 LEYES Y REGLAMENTOS.....80

III.5.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) 80

III.5.2. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS 86

III.5.3. LEY DE AGUAS NACIONALES.....87

III.5.4. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.....88

III.5.5. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....89

III.5.6. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.....90

III.5.7. REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES.....92

III.5.8. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA EN PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA.....92

III.6 DECRETOS, REGIONES PRIORITARIAS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....93

III.6.1. ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS).....93

III.6.2. REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA (RTP).....94

III.6.3. REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA (RHP).....95

III.6.4. REGIÓN MARINA PRIORITARIA (RMP).....97

III.6.5. CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO (CBM).....98

III.7 OTROS INSTRUMENTOS NORMATIVOS.....99

III.7.1. LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN.....99

III.7.2. REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN.....101

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

A continuación, se realiza una identificación y análisis de los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará el proyecto con la finalidad de sujetarse a los instrumentos con validez legal y establecer su correspondencia y vinculación con los mismos.

En virtud de lo establecido en el Artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el Artículo 12 de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, el proyecto debe ser vinculado con los Programas de Ordenamiento Territorial y de Desarrollo Urbano, declaratorias de áreas naturales protegidas, así como las Leyes y Normas aplicables de competencia federal, estatal y municipal, que nos permita situar las bases para demostrar la viabilidad legal y ambiental de la propuesta.

De esta manera, se prevé que, a través del procedimiento de impacto ambiental, se establezcan las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades del proyecto que puedan causar efectos adversos al entorno o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Este capítulo muestra los resultados de la revisión de dichos ordenamientos con referencia a proyectos turísticos y su relación con los aspectos ambientales de estos y el manejo o aprovechamiento que de los recursos naturales se realiza durante la operación de este tipo de proyectos.

III.1 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) DECRETADOS

III.1.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POETGT)

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

Tal y como se señala en su texto, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el viernes 7 de septiembre de 2012, esté instrumento; no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

El POEGT está integrado por una regionalización ecológica, en la cual se identifican las áreas de atención prioritaria y así como las de aptitud sectorial; además de los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a cada regionalización.

El proyecto**,** se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) específicamente en la UGA denominada UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo de la Región Ecológica 17.33, tal como se puede observar en la siguiente figura:

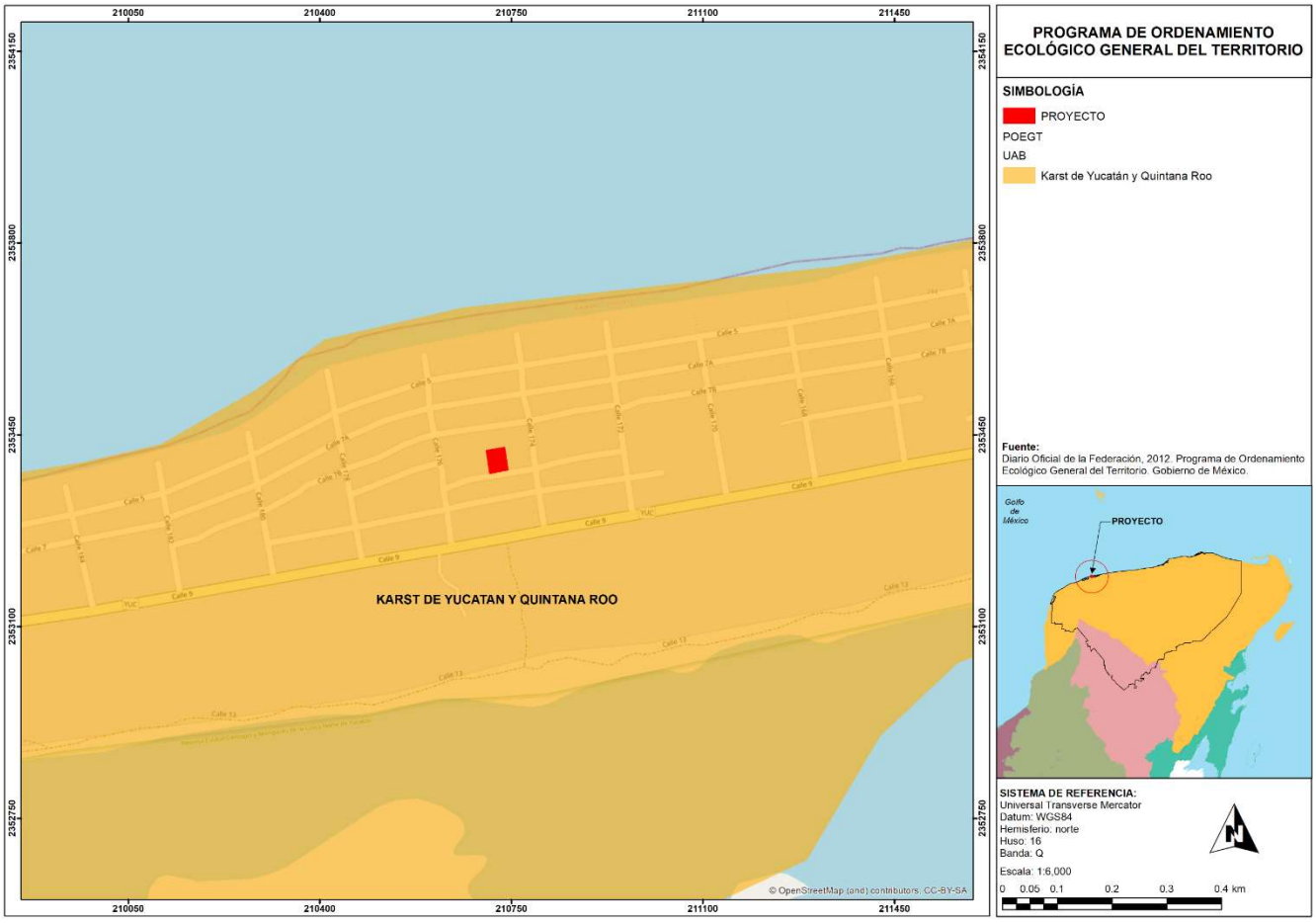
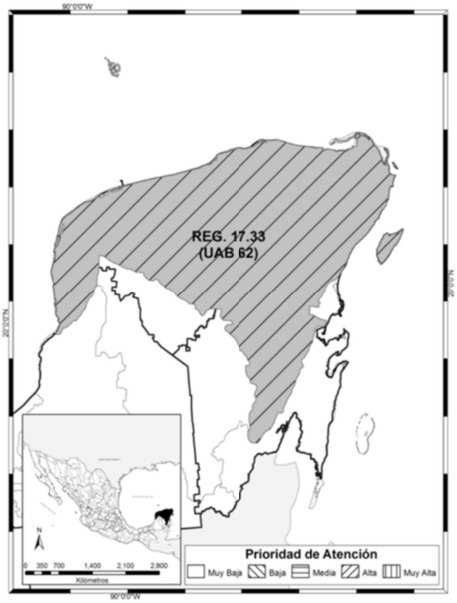


Figura III.1. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Tabla III.1. Características de la Región Ecológica.



REGIÓN ECOLÓGICA 17.33 UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo
Localización: Oeste, centro, norte y este de Yucatán, Centro, norte y noroeste de Quintana Roo.
Superficie en Km²: 59,542.35 Km^2
Población Total: 2,982,494 hab
Población indígena: Maya
Política ambiental: Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable.
Prioridad de atención: Alta.
Escenario al 2033: Inestable a crítico.

Estado Actual del Medio Ambiente 2008: Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Tabla III.2. Política y estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
62	Preservación de Flora y Fauna- Turismo	Desarrollo Social-Forestal	Agricultura-Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44.

Tabla III.3. Estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

ESTRATEGIA. UAB 62
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.
A) PRESERVACIÓN
Estrategia 1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. ***Vinculación:*** *El proyecto promueve la conservación de ecosistemas y su biodiversidad a través de la permanencia de áreas verdes (77.67 m^2) y de áreas de conservación (423.55 m^2), estas últimas mantendrán vegetación nativa; así mismo a través del proyecto se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Especies Forestales (**Anexo 6**) por lo que se seguirán prestando una serie de servicios ambientales de importancia para la región.* **Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo.** ***Vinculación****: En el área del proyecto NO se registraron especie de flora y de fauna silvestre de importancia local; sin embargo, se llevarán a cabo acciones para prevenir y mitigar los efectos causados por dicha obra, como son el diseño y aplicación de programas de rescate y reubicación de algunas especies de la vegetación a afectar por el proyecto y mediante un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver **Anexo 6** de este estudio). Dichos programas pretenden preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestre de la región.* **Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad**. ***Vinculación:*** *No aplica de manera estricta al proyecto; ya que este consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario habitacional. No obstante, como parte de los resultados del presente estudio se revelan datos acerca de la composición, estructura y diversidad de la vegetación y fauna silvestre imperante dentro del área pretendida para el proyecto, impulsando al conocimiento sobre los ecosistemas y su biodiversidad.*
B) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE
Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. ***Vinculación:*** *No aplica la presente estrategia; ya que el proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos. El proyecto en sí pretende llevar a cabo la construcción de un desarrollo inmobiliario habitacional.* **Estrategia 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.** ***Vinculación:*** *No aplica al proyecto; ya que NO se pretende realizar el aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas ni pecuarios, derivado de las actividades del proyecto.* **Estrategia 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.** ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto se refiere a la construcción de un desarrollo inmobiliario habitacional, el cual NO consiste en el establecimiento de obras hidroagrícolas, así como tampoco pretende emplear superficies para riego.* **Estrategia 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.** ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de los recursos forestales, se refiere a la construcción de un desarrollo inmobiliario habitacional.* **Estrategia 8. Valoración de los servicios ambientales.** ***Vinculación:*** *Dentro del presente estudio se hace un análisis de los servicios ambientales que serán afectados por el establecimiento del proyecto. Como producto del análisis anterior se puede afirmar que las afectaciones de los servicios ambientales por el proyecto serán mínimos con respecto a lo prestado en la cuenca hidrológica forestal. Por otra parte, el proyecto mantendrá áreas verdes (77.67 m^2) y de áreas de conservación (423.55 m^2); donde se mantendrá la vegetación nativa; mismas que seguirán prestando una serie de funciones ecológicas importantes y*

ESTRATEGIA. UAB 62	
continuarán prestando servicios ambientales de importancia en la región, tales como la protección, formación y regulación de los nutrimentos del suelo, infiltración de agua en calidad y cantidad, entre otros.	
C) PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	
Estrategia 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. ***Vinculación:*** *El proyecto, resaltando la importancia de la captación de agua en cantidad y calidad promueve la permanencia de áreas verdes (77.67 m^2) y de áreas de conservación (423.55 m^2), las cuales contribuirán a la captación del agua y la purificación de la misma, coadyuvando a su vez al equilibrio dinámico dentro del acuífero de la cuenca en donde se encuentra inmerso el proyecto. Asimismo, aplicará una serie de medidas de mitigación para proteger y conservar el acuífero en la región, tales como actividades de rescate y reubicación de especies vegetales, promoviendo la captación de agua y minimizando la erosión del suelo en la región.* **Estrategia 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.** ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto se refiere a la Urbanización de un Desarrollo Inmobiliario Habitacional.* **Estrategia 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.** ***Vinculación:*** *No aplica, la ubicación del proyecto y la zona donde pretende realizarse no cuenta con presas.* **Estrategia 12. Protección de los ecosistemas.** ***Vinculación:*** *El proyecto se implementará en una zona urbanizada la cual no cuenta con vegetación natural, por lo que, para dar cumplimiento a los objetivos de dicha estrategia, se pretenden mantener áreas de conservación con suelo natural y vegetación nativa (423.55 m^2), así como áreas verdes (77.67 m^2), donde se plantaran especies nativas, lo cual contribuirá a la protección y conservación de los ecosistemas de la región.* **Estrategia 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.** ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto se refiere a la construcción de un Desarrollo Inmobiliario Habitacional, donde NO se llevarán a cabo actividades de tipo agrícolas que impliquen el uso de agroquímicos.*	
D) Restauración	
Estrategia 14. **Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.** ***Vinculación:*** *No aplica de manera estricta; sin embargo, como parte de las medidas del proyecto se aplicará un Programa de rescate y reubicación de especies a afectar por el proyecto usando técnicas de reforestación (Ver **Anexo 6** de este estudio). Sin duda alguna, la aplicación de este programa y las actividades descritas en la misma contribuirán a la restauración del ecosistema y del suelo de la región. Anterior a esta actividad se llevará a cabo la labranza de conservación que consistirá en dispersar residuos vegetales picados y triturados en las áreas expuestas y en donde se llevará a cabo la reubicación con plantas rescatadas con la finalidad de proteger y conservar el suelo y agua de la región. Adicionalmente el proyecto mantendrá áreas verdes (77.67 m^2) y de áreas de conservación (423.55 m^2).*	
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	
Estrategia 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. ***Vinculación:*** *No aplica; ya que el proyecto no hace referencia a actividades del sector turístico; se refiere a la construcción de un Desarrollo Inmobiliario Habitacional.*	

ESTRATEGIA. UAB 62
Estrategia 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. ***Vinculación:*** *Como se indica con anterioridad, el proyecto no pretende realizar actividades del sector turístico, por lo que no aplica al proyecto ya que se trata de la construcción de un desarrollo inmobiliario habitacional.* **Estrategia 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).** ***Vinculación:*** *No aplica, el proyecto no pretende desarrollar actividades del sector turístico, éste se refiere a la construcción de un Desarrollo Inmobiliario.*
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.
A) Suelo urbano y vivienda
Estrategia 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio. ***Vinculación:*** *Mediante la construcción de la obra se pretende mejorar la infraestructura básica y el equipamiento de la zona, de manera que la población tenga la posibilidad de adquirir una vivienda con servicios básicos que le permitan mejorar sus condiciones de vida.*
C) Agua y saneamiento
Estrategia 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.
Vinculación: *El proyecto pretende cumplir con esta estrategia a través del establecimiento de una red de alcantarillado que dirija las aguas residuales hacia un sistema de tratamiento de aguas previo a ser reutilizado para riego; por lo que en la etapa de operación se contará con sistema individual para tratamiento de aguas residuales residenciales (SITAR) DLD14 que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados, permitirá tratar estas aguas las cuales pasaran por un sistema terciario a un registro de cloración para finalmente poder verter dichas aguas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.*
E) Desarrollo social
Estrategia 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. ***Vinculación:*** *No aplica, ya que no se refiere a un proyecto agropecuario.* **Estrategia 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.** ***Vinculación:*** *No aplica debido a que no es un proyecto agrícola; este corresponde a la construcción de un Desarrollo Inmobiliario Habitacional.* **Estrategia 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.** ***Vinculación:*** *No aplica de manera estricta, sin embargo, el proyecto generará fuentes de empleo temporal y permanente en beneficio de los habitantes locales, contribuyendo a la mejora en la economía y a la calidad de vida de la población.* **Estrategia 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.** ***Vinculación:*** *No aplica al proyecto. Sin embargo, los empleos que pudieran generarse promoverán hacia los*

ESTRATEGIA. UAB 62	
trabajadores el uso de los servicios de salud.	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	
Estrategia 42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. ***Vinculación:*** *El presente proyecto asegurará el respeto a los derechos de propiedad rural, al desarrollarse en predios que son propiedad del promovente.*	
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	
Estrategia 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil. ***Vinculación:*** *No aplica de manera estricta. Sin embargo, es importante señalar que el área que ocupará el proyecto ha sido objeto de ordenamiento territorial estatal (POETCY) el cual en páginas posteriores se vincula con el proyecto.*	

III.1.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

El POEMyRGMyMC, es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El POEMyRGMyMC identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

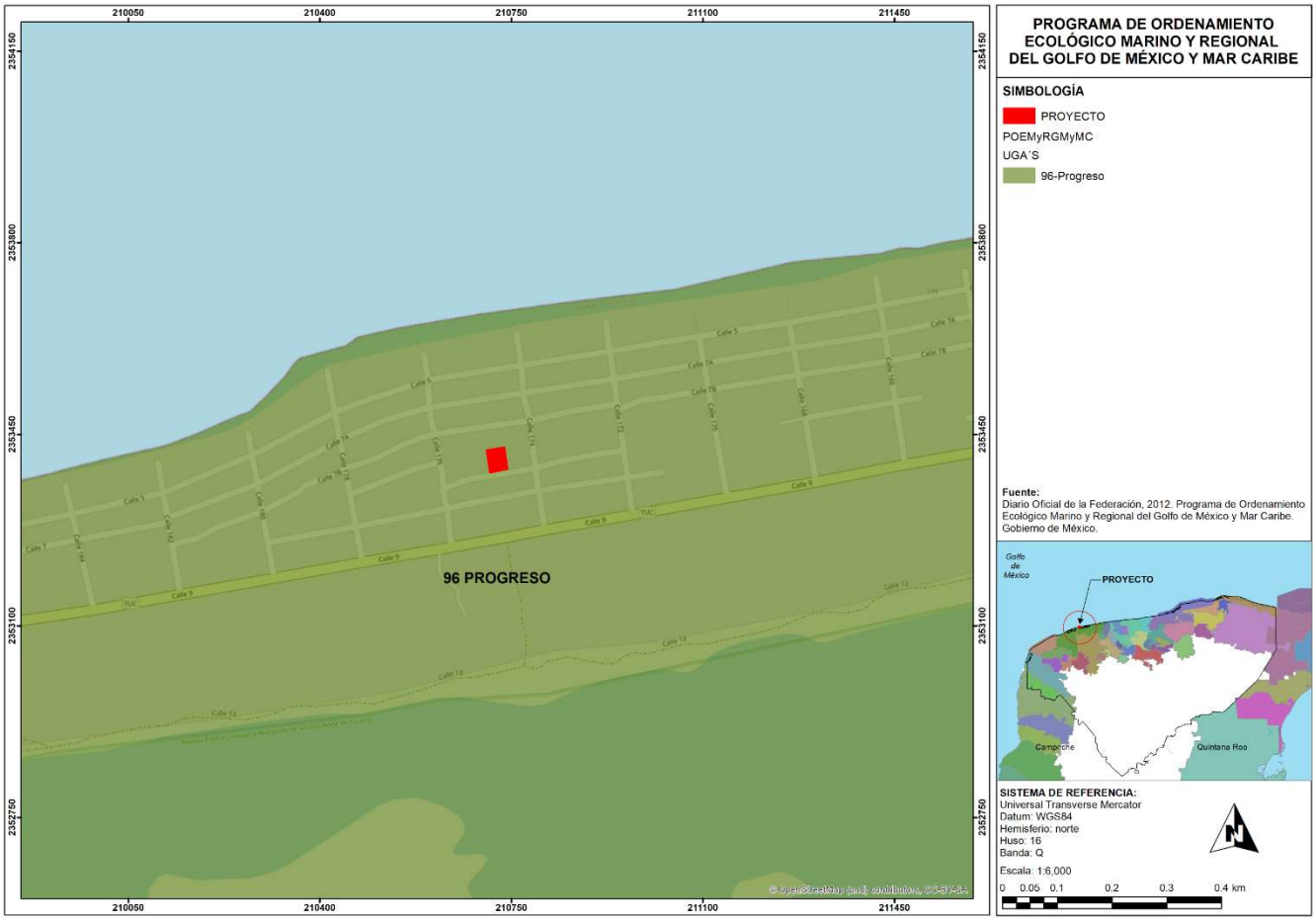


Figura III.2. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Por otro lado, el POEMyRGMyMC como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

El proyecto se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMMC), específicamente se encuentra inmerso dentro de la UGA # 96. A continuación se presentan las características de las UGA, las políticas y los criterios ambientales aplicables al proyecto:

A estas UGA le aplican únicamente las Acciones Generales de este programa, debido a que en el área del proyecto se cuentan con el Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), en la cual, por sus características particulares y por cubrir la franja costera del Estado de Yucatán, aplican las disposiciones de ese programa.

A continuación, se describen las Acciones Generales.

CLAVE	ACCIONES GENERALES
G001	**Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.**
	Vinculación: *El proyecto contará con instalaciones que ahorran agua y hacen un uso eficiente del recurso. Por lo que para el caso de los sanitarios se contara con un sistema dual para WC, que permite el ahorro de agua por medio de un sistema que usa tres litros para descargas líquidas y seis litros para sólidos. Entre las ventajas de esta tecnología se encuentran la no corrosión, no fugas, 1 válvula de descarga y 1 válvula de llenado. Regaderas y Llaves ahorradoras de agua (monomandos). Este sistema permitirá el ahorro de agua.*
G002	**Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.**
	Vinculación: *La Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (CONAGUA), Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y los Estados, figuran como los responsables de instrumentar esta acción, de acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, por lo que dicho criterio NO APLICA al proyecto.*
G003	**Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.**
	Vinculación: *De acuerdo con el POEMyRGMyMC, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT, SADER, Secretaria de Bienestar (SEBIEN), y los Estados, pues tienen las atribuciones para impulsar y autorizar el establecimiento de UMAS. Y debido a que el presente proyecto trata sobre la construcción de un centro turístico dicho criterio NO APLICA.*
G004	**Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).**
	Vinculación: *De acuerdo con el Programa Marino, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT, SADER, Secretaría de Marina (SEMAR) y los Estados, pues son sectores que cuentan con las atribuciones necesarias para instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente la SEMARNAT a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), así como la SEMAR.* *Sin embargo, en vista de que en el área del proyecto se registraron especie de flora y de fauna silvestre. Durante la construcción el proyecto tiene planteado la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de estas especies forestales de la vegetación a afectar, así como un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre con la finalidad de preservar la biodiversidad de la región.*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	Del mismo modo se implementará un programa de supervisión y vigilancia durante las diferentes etapas del proyecto, el que procurará dar el debido cumplimiento de los dos programas antes mencionados. Para la etapa operativa el desarrollo contará con vigilancia las 24 horas por lo que la flora y fauna que se encuentre en el sitio será resguardada y preservada dentro de las áreas de verdes y en las áreas de conservación establecidas.
G005	**Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.**
	Vinculación: *De acuerdo con el POEMyRGMyMC, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT y la SADER, pues cuentan con los recursos y atribuciones necesarios para su instrumentación.* *Un banco de germoplasma es un sitio de conservación de material biológico por excelencia, cuyo objeto es la conservación de la biodiversidad, por lo que son recintos clave para evitar que se pierda la diversidad genética por la presión de factores ambientales, físicos y biológicos, y las actividades humanas.* *De acuerdo a lo anterior un banco de germoplasma, rebasa los objetivos y la naturaleza del proyecto que se somete a evaluación, pues este consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario habitacional.* *No obstante, a lo anterior el proyecto estaría contribuyendo al establecimiento de un banco de germoplasma in situ al promover la permanencia de áreas verdes (77.67 m^2) y de áreas de conservación (423.55 m^2), que albergaran especies de flora nativa de la región.*
G006	**Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.**
	Vinculación: *De acuerdo con el POEMyRGMyMC, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT y la SADER. En su caso, el proyecto sólo generará este tipo de emisiones durante las etapas de preparación del sitio y construcción, en bajas cantidades y de manera temporal, debido principalmente a las fuentes móviles, esto por el flujo vehicular.*
G007	**Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT y la SADER, pues son los sectores que cuentan con los recursos y medios adecuados para llevarla a cabo. Por lo que dicho criterio NO APLICA.*
G008	**El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.**
	Vinculación: *La responsable de realizar esta acción es la SEMARNAT, pues es el sector encargado de regular estas actividades. Sin embargo, cabe mencionar que el proyecto no contempla el uso de organismos genéticamente modificados, por lo que este criterio NO APLICA.*
G009	**Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.**
	Vinculación: *De acuerdo con el POEMyRGMyMC, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), SEBIEN, los Estados y los Municipios; pues son los sectores que cuentan con los recursos y medios para la construcción y operación de este tipo de infraestructura. Por lo que dicho criterio NO APLICA de manera estricta puesto que no es un proyecto de vías de comunicación terrestre, sin embargo, el proyecto contempla la permanencia de áreas las cuales conectaran la vegetación con predios colindantes lo que evitara la reducción de la fragmentación del hábitat.*
G010	**Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.**
	Vinculación: *Los responsables de realizar esta acción son la SADER, SEBIEN, SEMARNAT, los Estados y los Municipios; nunca empresas privadas o particulares. Sin embargo, el presente proyecto no se encuentra dentro de un área natural, ni fue utilizado para actividades agropecuarias.*
G011	**Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas**

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	costeros por efecto de las actividades humanas.
	Vinculación: *De acuerdo con el POEMyRGMyMC, los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT, SEBIEN, SADER, la Secretaria de turismo (SECTUR), los Estados y los Municipios, por lo tanto, son los encargados de instrumentar las medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas. Sin embargo, el presente proyecto contempla medidas de mitigación y compensación para minimizar los impactos debido a la realización del proyecto.*
G012	**Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.**
	Vinculación: *Los responsables de realizar esta acción son la SADER, SEBIEN, SEMARNAT, los Estados y los Municipios. Por lo que el presente criterio NO APLICA, debido igual forma a que el proyecto no es un parque industrial, sino más bien un desarrollo inmobiliario.*
G013	**Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.**
	Vinculación: *El proyecto en ningún momento realizará la introducción de especies invasoras o exóticas. Las plantas que sean utilizadas para actividades de reforestación dentro de las áreas verdes y de conservación deberán ser especies de la región, obtenidas del rescate o bien de sitios autorizados para venta de especies de flora.*
G014	**Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.**
	Vinculación: *No aplica ya que compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios, promover la reforestación en los márgenes de los ríos (Anexo 6 del POEMyRGMyMC); además en el área de estudio no existen ríos. Sin embargo, el presente proyecto podrá llevar a cabo en la medida de lo posible una reubicación de especies de plantas rescatadas (usando técnicas de reforestación) dentro del área del proyecto.*
G015	**Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.**
	Vinculación: *Compete a la SEMARNAT, SEBIEN, SADER, los Estados y los Municipios, evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos. De igual forma es importante mencionar que en el área del proyecto no existe algún cauce natural de algún río. Por lo que dicho criterio NO APLICA*
G016	**Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.**
	Vinculación: *No aplica ya que compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios, reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región (Anexo 6 del POEMyRGMyMC), inclusive el sitio donde se pretende construir el proyecto es una región plana donde no hay montañas. Sin embargo, el proyecto contempla el rescate de especies de la vegetación a afectar por el proyecto para posteriormente reubicarlas (usando técnicas de reforestación) dentro de las áreas verdes y de conservación del presente proyecto.*
G017	**Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.**
	Vinculación: *El presente criterio NO APLICA ya que compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios, desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50% (Anexo 6 del POEMyRGMyMC), además el proyecto no pretende realizar actividades agrícolas.*
G018	**Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.**
	Vinculación: *No aplica; ya que en el área del proyecto no se encuentran cauces naturales. Compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios, Recuperar la vegetación que consolide las márgenes*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	de los cauces naturales en el ASO (Anexo 6 del POEMyRGMyMC).
G019	**Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.**
	Vinculación: *De acuerdo al Programa Marino le compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipios tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento para la elaboración de los planes o programas de desarrollo urbano que correspondan.*
G020	**Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.**
	Vinculación: *No aplica; ya que en esta región no hay ríos y zonas inundables. Inclusive de acuerdo al Programa Marino esta actividad le compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.*
G021	**Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.**
	Vinculación: *Compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios, promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas (Anexo 6 del POEMyRGMyMC).*
G022	**Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.**
	Vinculación: *Compete a la SEMARNAT, SADER y los Estados, el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMyRGMyMC).*
G023	**Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.**
	Vinculación: *No aplica ya que dicha actividad le compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios, la implementación de campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.*
G024	**Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.**
	Vinculación: *De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, compete a la SEMARNAT, SADER, los Estados y los Municipios, promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático. Sin embargo, para el presente proyecto se propone el rescate y reubicación de especies de flora que se encuentren dentro del polígono, dichas especies serán utilizadas para la reforestación de las áreas verdes y de conservación dentro del mismo polígono del proyecto.*
G025	**Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.**
	Vinculación: *No aplica ya que el presente proyecto no pretende realizar actividades productivas. Sin embargo, para el presente proyecto se propone el rescate y reubicación de especies de flora que se encuentren dentro del polígono, dichas especies serán utilizadas para la reforestación de las áreas verdes y de conservación dentro del mismo polígono del proyecto.*
G026	**Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).**
	Vinculación: *No aplica ya que, en el sitio del proyecto y su área de influencia, no se identificaron áreas útiles para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales, pues no existen zonas de montaña.*
G027	**Promover el uso de combustibles de no origen fósil.**
	Vinculación: *Compete a la Secretaria de Energía (SENER), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMyRGMyMC).*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
G028	**Promover el uso de energías renovables.**
	Vinculación: *La promoción del uso de estas nuevas tecnologías no compete al presente proyecto, pues esto es el deber de la SENER, CFE, los Estados y los Municipios. Sin embargo, el presente proyecto podrá contemplar en la medida de lo posible la instalación y uso de paneles solares para la generación de energías limpias (si se contara con la inversión necesaria).*
G029	**Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.**
	Vinculación: *Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMyRGMyMC). Sin embargo, en la medida de lo posible el proyecto podrá implementar un sistema de aprovechamiento de la energía, mediante la instalación de paneles solares (si se contara con la inversión necesaria).*
G030	**Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.**
	Vinculación: *Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMyRGMyMC). Sin embargo, en la medida de lo posible el proyecto podrá implementar un sistema de aprovechamiento de la energía, mediante la instalación de paneles solares; de igual forma se contempla la instalación de la siguiente tecnología para el ahorro del consumo energético:* • *Instalación de lámparas de bajo consumo tipo led en zonas comunes.* • *Instalación de controles de encendido y apagado en villas y cuartos, además del encendido y apagado del alumbrado.* • *Instalación de interruptores de tarjeta o botonera de corte y activación de energía en las villas y los cuartos.* • *Uso de aparatos eléctricos certificados por su eficiencia energética.*
G031	**Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.**
	Vinculación: *Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción (Anexo 6 del POEMyRGMyMC).*
G032	**Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.**
	Vinculación: *No aplica De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción. El suministro de energía eléctrica del proyecto, se realizará a través de la línea de la CFE, así como también en la medida de lo posible por la implementación de paneles solares (si se contara con la inversión necesaria).*
G033	**Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción.*
G034	**Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.**
	Vinculación: *El proyecto contempla el uso de tecnologías ahorradoras de energía. El suministro de energía eléctrica del proyecto, se realizará a través de la CFE y en la medida de lo posible se podrán colocar paneles solares (si se contara con la inversión necesaria).*
G035	**Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.**
	Vinculación: *No aplica, de acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, compete a la SEBIEN, SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción. De igual forma no se trata de un proyecto de construcción de viviendas ni se cuenta con instalaciones domesticas existentes, aunque si se promueve la eficiencia energética por el empleo de diferentes tecnologías.*
G036	**Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales**

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	existentes.
	Vinculación: *No aplica, el presente proyecto no cuenta con instalaciones industriales ni se pretenden construir este tipo de instalaciones. Dicho criterio le corresponde a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción.*
G037	**Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.**
	Vinculación: *No aplica el cumplimiento de este criterio le compete a la SEMARNAT y la SADER, inclusive el proyecto el proyecto consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario.*
G038	**Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, compete a la SEMARNAT y la SADER el cumplimiento de esta acción; ya que el proyecto el proyecto consiste en la construcción de infraestructura urbana y no un proyecto para evaluar el potencial del suelo para la captura de carbono.*
G039	**Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.**
	Vinculación: *Este criterio le compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipios, ya que estos deben ser los encargados de realizar los ordenamientos ecológicos.*
G040	**Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, compete a la SEMARNAT y los Estados el cumplimiento de esta acción.*
G041	**Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipio el cumplimiento de esta acción.*
G042	**Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, le compete a la SEMARNAT y los Estados el cumplimiento de esta acción.*
G043	**LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, compete a la SEMARNAT y la SADER el cumplimiento de este criterio.*
G044	**Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, compete a la SADER, el Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura (INAPESCA) y la Secretaria de Economía (SE), el cumplimiento de llevar a cabo esta acción.*
G045	**Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, compete a la SCT, SEBIEN, Estados, Municipios, el cumplimiento de este criterio.*
G046	**Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.**
	Vinculación: *No se trata de un proyecto de infraestructura carretera, por lo que el criterio no le aplica,*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	en la zona existe accesibilidad con carreteras en buen estado. De igual forma este criterio de acuerdo al Programa marino, le compete a la SCT, SEBIEN, Estados, Municipios.
G047	**Impulsar la diversificación de actividades productivas.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, compete a la SADER, el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), SEMARNAT, SEBIEN, SE, SECTUR, los Estados y los Municipios, el cumplimiento de esta acción.*
G048	**Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.**
	Vinculación: *De acuerdo con el POEMyRGMyMC, compete a la SEBIEN, SEGOB, los Municipios y el Estado el cumplimiento de este criterio. Por lo que debido a que la zona del proyecto es propensa al paso de fenómenos meteorológicos adversos durante la operación del proyecto, se deberá tomar las medidas necesarias para la implementación de las medidas propuestas por las autoridades competentes ante la llegada de un huracán.*
G049	**Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, compete a la SEBIEN, Secretaria de Gobernación (SEGOB), los Municipios y el Estado el cumplimiento de esta acción.*
G050	**Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.**
	Vinculación: *El desarrollo será construido con la especificación y diseñado con los cálculos estructurales específicos para resistir eventos hidrometeorológicos, de igual forma las estructuras serán construidas con materiales resistentes y el tipo de cimentación a base de pilotes de concreto, que es el más efectivo en las zonas costeras.*
G051	**Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.**
	Vinculación: *De acuerdo con el POEMyRGMyMC, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipios. Por su parte, el proyecto impartirá pláticas ambientales a los trabajadores responsables de la ejecución del proyecto en sus distintas etapas, en las que se considera la concientización de los mismos sobre el manejo adecuado que se debe tener sobre los residuos sólidos; así mismo, se ejecutará un plan de manejo de residuos para llevar a cabo un adecuado manejo de aquellos considerados como residuos sólidos urbanos, donde se promoverá la separación de la basura a través de la instalación de contenedores específicos para cada tipo de residuo durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.*
G052	**Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, el cumplimiento de esta acción compete a la Secretaria de Salud (SSA) y el Municipio.*
G053	**Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y los Municipios. Sin embargo, para el caso particular del proyecto, se promoverá que las aguas residuales generadas durante la construcción sean manejadas por un prestador de servicio con autorizaciones vigentes, en la etapa de operación se contará con sistema individual para tratamiento de aguas residuales residenciales (SITAR) DLD14 que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados, pasara el agua por un registro clorador lo que permitirá tratar estas aguas para poder ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.*
G054	**Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.**
	Vinculación: *De acuerdo con el POEMyRGMyMC, el cumplimiento de esta acción compete a la*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	SEMARNAT, los Estados y los Municipios. El presente proyecto No se trata de un proyecto de la instalación industrial. Sin embargo, en la etapa de operación se contará con sistema individual para tratamiento de aguas residuales residenciales (SITAR) DLD14 que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados, pasará el agua por un registro clorador lo que permitirá tratar estas aguas para poder ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.
G055	**La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.**
	Vinculación: *El presente proyecto no requerirá de la remoción parcial de vegetación forestal.*
G056	**Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, el cumplimiento de esta acción compete a la SEBIEN, Municipios.*
G057	**Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Anexo 6 del Programa Marino, el cumplimiento de este criterio le compete a la SSA y los Estados.*
G058	**La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.**
	Vinculación: *De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y los Estados. Sin embargo, el proyecto por su cuenta con un Procedimiento de manejo de residuos de este tipo, el cual contempla el manejo, minimización y gestión de residuos peligrosos, así como por los accidentes que pudiesen suscitarse durante la construcción.*
G059	**El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.**
	Vinculación: *No se trata de un proyecto que se localice dentro de un ANP por lo que este criterio no es aplicable.*
G060	**Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.**
	Vinculación: *No se trata de un proyecto que implique la construcción de infraestructura costera sobre o vegetación acuática sumergida.*
G061	**La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.**
	Vinculación: *Las obras del proyecto se construirán a una distancia considerable con respecto al área marina, por lo que no se prevé afectaciones al ambiente marino, por la construcción de infraestructura.*
G062	**Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.**
	Vinculación: *No se trata de un proyecto que implique actividades agropecuarias por lo que este criterio no es aplicable. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMyRGMyMC, el cumplimiento de esta acción compete a la SADER.*
G063	**Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.**
	Vinculación: *No se trata de un proyecto que implique actividades pesqueras y/o acuícolas por lo que este*

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	criterio no es aplicable. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la INAPESCA y la SADER.
G064	**La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.**
	Vinculación: *No se trata de un proyecto de infraestructura carretera, por lo que el criterio no le aplica, en la zona existe accesibilidad con carreteras en buen estado.*
G065	**La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.**
	Vinculación: *No se trata de un proyecto que se localice dentro de un ANP por lo que este criterio no es aplicable*

Cabe mencionar de nueva cuenta que de acuerdo en lo descrito en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe el proyecto cae dentro de una zona considerada por el Programa de Ordenamiento Territorial Costero del Estado de Yucatán (POETCY), por lo no se vinculara con las Acciones Específicas del POEMyRGMyMC.

III.1.3. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY)

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) es un instrumento de planeación jurídica, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial maximizando el consenso entre los actores sociales y minimizando el conflicto sobre el uso del suelo. Mediante dicho ordenamiento se establece una serie de disposiciones legales con el fin de inducir al empleo de mecanismos de participación pública innovadores, así como al uso de técnicas y procedimientos de análisis El Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Yucatán (POETY), es un instrumento de planeación, cuyo objetivo es el de "regular e inducir el uso racional del suelo y el desarrollo de las actividades productivas para lograr la protección y conservación de los recursos naturales". El decreto de este ordenamiento Estatal fue publicado en el mes de julio de 2007 y modificado el 05 de diciembre del 2023 tras la publicación del Decreto 692/2023 por el que se formula y expide la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán.

Mediante el presente Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, se establece el "Modelo de Ocupación del Territorio" para el Estado de Yucatán, con base en criterios de racionalidad y de equilibrio entre la eficiencia ecológica y el desarrollo económico-social del sistema territorial.

Este modelo es una proyección espacial de una estrategia de desarrollo económico y social que contribuye al diseño de la ocupación del territorio a futuro y al cómo conseguirlo, representando la forma de concretar espacialmente los objetivos ambientales propuestos en términos de sustentabilidad.

El modelo incluye la propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes y el establecimiento de un sistema de políticas y criterios ambientales de aprovechamiento, protección, conservación

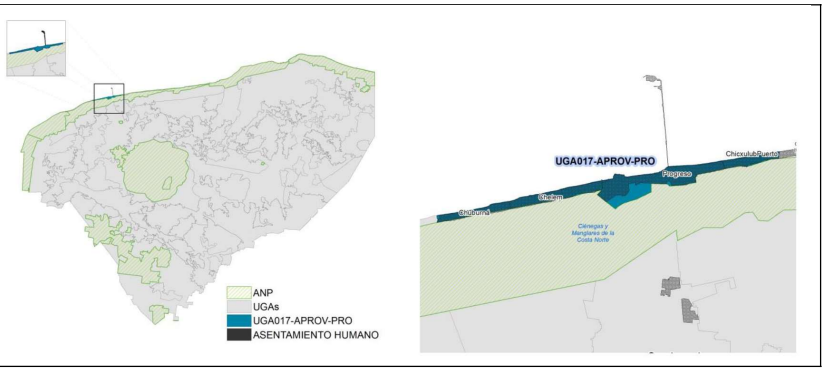
y restauración que garanticen el uso racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos del Estado.

Con base en lo anterior, se establece un Modelo del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán que incluye la zonificación funcional o propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes, el esclarecimiento de la intensidad de dicha utilización y el sistema de políticas y criterios ambientales de aprovechamiento, protección, conservación y restauración que garanticen la explotación racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos en cada región del territorio.

El establecimiento del modelo considera la gestión de protección de los recursos naturales, al asignarle a cada área un valor funcional determinado y un régimen de explotación y transformación que lleva implícito medidas de conservación de los diferentes recursos. Al mismo tiempo, su construcción refleja el deseo manifiesto de trabajar por la disminución de las desigualdades socio-espaciales y el incremento sostenido de la calidad de vida de la población residente en el Estado.

Tabla III.4. Unidad de Gestión Ambiental donde se ubica el proyecto.

Clave UGA	UGA017
Nombre	UGA017-APROV-PRO
Área	21.6 km^2
Políticas	Aprovechamiento sustentable



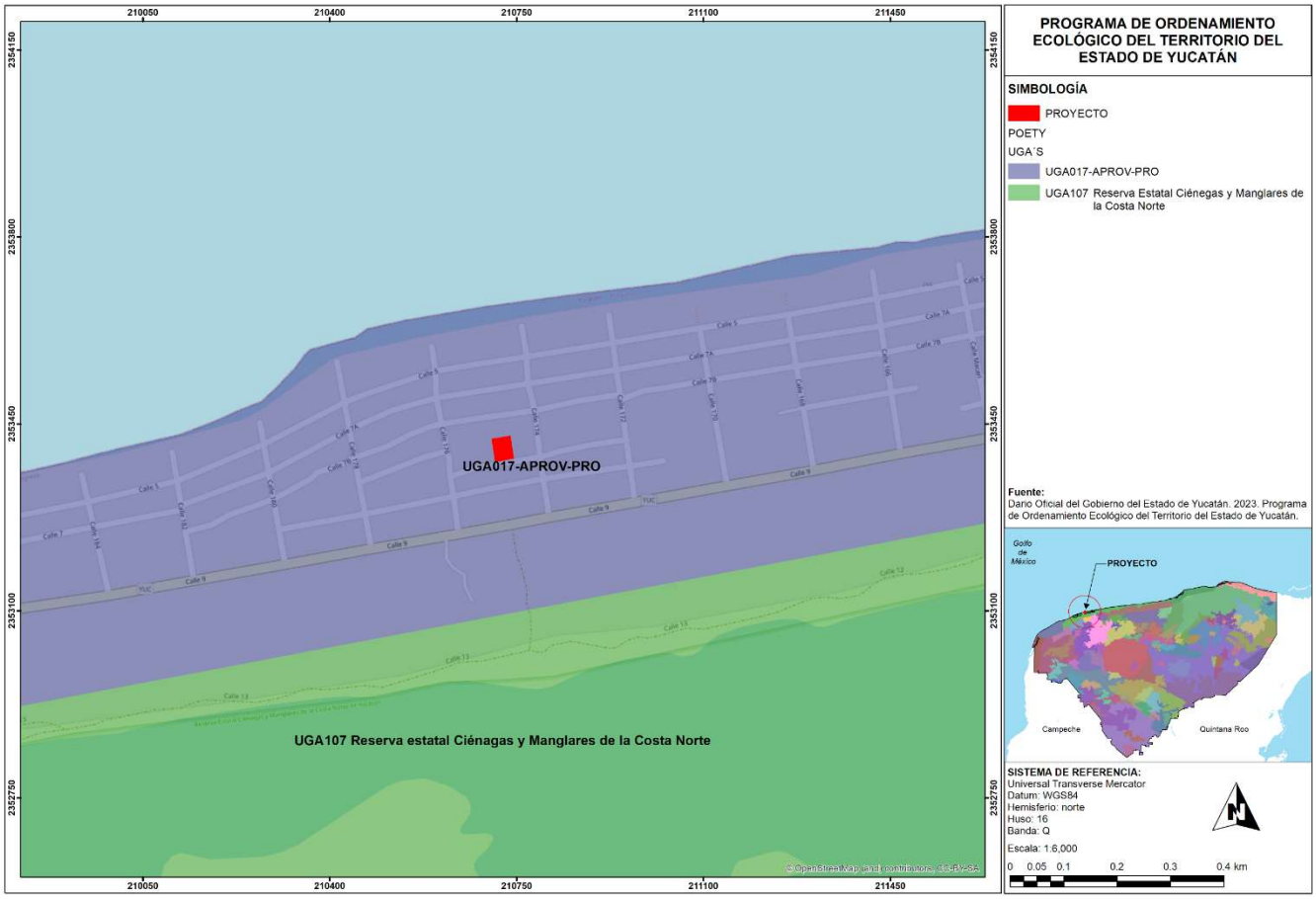


Figura III.3. Ubicación del proyecto respecto a las UGA's del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Yucatán.

LINEAMIENTOS AMBIENTALES

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

Tabla III.5. Lineamiento ambiental de la UGA donde se ubica el proyecto.

No.	UGA	Lineamiento ambiental de la UGA
17	UGA017 APROV-PRO	Propiciar el aprovechamiento sustentable de 0.225 km^2 para el desarrollo de las actividades compatibles. Propiciar el aprovechamiento para el establecimiento de asentamientos humanos de manera ordenada y en superficies que ya cuenten con los servicios básicos municipales y la infraestructura necesaria para su desarrollo y de movilidad sustentable.

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL

La información descriptiva de las unidades de gestión ambiental, respecto a las condiciones actuales de su tipo de vegetación, condiciones ambientales, así como la política, lineamientos, estrategias y criterios aplicables, se presentan en forma de fichas. Cada UGA cuenta con su propia ficha, las cuales se encuentran en el documento Anexo al presente decreto.

Tabla III.6. Usos de suelo de la UGA donde se ubica el proyecto.

CLAVE UGA	NOMBRE UGA	POLÍTICA	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES
UGA 017	UGA017-APROV-PRO	Aprovechamiento sustentable	1, 2, 6, 11, 13, 18, 19, 20	17	3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16

Tabla III.7. Criterios de regulación ecológica de la UGA donde su ubica el proyecto.

MATRIZ DE COMPATIBILIDADES	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
Generales	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Asentamientos humanos (compatible)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS SECTORIALES

No.	USO DE SUELO	ESTRATEGIAS SECTORIALES COMPATIBLES
1	Acuacultura de agua dulce	Garantizar la sustentabilidad del recurso hídrico a través de la reducción de consumo, el tratamiento de aguas residuales y su reutilización.
2	Acuacultura salobre	Garantizar la sustentabilidad del recurso hídrico a través de la reducción de consumo, el tratamiento de aguas residuales y su reutilización en el proceso productivo.
6	**Asentamientos humanos**	**Promover el uso urbano en zonas con baja vulnerabilidad a riesgos climáticos.** **Realizar la gestión y el manejo integral de los residuos, de acuerdo a la normatividad.** **Todo sitio para la ubicación de rellenos sanitarios locales o regionales deberá contar con un estudio específico que establezca criterios ecológicos para la selección del sitio, la construcción, la operación y la etapa de abandono del mismo, así como las medidas de mitigación del impacto al manto freático y la alteración de la vegetación presente.**
11	Infraestructura	Asegurar la dotación de servicios necesarios para los asentamientos humanos, comunidades rurales y sectores productivos. Mejorar las condiciones de la infraestructura existente.
13	Minería no metálica	Promover la actividad preferentemente en zonas no forestales, a fin de reducir el cambio de uso de suelo, e implementar acciones de restauración al término de la actividad extractiva. Aprovechar únicamente las zonas costeras aptas para la extracción de sal.
18	Turismo	Promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en el desarrollo de

No.	USO DE SUELO	ESTRATEGIAS SECTORIALES COMPATIBLES
	convencional	actividades y obras turísticas, priorizando en el aprovechamiento de terrenos preferentemente forestales sobre los forestales y asegurando la dotación de servicios básicos como agua, saneamiento y manejo de residuos. Mantener áreas de conservación con vegetación natural que permitan la conectividad con los predios colindantes.
19	Turismo de naturaleza	Promover la realización de actividades que no requieran cambio de uso de suelo de terrenos forestales. Utilizar materiales de la región en la construcción de instalaciones de apoyo. Promover el turismo de naturaleza sin sobrepasar la capacidad de carga turística del sitio.
20	Turismo de sol y playa	Promover la realización de actividades y obras turísticas en ecosistemas costeros que mantengan el estado natural de la vegetación de dunas costeras y humedales.

No.	USO DE SUELO	ESTRATEGIAS SECTORIALES CONDICIONADAS
17	Pesca	Promover el fortalecimiento de la infraestructura para el acopio y procesamiento de productos.

No.	USO DE SUELO	ESTRATEGIAS SECTORIALES INCOMPATIBLES
3	Agricultura tecnificada	Promover la actividad preferentemente en zonas no forestales, a fin de reducir el cambio de uso de suelo. Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.
4	Agricultura extensiva	Integrar sistemas agroforestales y/o agrosilvicolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.
5	Apicultura	Promover la realización de la actividad en zonas conservadas o con potencial de restauración ecológica. Promover la actividad como una actividad económica complementaria en proyectos de conservación.
7	Energía eólica	Promover el aprovechamiento de energía eólica a fin de disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el Estado.
8	Energía fotovoltaica	Promover el aprovechamiento de energía fotovoltaica a fin de disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el Estado.
9	Forestal	Promover el aprovechamiento maderable y no maderable a través de programas de manejo forestal sustentable. Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial. Utilizar de forma sustentable de los recursos naturales mediante tasas que no excedan su capacidad de renovación
10	Industrial	Garantizar la sustentabilidad del recurso hídrico a través de la reducción de consumo, el tratamiento de aguas residuales y su reutilización. Realizar la gestión y el manejo integral de los residuos, de acuerdo a la normatividad.
12	Milpa maya	Promover la implementación de prácticas agroecológicas en la milpa. Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.
14	Pecuario bovino	Promover sistemas silvopastoriles que contribuyan al aprovechamiento de alimento animal, captura de carbono y mantener la cobertura vegetal sobre el suelo

No.	USO DE SUELO	ESTRATEGIAS SECTORIALES INCOMPATIBLES
		evitando su erosión.
15	Pecuario avícola	Promover el aprovechamiento de subproductos con posibilidad de emplearse como mejoradores de suelo.
16	Pecuario porcino	Promover el manejo integral de residuos sólidos y líquidos que genera la actividad, así como la reducción de las emisiones de GEI asociadas.

Vinculación: *De acuerdo a los usos de suelos compatibles, condicionados y no compatibles en esta UGA, la actividad de este proyecto relacionada con la Construcción de viviendas multifamiliares en condominio está considerada como un proyecto COMPATIBLE, por lo que la ejecución del proyecto no se contrapone con los usos del POETY.*

De hecho, la obra a establecer a través de este proyecto es de gran importancia ya que contribuirá a la generación de empleos y servicios de la localidad y el municipio; por lo que se puede indicar que es totalmente compatible con el uso destinado para la UGA.

El proyecto que nos ocupa adicionalmente propondrá acciones ambientales que conlleven a la conservación y a la protección de ecosistemas a través de la permanencia de biodiversidad representativa (rescate y reubicación de flora y fauna silvestre) y áreas sin proyecto (áreas de conservación con suelo natural y cubierta vegetal típica de la región, así como áreas verdes) que permitirán la continuidad en los servicios ambientales que se prestan en la región.

A continuación, se realiza un análisis de cada uno de los criterios y recomendaciones contenidas para la ***UGA-017-APROV-PRO.***

Tabla III.8. Vinculación con los criterios de regulación ecológica generales.

No.	CRITERIOS GENERALES	VINCULACIÓN
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.	*El proyecto pretende cumplir con este criterio a través del establecimiento de una red de alcantarillado que dirija las aguas residuales hacia un sistema de tratamiento de aguas residuales; por lo en la etapa de operación se contará con sistema individual para tratamiento de aguas residuales residenciales (SITAR) DLD14 que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados, permitirá tratar estas aguas, las cuales serán enviadas a un registro clorador el cual le dará un tratamiento terciario para que posteriormente dichas aguas puedan ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.* *Esto con el fin de cumplir con los parámetros de descarga estipulados dentro de la NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.* *Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se utilizarán sanitarios portátiles, la empresa contratante será la responsable del mantenimiento y la disposición de las aguas residuales.* *Finalmente, las vialidades contaran con el drenaje pluvial adecuado tanto para evitar inundaciones en la zona, así como también para contribuir en la recarga el acuífero de la región. Cabe señalar que dicho drenaje no estará conectado a ninguno de los pozos de infiltración donde se verterá las aguas tratadas.*
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.	*El proyecto no dará disposición final a ningún tipo de residuos dentro del área; se contará con un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos para verificar su adecuada gestión, esto como parte de las medidas de mitigación para evitar la contaminación del suelo y del agua de la región (Ver **Anexo 5** de este manifiesto de impacto ambiental). Todos los residuos que sean generados durante las diferentes etapas del proyecto serán almacenados*

No.	CRITERIOS GENERALES	VINCULACIÓN
		temporalmente en contenedores debidamente rotulados, para que posteriormente una empresa se encargue de su recolección y disposición final. De no ser el caso la empresa encargada de la obra o los responsables del proyecto deberán trasladar dichos residuos a un sitio autorizado para disposición final. Para verificar esta actividad se deberá contar con los recibos, facturas o notes correspondientes que se expiden al llevar lo residuos a un sitio autorizado.
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.	*El proyecto durante la construcción genera residuos de manejo especial procedentes de los excedentes de la construcción, por lo cual este deberá realizar el trámite de Evaluación y Resolución de Licencia Ambiental Única como generador de residuos de manejo especial ante la Secretaria de Desarrollo Sustentable.*
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 abastecimiento del agua será mediante la interconexión con la red municipal por lo que se realizaran los trámites correspondientes con las autoridades del municipio de Progreso. Sin embargo, de ser necesario la construcción de un pozo se realizarán los estudios necesarios para conocer la disponibilidad en cantidad y calidad de este recurso tanto para abastecer el proyecto, así como para evitar que se merme el abastecimiento a las comunidades y localidades cercanas a este.*
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.	*De acuerdo a los trabajos topográficos, estudio hidrológico, de calidad de agua, así como los muestreos de flora y fauna realizados dentro del polígono, no fueron encontradas oquedades o cavernas que pudieran ser consideradas como un riesgo por las actividades del proyecto y que pudieran causar algún derrumbe o hundimiento.*
6	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.	*De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo por Inundación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y al Grado de riesgo por inundaciones por municipio de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la zona donde se ubica el polígono del proyecto es considerada como una*

No.	CRITERIOS GENERALES	VINCULACIÓN
		zona Media-Alta a los riesgos por inundación, esto debido principalmente a que la península de Yucatán se encuentra en una zona propensa a la afectación por fenómenos hidrometeorológicos como lo son los ciclones tropicales y huracanes. Es por esto que el proyecto tomara las medidas necesarias para que las construcciones sean realizadas con las mejores técnicas y materiales resistentes, así como considerando los niveles de construcción propuestos en el Estudio Hidrológico (Anexo 10) para cual emergencia climática.
7	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.	*El proyecto contempla la construcción de un sistema de drenaje pluvial adecuado el cual será capaz de drenar el volumen de agua máximo registrado para la zona. De igual forma cabe señalar que el proyecto promoverá la permanencia de áreas verdes (77.67 m^2) y de áreas de conservación (423.55 m^2), y que en conjunto ocuparan el 31.49% del polígono del proyecto y la cual fungirá como sitios para que el agua se infiltre de manera natural al manto acuífero.*
8	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 proyecto promoverá la permanencia de áreas verdes (77.67 m^2) y de áreas de conservación (423.55 m^2), las cuales fungirán como corredores de vegetación indispensables tanto para la conservación de la biodiversidad vegetal, así como de la fauna silvestre que en su momento pueda hacer uso de estos parches.*
9	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.	*El material producto de las excavaciones para la construcción de cimentaciones o por la implementación de las obras hidráulicas o eléctricas que serán subterráneas, será utilizado para la nivelación de las vialidades y demás obras que así lo requieran, en dado caso que haya material sobrante este será dispuesto en un sitio autorizado o donde las autoridades competentes lo determinen.*
10	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 proyecto será construido en un área urbana la cual no cuenta con vegetación forestal, ya que este ya fue modificado en años anteriores lo cual se demuestra por la presencia de especies introducidas como el coco.*
11	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda	*De acuerdo a los trabajos topográficos, estudio*

No.	CRITERIOS GENERALES	VINCULACIÓN
	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.	*hidrológico, de calidad de agua, así como los muestreos de flora y fauna realizados dentro del polígono, no fueron encontradas* cenotes, *poljes, uvalas, cuevas, grutas, humedales costeros que tuvieran que delimitarse para su conservación. Sin embargo, el proyecto contempla la implementación de medidas de mitigación necesarias para minimizar el impacto por las actividades a realizar en un ambiente costero.*
12	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.	*El proyecto no pretende extraer agua salobre. En caso de requerir el uso de pozos se realizarán los tramites con la autoridad correspondiente, para lo cual previamente al uso se realizaran análisis de calidad de agua, así como también se tomaran las medidas necesarias para evitar la afectación de los ecosistemas y acuíferos de la zona.*
13	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.	*El proyecto pretende cumplir con este criterio a través del establecimiento de una red de alcantarillado que dirija las aguas residuales hacia un sistema de tratamiento de aguas residuales; por lo en la etapa de operación se contará con sistema individual para tratamiento de aguas residuales residenciales (SITAR) DLD14 que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados, permitirá tratar estas aguas, las cuales serán enviadas a un registro clorador el cual le dará un tratamiento terciario para que posteriormente dichas aguas puedan ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.* *Esto con el fin de cumplir con los parámetros de descarga estipulados dentro de la NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.* *Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se utilizarán sanitarios portátiles, la empresa contratante será la responsable del*

No.	CRITERIOS GENERALES	VINCULACIÓN
		mantenimiento y la disposición de las aguas residuales.
14	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.	*De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo por Inundación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y al Grado de riesgo por inundaciones por municipio de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la zona donde se ubica el polígono del proyecto es considerada como una zona Baja-Media a los riesgos por inundación, esto debido principalmente a que la península de Yucatán se encuentra en una zona propensa a la afectación por fenómenos hidrometeorológicos como lo son los ciclones tropicales y huracanes.* *De acuerdo a lo anterior el proyecto. En este contexto, la planeación y diseño del conjunto habitacional contempla la incorporación de medidas constructivas y operativas orientadas a disminuir la vulnerabilidad ambiental y estructural, en congruencia con los criterios de los atlas de riesgos municipales y estatales.* *Es por esto que el proyecto tomara siguientes medidas para dar cumplimientos al presente criterio:* *a) Ubicar las obras y actividades en las zonas de menores niveles de exposición.* *El proyecto distribuirá las áreas de urbanización en las zonas de mayor estabilidad topográfica dentro del predio, evitando aquellas con mayor susceptibilidad a encharcamientos e inundaciones. La infraestructura se construirá de forma elevada y estables, reduciendo la exposición directa ante fenómenos hidrometeorológicos extremos.* *b) Minimizar la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometeorológicos extremos.* *Se mantendrás áreas de conservarán con*

No.	CRITERIOS GENERALES	VINCULACIÓN
		vegetación nativa así como áreas verdes, las cuales servirán como barreras naturales frente a vientos. Estas áreas también funcionarán como corredores de conectividad ecológica, disminuyendo la fragmentación del hábitat y manteniendo la resiliencia ambiental del predio y su entorno. *c) Preservar la cobertura vegetal natural y la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos.* *El proyecto mantendrá superficies destinadas a áreas verdes permeables, así como también las obras serán construidas de forma piloteada, evitando la impermeabilización total del terreno. Esto permitirá conservar parte de la vegetación, además de favorecer la infiltración de agua pluvial, reduciendo la escorrentía superficial y previniendo procesos de inundación.* *d) Adaptar los caminos a la topografía del terreno.* *El camino interno fue diseñado de acuerdo con la topografía natural del predio, evitando su sellamiento, cortes y movimientos de tierra que puedan generar erosión o inestabilidad. Esta estrategia permitirá mantener la dinámica natural del flujo pluvial y disminuir los impactos negativos asociados a la modificación del relieve.* *e) Utilizar diseños y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, así como la infiltración al subsuelo.* *Se prevé la construcción de forma piloteada lo que permitirá la conducción eficiente del agua, al mismo tiempo que favorezcan su infiltración al subsuelo. En áreas estratégicas como el estacionamiento, se utilizarán superficies semipermeables, evitando obstrucciones al flujo natural de agua y sedimentos.* *f) Disminuir posibles afectaciones a las estructuras*

No.	CRITERIOS GENERALES	VINCULACIÓN
		de cavernas y formaciones geológicas. *Previo a la construcción, se realizarán estudios geotécnicos y de mecánica de suelos para identificar la presencia de estructuras kársticas o cavernas. En caso de detectarse, se implementarán medidas de protección, como el rediseño de cimentaciones o el aislamiento de dichas zonas, con el fin de preservar la estabilidad geológica y disminuir riesgos estructurales.* *j) Implementar diseños y estructuras constructivas que disminuyan la vulnerabilidad.* *Las edificaciones y la infraestructura serán diseñadas conforme a la normativa de construcción vigente en zonas expuestas a huracanes, contemplando cimentaciones reforzadas, materiales resistentes a vientos de alta intensidad y sistemas de desalojo pluvial de gran capacidad. Estas especificaciones constructivas garantizarán la resiliencia del conjunto habitacional ante fenómenos hidrometeorológicos extremos y los efectos asociados al cambio climático.*
15	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.	*El proyecto implementará las medidas necesarias para que el acuífero se siga recuperando, tales como la implementación de construcciones piloteadas, así como también el proyecto promoverá la conservación de ecosistemas y su biodiversidad a través de la permanencia de áreas verdes (77.67 m^2) y de áreas de conservación (423.55 m^2), las cuales mantendrán vegetación nativa; así mismo a través del proyecto se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Especies Forestales (**Anexo 6**) por lo que se seguirán prestando una serie de servicios ambientales de importancia para la región.*

Tabla III.9. Vinculación con los criterios de regulación ecológica específicas para el uso de suelo de ASENTAMIENTO HUMANOS.

No.	CRITERIOS	VINCULACIÓN
1	Se supeditará la aprobación de proyectos de construcción y operación de desarrollos	*El proyecto que se solicita se ubica en una zona donde se observan desarrollos inmobiliarios*

No.	CRITERIOS	VINCULACIÓN
	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.	*similares, por lo que el área que actualmente cuenta con diversos servicios, por lo cual se puede decir que el proyecto se pretende construir de manera ordenada, lo cual minimiza la fragmentación del hábitat al realizarse en una zona que cuenta con diversas zonas urbanizadas.*  *Por último, es importante mencionar que el proyecto proveerá de los servicios necesarios para que el desarrollo opere adecuadamente, para lo cual esta contara con servicio de colecta de residuos sólidos, sistema de tratamiento de aguas residuales.*
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 trata de un proyecto de planta desalinizadora, más bien trata sobre la construcción de un desarrollo inmobiliario.*
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, reúso 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 contará con instalaciones que ahorran agua y hacen un uso eficiente del recurso. Por lo que para el caso de los sanitarios se contara con un sistema dual para WC, que permite el ahorro de agua por medio de un sistema que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos. Entre las ventajas de esta tecnología se encuentran la no corrosión, no fugas, una válvula de descarga y una válvula de llenado. Regaderas y llaves ahorradoras de agua (monomandos). Este sistema permitirá el ahorro de agua. Por otra parte, las aguas residuales generadas podrán ser utilizadas para el*

No.	CRITERIOS	VINCULACIÓN
		riego de 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 se ubica cercano al área urbanizada de la localidad de Chuburná Puerto, los humedales o marismas naturales, así como las comunidades de manglares se encuentran a aproximadamente 430 metros, por lo que estos no se verán afectados por las obras del proyecto.* 
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 presente criterio no le aplica a nuestro proyecto. Esto se debe a que el sitio propuesto para el desarrollo se ubica aproximadamente 200 metros de la línea de costa más cercana, por lo que* no colinda ni se encuentra dentro de zonas con presencia de dunas costeras *primarias. En consecuencia,* no se interfiere con la integridad funcional del sistema playa-duna ni con su dinámica natural. *Asimismo,* no se contempla la ejecución de obras temporales o permanentes en zonas de dunas*, cumpliendo así con el principio de preservación de estos ecosistemas frágiles.*
7	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.	*El presente criterio no le aplica a nuestro proyecto. Esto se debe a que el sitio propuesto para el desarrollo se ubica aproximadamente a* 200 metros *tierra adentro desde la línea de costa más cercana, por lo que no colinda ni se encuentra dentro de zonas con playa.*

No.	CRITERIOS	VINCULACIÓN
	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.	
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. 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	*El presente criterio no le aplica a nuestro proyecto. Esto se debe a que el sitio propuesto para el desarrollo se ubica aproximadamente a 200 metros de la línea de costa más cercana, por lo que no colinda ni se encuentra dentro de zonas con playa con potencial de anidación de tortugas marinas.*

No.	CRITERIOS	VINCULACIÓN
	realizarlo el personal que acredite estar capacitado.	
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.	*El sitio propuesto para el desarrollo se ubica aproximadamente a 200 metros de la línea de costa más cercana, donde de acuerdo a los muestreos realizados se observa vegetación modificada en años anteriores donde se cuenta con especies como coco (Cocos nucifera), por lo que no colinda ni se encuentra dentro de zonas con presencia de dunas costeras primarias en buen estado de conservación.*
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.	*El presente criterio no le aplica a nuestro proyecto. Esto se debe a que el sitio propuesto para el desarrollo se ubica aproximadamente a 200 metros de la línea de costa más cercana, además de que el proyecto no trata de un proyecto de dragado.*
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.	*El proyecto estará conectado al suministro de energía de la CFE.* *Sin embargo, el proyecto contempla la implementación de principios de diseño bioclimático, considerando la orientación de las edificaciones para el máximo aprovechamiento de la luz natural y la ventilación cruzada, reduciendo así la dependencia de iluminación artificial y sistemas mecánicos de climatización. Adicionalmente, se proyecta el uso de materiales térmicamente eficientes y elementos de sombreado (como aleros, vegetación y celosías) que contribuirán a mejorar el confort térmico pasivo.* *En cuanto a la eficiencia energética, el proyecto contempla la instalación de luminarias tipo LED, así como la selección de electrodomésticos y equipos de climatización con clasificación energética eficiente (tipo A o superior), con el fin de reducir el consumo eléctrico durante la operación del desarrollo.* *Asimismo, en la medida de lo posible de acuerdo a los montos de inversión se propondrá un programa de generación de energías limpias, el cual incluye la instalación de paneles solares fotovoltaicos con capacidad suficiente para cubrir, al menos, el 10% del consumo energético estimado del proyecto en*

No.	CRITERIOS	VINCULACIÓN
		las áreas de uso común, en cumplimiento con las disposiciones normativas aplicables. Esta medida contribuirá a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y al impulso del uso de fuentes renovables. Esto deberá ser valorado por los inversionistas, para su previa autorización. *Con estas acciones, el proyecto da cumplimiento al criterio mencionado y se alinea con los objetivos de sostenibilidad energética y adaptación al cambio climático*
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.	*El presente criterio no le aplica a nuestro proyecto. Esto se debe a que el sitio propuesto para el desarrollo se ubica aproximadamente a 200 metros de la línea de costa más cercana, por lo cual no interferirá en las entradas y pasos libres para que la población tenga acceso a las playas y la zona federal marítimo terrestre.*
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.	*De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo por Inundación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y al Grado de riesgo por inundaciones por municipio de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la zona donde se ubica el polígono del proyecto es considerada como una zona Baja-Media a los riesgos por inundación, esto debido principalmente a que la península de Yucatán se encuentra en una zona propensa a la afectación por fenómenos hidrometeorológicos como lo son los ciclones tropicales y huracanes. Es por esto que el proyecto tomara las medidas necesarias para que las construcciones sean realizadas con las mejores técnicas y materiales resistentes, así como considerando los niveles de construcción propuestos en el Estudio Hidrológico (Anexo 10) para cual emergencia climática.*

Vinculación:

*El predio donde se pretende realizar el proyecto se encuentra dentro de la **UGA027-APROV-CHI**, con una política de Aprovechamiento Sustentable; donde de acuerdo a los usos de suelos en esta UGA, la actividad de este proyecto relacionada con la Construcción de Departamentos está considerada como un proyecto COMPATIBLE, por lo que la ejecución del proyecto no se contrapone con los usos del POETY.*

El proyecto se desarrollará dando cumplimiento a los criterios ecológicos aplicables a la UGA en cuestión y aplicando medidas preventivas, de mitigación y compensatorias, con las cuales se garantizará la regeneración del sitio, la permanencia de las especies de flora y fauna presentes, el equilibrio de los ecosistemas y la funcionalidad del paisaje. Bajo este contexto y los argumentos expuestos en cada uno de los criterios aplicables, podemos concluir que el proyecto es congruente con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Yucatán (POETY). Sin embargo, respecto al ordenamiento de la zona costera, existe un instrumento regulatorio específico, por lo que se presenta la vinculación al mismo en el siguiente apartado del POETY.

III.1.4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO COSTERO DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETCY)

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán se elaboró bajo una aproximación interdisciplinaria y rigurosa basada en el conocimiento de los ambientes naturales, sociales y económicos marino-costeros, toda vez que el papel principal en la elaboración de este ordenamiento fue asumido por la comunidad científica del Estado, lo que garantizó un análisis profundo de las problemáticas imperantes en la región costera.

Durante el análisis realizado, se determinó que el proyecto se ubica en la zona costera central del Estado de Yucatán, frente al Golfo de México, la cual se encuentra regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del estado de Yucatán, publicado en el Diario Oficial del Estado de Yucatán el 20 de marzo de 2014, modificado el 14 de Octubre de 2015 mediante el **DECRETO 307/2015**, como instrumento de política ambiental, específicamente en las Unidades de Gestión ambiental con clave **PRO17-SEL** con política **C3**, es decir que se encuentra en el paisaje denominado selva (SEL) con política de Conservación con aprovechamiento de muy baja intensidad.

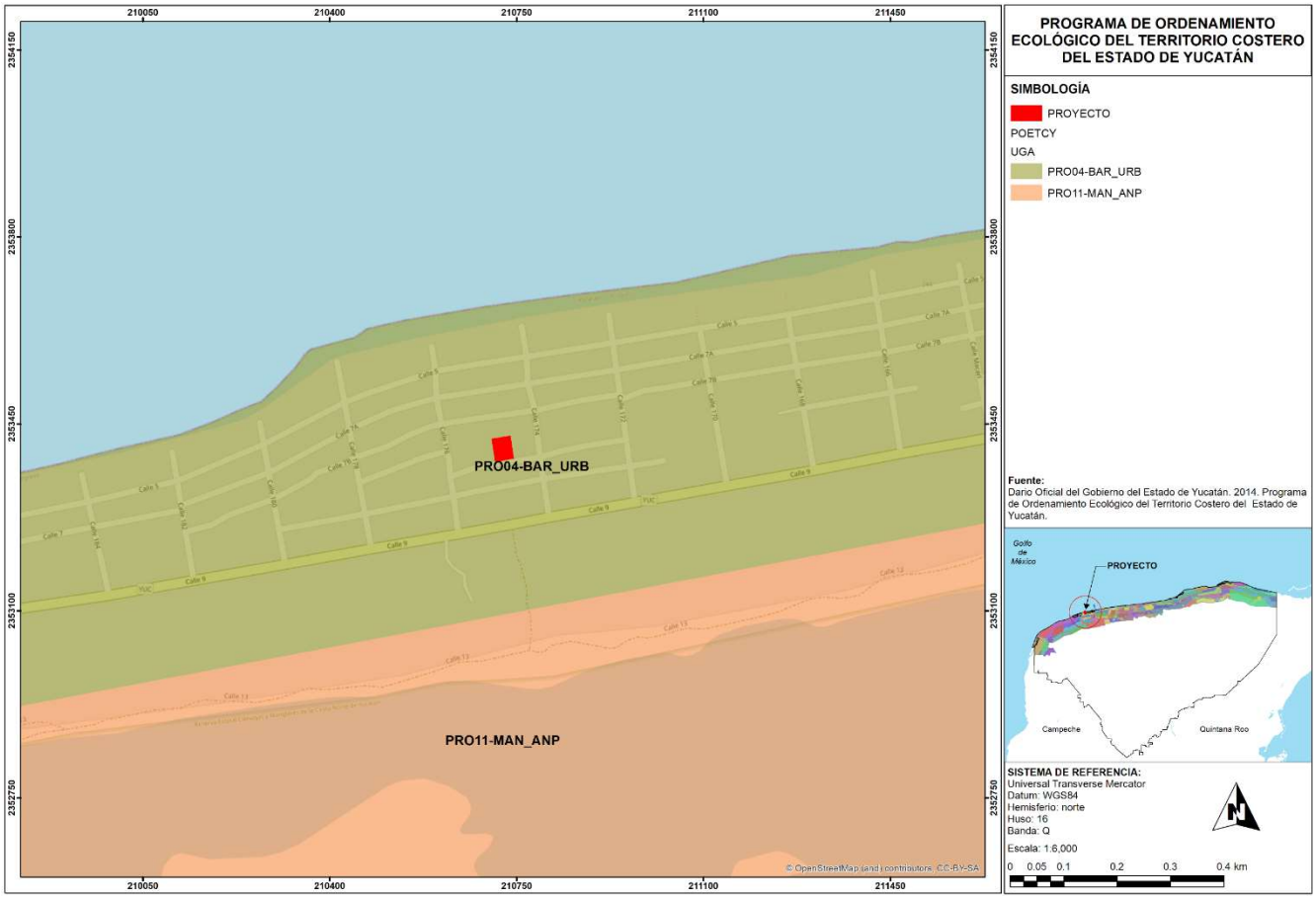


Figura III. 4. Ubicación del proyecto dentro de la UGA del POETCY.

Las características de la UGA se describen a continuación:

Tabla III.10. Usos y criterios de regulación aplicables a la UGA PRO04-BAR_URB.

CLAVE	POLÍTICA	ACTUALES	COMPATIBLES	NO COMPATIBLES	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
PRO04-BAR	URB	NO COMPETE A ESTE ORDENAMIENTO			

Vinculación: *De acuerdo con lo establecido en la UGA del POETCY, no existen criterios o regulaciones que hagan incompatible el desarrollo del proyecto, ya que esta UGA es regulada por el programa de desarrollo urbano del municipio.*

III.2 LOS PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES Y MUNICIPALES

III.2.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2024-2030

El Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030 es el instrumento rector de la planeación democrática del desarrollo nacional en México, y establece la visión estratégica del Gobierno de la República para el sexenio correspondiente. Su objetivo central es consolidar un modelo de desarrollo basado en el bienestar integral de la población, la equidad social, la sustentabilidad ambiental, la democracia participativa y la soberanía nacional. El documento parte de un diagnóstico profundo sobre las condiciones sociales, económicas, territoriales y ecológicas del país, proponiendo una transformación estructural que favorezca la justicia, la inclusión y el equilibrio entre crecimiento económico y protección del medio ambiente.

Este Plan se organiza en torno a cuatro ejes generales:

1. Gobernanza con justicia y participación ciudadana,
2. Desarrollo con bienestar y humanismo,
3. Economía moral y trabajo, y
4. Desarrollo sustentable y soberanía ambiental.

A ellos se suman tres ejes transversales: la igualdad sustantiva, la innovación pública para el desarrollo tecnológico, y la garantía de derechos de pueblos indígenas y comunidades afromexicanas. Estos lineamientos reflejan una apuesta clara por un desarrollo más justo, resiliente y sostenible, que reconozca la diversidad territorial, la urgencia climática y la centralidad de los derechos humanos en la gestión pública.

El Plan constituye también una herramienta de coordinación interinstitucional y territorial, articulando políticas públicas, programas sectoriales y acciones estratégicas bajo una lógica de planeación integral, transparencia y rendición de cuentas. Asimismo, propone mecanismos de seguimiento basados en indicadores verificables para evaluar avances en rubros clave como pobreza, empleo, salud, medio ambiente, igualdad y calidad democrática.

En suma, el Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030 representa un compromiso de Estado con una transformación profunda del país, sustentada en principios éticos, científicos y democráticos, orientada a garantizar el bienestar presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras.

A continuación, se vincula los ejes a los que nuestro proyecto se apega.

Eje 2: Desarrollo con bienestar y humanismo

Vinculación: *El proyecto, se alinea directamente con los objetivos del Eje 2, al priorizar la creación de espacios habitacionales que respondan a criterios de dignidad, seguridad, accesibilidad y funcionalidad. Esta iniciativa busca atender la creciente demanda de vivienda en la región costera norte del estado, mediante una planificación que garantice el acceso equitativo a servicios básicos, infraestructura adecuada y conectividad con centros urbanos, educativos, comerciales y de salud.*

La propuesta promueve un modelo de ocupación del territorio ordenado, compatible con la vocación ambiental y social de la zona, integrando elementos de diseño urbano incluyente, áreas verdes, equipamiento comunitario y movilidad sostenible. Asimismo, busca reforzar la cohesión social y la calidad de vida mediante espacios públicos seguros y accesibles que favorezcan la convivencia y la integración de diversos grupos sociales, incluyendo personas en situación de vulnerabilidad.

En el contexto del municipio de Progreso, un área con alto potencial turístico y estratégico para el desarrollo regional, el proyecto representa una oportunidad para consolidar un crecimiento urbano armónico que combine el dinamismo económico con una visión humanista y socialmente responsable. A través de esta intervención, se contribuye al objetivo nacional de construir comunidades resilientes, equitativas y sustentables, donde el bienestar de las personas esté en el centro del diseño territorial.

Eje 4: Desarrollo sustentable y soberanía ambiental

Vinculación: *El proyecto se encuentra en una región costera con alta sensibilidad ambiental, por lo que su diseño y ejecución se han alineado cuidadosamente con los principios establecidos en el Eje 4. Ya que este establece la necesidad de garantizar el equilibrio entre el aprovechamiento del territorio y la conservación de los ecosistemas, promoviendo un modelo de desarrollo que reconozca los límites ecológicos y fomente la restauración ambiental.*

En ese sentido, el proyecto considera la vocación ecológica de la zona mediante estrategias que reducen la fragmentación de hábitats, mediante la permanencia de áreas de conservación, la integración de áreas verdes, el control del uso del agua, y medidas de prevención de impactos sobre la vegetación costera y cuerpos de agua adyacentes. Asimismo, incorpora criterios de eficiencia energética, gestión sostenible de residuos y control de emisiones, buscando minimizar su huella ambiental durante las etapas de construcción y operación.

La propuesta también reconoce el valor estratégico del litoral yucateco en términos de resiliencia frente al cambio climático, incorporando medidas de adaptación basadas en soluciones naturales, como corredores verdes (áreas de conservación y áreas verdes), drenaje pluvial pasivo, para protegerse de fenómenos hidrometeorológicos. Este enfoque es coherente con la visión del Plan Nacional, que impulsa la soberanía ambiental a través del respeto por los bienes comunes, la corresponsabilidad entre actores sociales y la planificación territorial con enfoque preventivo.

Con ello, el proyecto contribuye activamente a la transición hacia un modelo de urbanización sustentable, que prioriza la protección del entorno natural, la calidad del hábitat humano y la sostenibilidad a largo plazo, en plena concordancia con los objetivos del desarrollo nacional.

Eje transversal 1: Igualdad sustantiva y derecho a la ciudad para mujeres y grupos vulnerables.

Vinculación: *El proyecto, incorpora de forma prioritaria los principios del Eje Transversal 1, con el objetivo de garantizar un entorno inclusivo, accesible y justo para toda la población, sin distinción de género, edad, condición física o situación socioeconómica. Este eje, establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030, reconoce que el espacio urbano debe diseñarse y gestionarse bajo una lógica de equidad, con especial atención a las mujeres, niñas, niños, personas mayores, personas con discapacidad y comunidades en situación de marginación.*

El proyecto busca eliminar barreras físicas, sociales y económicas que históricamente han limitado el acceso de ciertos grupos a una vivienda digna y a servicios urbanos de calidad. Para ello, se integran medidas concretas como infraestructura con accesibilidad universal, diseño seguro con perspectiva de género (iluminación, espacios públicos abiertos y visibilidad), proximidad a servicios de salud y educación, y conectividad eficiente.

Además, el proceso de diseño urbano contempla principios de planeación participativa, promoviendo la inclusión de mujeres y grupos vulnerables en la toma de decisiones relacionadas con el uso del suelo, la organización comunitaria y las prioridades de inversión pública. Con ello, se avanza hacia la garantía del derecho a la ciudad, entendido como el acceso equitativo a los beneficios del desarrollo urbano, incluyendo seguridad, movilidad, servicios, recreación y oportunidades económicas.

En suma, el proyecto contribuye activamente a cerrar brechas de desigualdad estructural y a fortalecer la cohesión social, en plena concordancia con los lineamientos del Plan Nacional, fomentando un entorno urbano más justo, accesible y respetuoso de la diversidad humana.

Eje transversal 2: Innovación para el desarrollo tecnológico: uso de tecnologías limpias y eficientes.

Vinculación: *El proyecto, incorpora de manera integral los lineamientos del Eje Transversal 2, priorizando el uso de tecnologías limpias, eficientes y sostenibles a lo largo de todas sus etapas, desde la planeación hasta la operación.*

En consonancia con este eje, el diseño arquitectónico y urbanístico incorpora sistemas avanzados de eficiencia energética, tales como iluminación LED, aprovechamiento de energías renovables (paneles solares), y sistemas inteligentes de gestión del consumo eléctrico y de agua. Además, se promueve la implementación de materiales sustentables y técnicas constructivas innovadoras que reducen la huella ambiental, mejoran la durabilidad y optimizan el uso de recursos.

Durante la fase operativa, el desarrollo prevé la integración de tecnologías digitales para la gestión eficiente de servicios públicos, control de residuos y mantenimiento preventivo, favoreciendo así la sustentabilidad y la calidad de vida de los residentes. También se contempla la creación de espacios para la conectividad digital que permitan el acceso a tecnologías de la información y comunicación, fortaleciendo la inclusión digital y facilitando el teletrabajo y la educación a distancia.

Esta apuesta por la innovación tecnológica no solo contribuye a minimizar impactos ambientales y operativos, sino que también fomenta un desarrollo urbano inteligente, resiliente y adaptado a los retos contemporáneos, en estricto apego a las metas nacionales de sostenibilidad y competitividad.

De este modo, el proyecto inmobiliario en Progreso se posiciona como una iniciativa vanguardista que aporta valor agregado mediante la incorporación de tecnologías limpias y eficientes, alineándose con los objetivos estratégicos del Plan Nacional de Desarrollo y fortaleciendo el desarrollo regional sustentable.

Eje transversal 3: Derechos de pueblos indígenas y comunidades locales, si el desarrollo afecta o colinda con sus territorios.

Vinculación: *El proyecto, se compromete a respetar y proteger los derechos de los pueblos indígenas y comunidades locales en concordancia con el Eje Transversal 3. Este eje enfatiza la importancia de garantizar la consulta previa, libre e informada, así como la participación efectiva de estas comunidades en todas las etapas de planeación y ejecución de proyectos que puedan afectar sus territorios o modos de vida.*

En caso de que el desarrollo inmobiliario colinde o impacte directa o indirectamente territorios indígenas o comunitarios en la región, se implementarán mecanismos para establecer un diálogo respetuoso y transparente con los representantes de dichas comunidades. Se buscará integrar sus perspectivas, saberes ancestrales y necesidades específicas en la toma de decisiones, promoviendo soluciones que fortalezcan la protección del patrimonio cultural y ambiental, y que generen beneficios compartidos.

El proyecto adopta una perspectiva intercultural y de respeto a la autodeterminación, reconociendo la diversidad cultural como un componente esencial del desarrollo sostenible y la justicia social. Además, se prevé la incorporación de acciones orientadas a fortalecer capacidades locales, la conservación del entorno natural y la promoción de la equidad territorial.

Así, esta iniciativa se enmarca dentro de un enfoque de desarrollo inclusivo y respetuoso, que busca conciliar la modernización urbana con la preservación de los derechos y tradiciones de los pueblos originarios y comunidades locales, en plena consonancia con los principios y compromisos del Plan Nacional de Desarrollo.

III.2.2. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO RENACIMIENTO MAYA DE YUCATÁN (2024-2030)

El Plan Estatal de Desarrollo Renacimiento Maya 2024–2030 constituye el eje rector de la planeación pública en el estado de Yucatán, y refleja una visión transformadora orientada a recuperar el equilibrio social, ambiental, cultural y económico del territorio, con base en los principios de justicia, inclusión, sostenibilidad y participación ciudadana. Fruto de un amplio proceso de consulta popular y diálogo con los 106 municipios de la entidad, este instrumento articula una estrategia estatal integral que pone en el centro de la gestión pública el bienestar de las personas, el respeto a la identidad maya, el rescate del campo, la protección del medio ambiente y el desarrollo con equidad territorial.

El Plan se estructura en torno a siete directrices estratégicas, entre las que destacan el fortalecimiento de un gobierno honesto y humanista, el impulso a una infraestructura orientada al desarrollo ordenado y sostenible, el acceso universal a servicios de salud, educación, cultura y deporte, el fomento de una economía con prosperidad compartida, y la revalorización del Pueblo Maya como raíz y razón de ser del Yucatán contemporáneo. Estos ejes se desarrollan a través de más de 1,400 líneas de acción, que buscan atender de manera estructural las desigualdades históricas, la marginación rural, la crisis ambiental y el déficit de infraestructura que afecta a numerosas comunidades del estado.

Alineado con el Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, el Plan Renacimiento Maya adopta un enfoque transversal que promueve la igualdad sustantiva, la interculturalidad, la innovación tecnológica, la corresponsabilidad social y la sustentabilidad como pilares para el nuevo modelo de desarrollo en Yucatán. En ese sentido, los proyectos de inversión pública y privada que se formulen dentro del territorio estatal deben observar criterios de sostenibilidad ambiental, inclusión social, respeto a los pueblos indígenas, y apego al ordenamiento ecológico y urbano.

Bajo este marco, el presente proyecto se formula con pleno apego a los principios del Plan Estatal, con el objetivo de contribuir de manera directa a la construcción de un Yucatán más justo, resiliente, sustentable y con oportunidades equitativas para todas y todos.

Directriz 2: Bienestar social para la salud de todas y todos.

Vinculación: *El proyecto de desarrollo inmobiliario propuesto en el municipio de Progreso, Yucatán, se vincula directamente con los objetivos de la Directriz 2: Bienestar social para la salud de todas y todos, al promover un entorno urbano planificado que favorece la calidad de vida, el acceso equitativo a servicios básicos, y la creación de espacios saludables, seguros y funcionales para toda la población.*

Esta directriz del Plan Estatal de Desarrollo Renacimiento Maya 2024–2030 prioriza la ampliación del acceso a servicios de salud, agua potable, saneamiento, energía, movilidad y vivienda digna como condiciones esenciales para el bienestar integral. En concordancia con ello, el desarrollo inmobiliario contempla el diseño y la construcción de unidades habitacionales seguras y adecuadas, con infraestructura que cumple con criterios de habitabilidad, ventilación natural, accesibilidad universal y resiliencia climática, garantizando condiciones óptimas para la salud física y mental de las personas.

Además, el proyecto incorpora áreas verdes, espacios recreativos y andadores peatonales que promueven estilos de vida activos, la interacción comunitaria y el contacto con la naturaleza, elementos clave para la salud emocional y el fortalecimiento del tejido social. De igual manera, se considera la cercanía o conectividad con centros de atención médica, escuelas y transporte público, facilitando el acceso a servicios esenciales para la población residente.

El desarrollo también atiende las necesidades de grupos en situación de vulnerabilidad —como personas mayores, mujeres, personas con discapacidad o familias de bajos ingresos— a través del diseño de espacios incluyentes y mecanismos para asegurar la equidad en el acceso a los beneficios del proyecto. Esta perspectiva de bienestar social compartido responde directamente a las líneas de acción de esta directriz, que promueven una política pública con enfoque de derechos humanos, equidad territorial y salud comunitaria.

En conjunto, este proyecto inmobiliario representa una contribución concreta a la meta estatal de construir comunidades saludables, seguras y cohesionadas, reforzando el derecho al bienestar y la dignidad de todas las personas, como lo establece el Plan Estatal Renacimiento Maya 2024–2030.

Directriz 4: Economía con prosperidad compartida y rescate del campo.

Vinculación: *El proyecto de desarrollo inmobiliario planteado en el municipio de Progreso, Yucatán, se vincula estratégicamente con los objetivos de la Directriz 4: Economía con prosperidad compartida y rescate del campo, al promover un modelo de inversión territorial que genera derrama económica regional, fomenta el empleo local y dinamiza sectores clave como la construcción, el comercio y los servicios turísticos en el litoral norte del estado.*

Esta directriz busca impulsar una economía incluyente y solidaria, que distribuya los beneficios del desarrollo entre las comunidades, disminuya las brechas territoriales y fortalezca las capacidades productivas locales. En este contexto, el proyecto inmobiliario contribuye a diversificar la base económica del municipio de Progreso al integrarse a una zona estratégica con alta vocación turística y portuaria, fortaleciendo así el ecosistema económico regional sin desplazar ni sustituir las actividades tradicionales como la pesca y el comercio costero.

Durante su fase constructiva, el proyecto contempla la contratación preferente de mano de obra local, lo que contribuye directamente a la generación de ingresos familiares y a la transferencia de conocimientos técnicos en oficios vinculados a la edificación, instalación de sistemas ecológicos, jardinería y servicios asociados. Además, la operación del desarrollo fomentará la creación de nuevos negocios y servicios que beneficiarán tanto a residentes como a habitantes del municipio, promoviendo encadenamientos productivos con proveedores locales de materiales, alimentos, transporte y mantenimiento.

Asimismo, se prevé que la consolidación de este desarrollo impulse la plusvalía ordenada del entorno y potencie la atracción de inversión complementaria bajo una lógica de desarrollo regional equilibrado, en concordancia con los principios del Plan Renacimiento Maya, que privilegia el arraigo comunitario, el desarrollo con enfoque territorial y la sostenibilidad económica a largo plazo.

En este marco, el proyecto inmobiliario representa una contribución concreta al objetivo estatal de construir una economía con prosperidad compartida, fortaleciendo el desarrollo regional con responsabilidad social y ambiental, y consolidando a Progreso como un polo de crecimiento armónico dentro de la región costera de Yucatán.

Directriz 5: Infraestructura para un desarrollo territorial ordenado y sostenible.

Vinculación: *El desarrollo inmobiliario propuesto en el municipio de Progreso, Yucatán, se alinea plenamente con los objetivos y líneas de acción de la Directriz 5: Infraestructura para un desarrollo territorial ordenado y sostenible del Plan Estatal de Desarrollo Renacimiento Maya 2024–2030, al proponer una ocupación del territorio estructurada, compatible con la vocación ecológica del litoral norte, y sustentada en principios de sostenibilidad, conectividad y resiliencia.*

Esta directriz impulsa la construcción de ciudades y comunidades planificadas, compactas y funcionales, con énfasis en el ordenamiento territorial, la provisión equitativa de servicios, y el uso eficiente del suelo. En este sentido, el proyecto contribuye a evitar la dispersión urbana y la informalidad al ubicarse dentro de una zona con vocación turística y urbana definida, con acceso a infraestructura existente y articulación con los instrumentos de planeación vigentes (como el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Progreso).

Además, el proyecto considera criterios de infraestructura sostenible, integrando elementos como sistemas de captación pluvial, tecnologías de eficiencia energética, gestión adecuada de residuos, y diseño arquitectónico que respeta la topografía y vegetación nativa del área. Estos elementos responden directamente a la meta estatal de promover edificaciones sustentables, resilientes al cambio climático y compatibles con el entorno natural.

El desarrollo también contempla una estructura vial que prioriza la movilidad segura y multimodal, así como la accesibilidad universal en el diseño de espacios habitacionales y recreativos, en congruencia con la línea de acción que promueve "la infraestructura como medio para garantizar el derecho a la ciudad y a un hábitat digno".

En resumen, el proyecto inmobiliario no sólo representa una inversión en vivienda, sino una contribución concreta a la visión estatal de crecimiento urbano ordenado y con justicia territorial, en apego a los objetivos del Renacimiento Maya 2024–2030, fortaleciendo la sostenibilidad y la equidad en el desarrollo regional de Yucatán.

Directriz 7: Pueblo Maya: raíz y razón de ser.

Vinculación: *El proyecto de desarrollo inmobiliario ubicado en el municipio de Progreso, Yucatán, se articula con los principios de la Directriz 7: Pueblo Maya: raíz y razón de ser del Plan Estatal de Desarrollo Renacimiento Maya 2024–2030, al reconocer la identidad cultural, la memoria histórica y los derechos colectivos del pueblo maya como elementos centrales para el desarrollo sostenible y justo del territorio.*

Progreso, al igual que gran parte del estado, forma parte de un espacio ancestralmente habitado por comunidades mayas, cuyo legado cultural y territorial permanece vigente tanto en la lengua, como en las formas de organización social, los saberes tradicionales y la relación con la naturaleza. En este contexto, el proyecto reconoce la necesidad de establecer una relación respetuosa, incluyente y colaborativa con las comunidades locales que se identifiquen como parte del pueblo maya, en apego al principio de consulta libre, previa e informada, así como a los marcos normativos nacionales e internacionales en materia de derechos indígenas.

La propuesta inmobiliaria integra medidas para asegurar que el desarrollo territorial no implique desplazamiento, fragmentación cultural ni afectaciones a bienes comunes o patrimonio biocultural. Por el contrario, se promueve la valorización de los saberes mayas en aspectos como el manejo del paisaje, el uso de especies nativas, la orientación arquitectónica, y la convivencia comunitaria armónica con el entorno costero.

Además, el proyecto contempla, en caso de identificar población indígena en el área de influencia, mecanismos de participación efectiva que permitan su inclusión en la toma de decisiones sobre aspectos del desarrollo urbano, infraestructura y diseño de espacios públicos, garantizando el respeto a su cosmovisión y el fortalecimiento del tejido social.

Con ello, esta iniciativa se vincula directamente con los objetivos de la Directriz 7, al asumir una visión de desarrollo que no fragmenta ni invisibiliza la presencia maya, sino que reconoce su valor como pilar cultural, social y territorial del estado de Yucatán, contribuyendo al Renacimiento Maya desde una perspectiva intercultural, ética y sustentable.

III.2.3. PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE PROGRESO (2024)

El municipio de Progreso representa un punto estratégico en la planeación del desarrollo urbano a nivel regional en Yucatán. Por lo tanto, el presente instrumento tiene como objetivo orientar el desarrollo del municipio en términos de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, priorizando el bienestar de la población y el equilibrio ambiental de este.

Los Programas Municipales de Desarrollo Urbano (PMDU) son instrumentos de política pública municipal fundamentales para la toma de decisiones y la gobernanza territorial. De acuerdo con la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU) y la Ley de

Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Yucatán (LAHOTDUEY), los gobiernos municipales tienen la atribución de formular, aprobar y administrar la zonificación y los planes de desarrollo urbano municipal. Esta atribución se alinea con los marcos internacionales, federales y estatales relacionados con la planeación urbana como estrategia para promover comunidades más accesibles, incluyentes, integradas, sostenibles, conectadas, resilientes y seguras, mediante la coordinación de actores gubernamentales en sus diferentes niveles y la ciudadanía en general. Se busca satisfacer las necesidades de los habitantes sin discriminación, violencia, exclusión social o segregación espacial, permitiendo que todas las personas sean escuchadas y tengan los mismos derechos y oportunidades en su entorno.

El área de aplicación del PMDU de Progreso corresponde a los límites convencionales utilizados por la administración municipal en materia de política pública.

De acuerdo a lo anterior se describe la zonificación donde recae el proyecto que en el presente documento se evalúa.

Zonificación primaria

La zonificación primaria es la visión a corto, mediano y largo plazo para el desarrollo urbano y el aprovechamiento del suelo con base en las características físico-ambientales, grado de vulnerabilidad, dinámicas sociales y económicas, y el escenario institucional de referencia.

La delimitación territorial de las áreas que integran el municipio; comprendido por el Área Urbanizada, el Área Urbanizable, el Área No urbanizable, las Reservas de Crecimiento, el Área Natural Protegida y la Red Vial Primaria, de conformidad con lo señalado en los Artículos 4, fracción LXXV, 177, 179, 180 y 181, de la LAHOTDUEY, como elementos mínimos establecidos por la legislación, así como otras categorías derivadas del resultado del análisis realizado, que permite identificar aprovechamientos predominantes, derechos adquiridos por autorizaciones municipales, autorizaciones del registro agrario nacional para la delimitación de parcelas, asentamientos humanos y su incorporación al desarrollo urbano, proyectos gubernamentales programados de interés público, así como la diferenciación de las superficies generales en función de las disposiciones contenidas en instrumentos de planeación territorial de orden superior y otros atributos territoriales diferenciadores.

De forma complementaria se reconocen las áreas artificializadas que por sus características no tienen la infraestructura mínima para su clasificación como áreas urbanizables, sin embargo, representan suelo impactado por actividades humanas de alto impacto territorial, que derivan en la conformación de amplias superficies con usos o instalaciones que condicionan la urbanización (bancos de materiales y parque eólico).

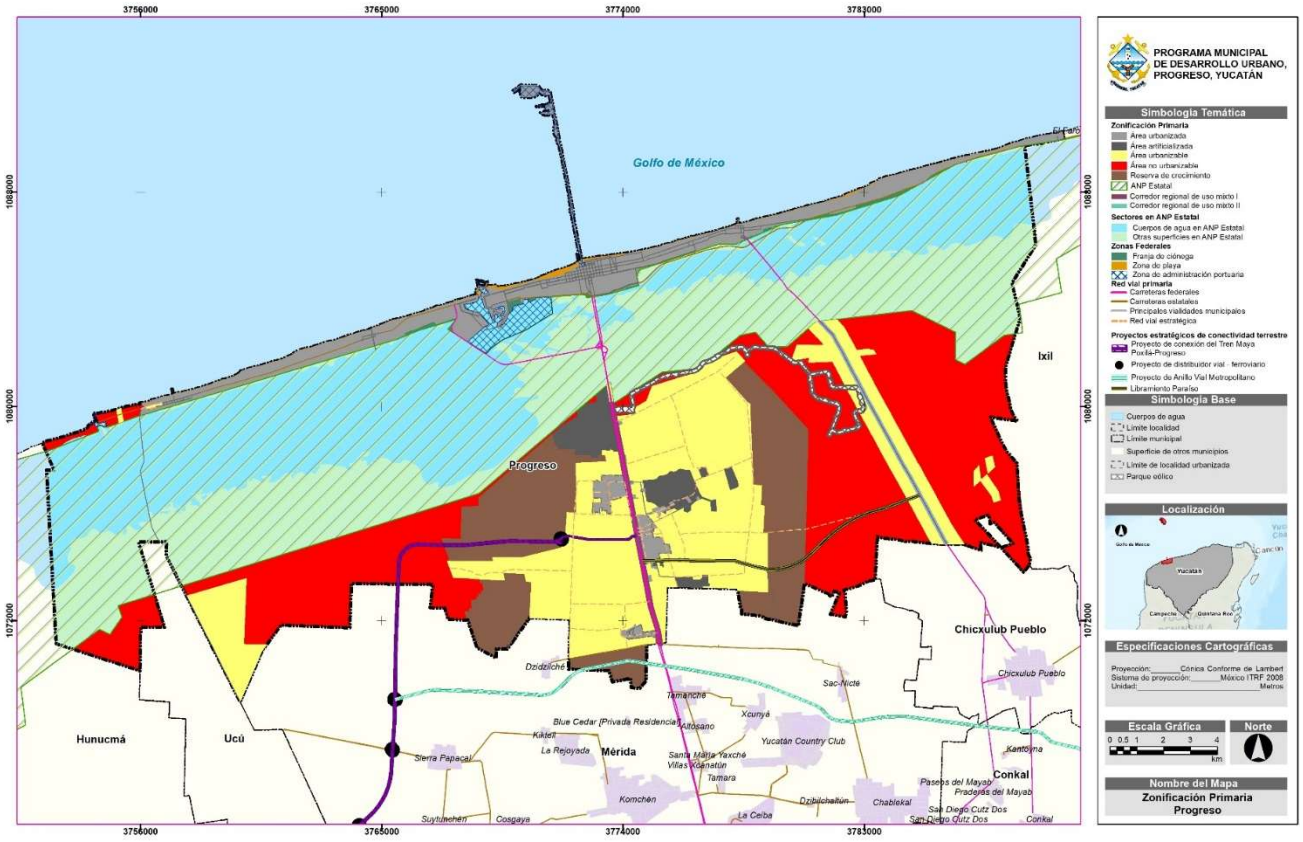


Figura XV.1. Zonificación primaria del PMDU de Progreso.

Asimismo, se reconocen las zonas federales con regulaciones ambientales y costeras específicas como la Zona de playa, la Franja de ciénegas (excluyendo la superficie considerada en la ANP estatal) y la Zona de administración portuaria

En el mapa anterior se establece la zonificación primaria con base a los elementos mínimos que indica la legislación, así como también se señalan los proyectos de movilidad regional y urbana importantes para el municipio, con el fin de considerar las previsiones necesarias para su implementación.

De acuerdo a lo anterior se puede decir que el proyecto se ubica en zona considerada como ÁREA URBANIZADA (AU) la cual de acuerdo al PMDU de Progreso es considerado como el territorio ocupado por los Asentamientos Humanos y contiene redes de infraestructura, equipamientos y servicios. En la siguiente figura se presente la ubicación del proyecto, respecto a la zonificación del PMDU de Progreso.

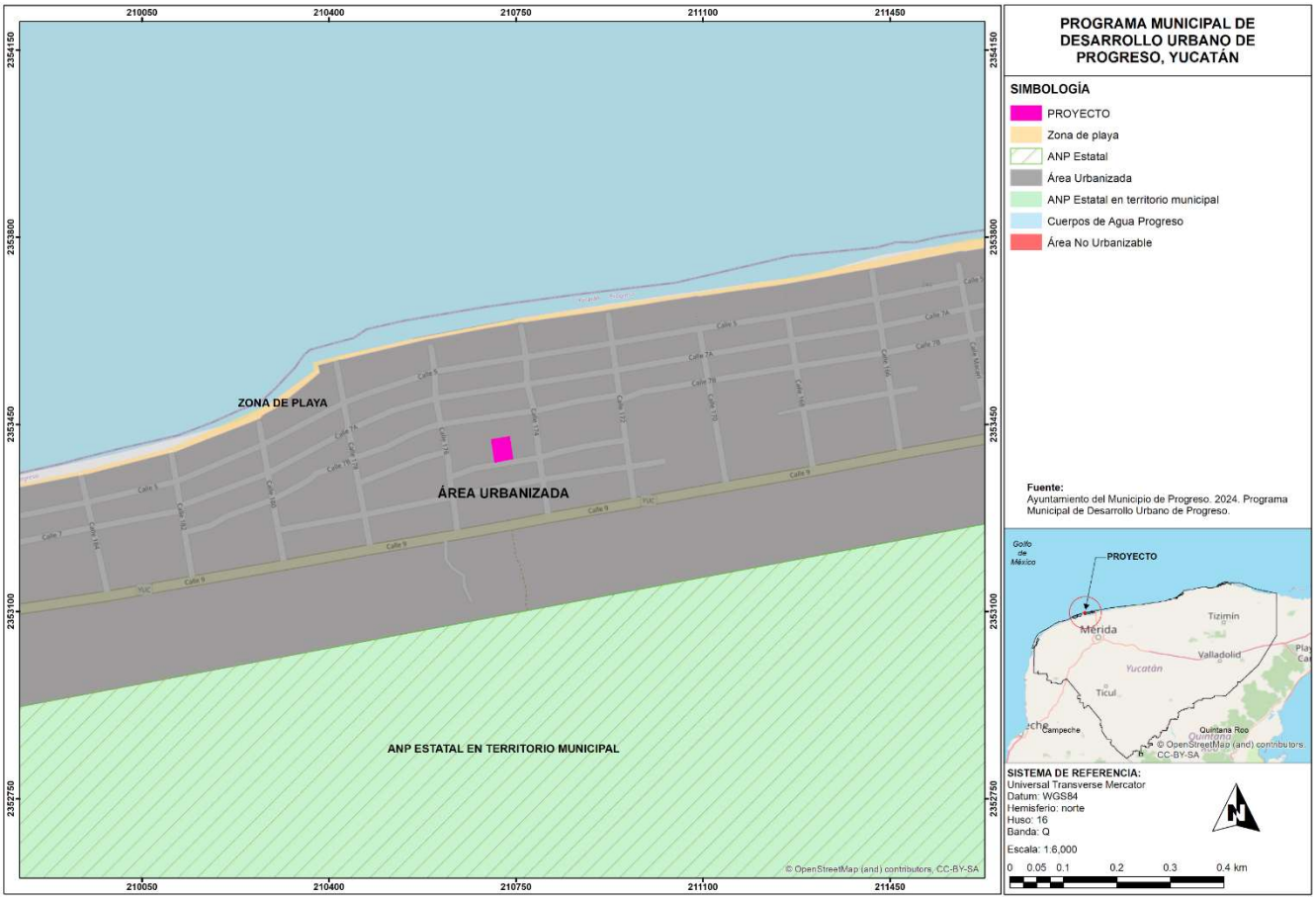


Figura XV.2. Ubicación del proyecto de acuerdo a la Zonificación primaria del PMDU de Progreso.

Zonificación Secundaria

La zonificación secundaria aplica exclusivamente para las áreas delimitadas como urbanizadas y urbanizables por la zonificación primaria y determina las directrices del aprovechamiento o uso de zonas, manzanas, lotes o predios específicos; definiendo pautas que permitan la consolidación urbana, y una ocupación ordenada, sostenible y estratégica del suelo sujeto a urbanización.

La zonificación está compuesta de elementos normativos interdependientes entre sí que, de manera combinada, se utilizarán para definir una asignación social de aprovechamiento del suelo que permita su desarrollo a los propietarios sin perjudicar a terceros y priorizando la función social del suelo y el bien común.

Desde esta perspectiva, la zonificación secundaria es un instrumento para la redistribución de la riqueza y de reducción de las desigualdades socio territoriales existentes en el territorio municipal, a partir de la generación de valor para el conjunto de la sociedad y no solo para los propietarios al establecer el mejor aprovechamiento del suelo en función de distintas variables y desde una perspectiva sistémica.

Esta zonificación plantea simplificar el ordenamiento territorial y la normatividad aplicable, ya que, los procesos actuales pueden resultar complejos y en ocasiones confusos o discrecionales, generando así conflictos sociales o ambientales en torno a la ocupación del territorio. En ese sentido, clarificar y puntualizar los usos y destinos

permitidos del suelo es uno de los objetivos de esta zonificación, generando así certeza a propietarios, inversionistas y a la propia administración pública en los procesos de autorización en materia de desarrollo urbano.

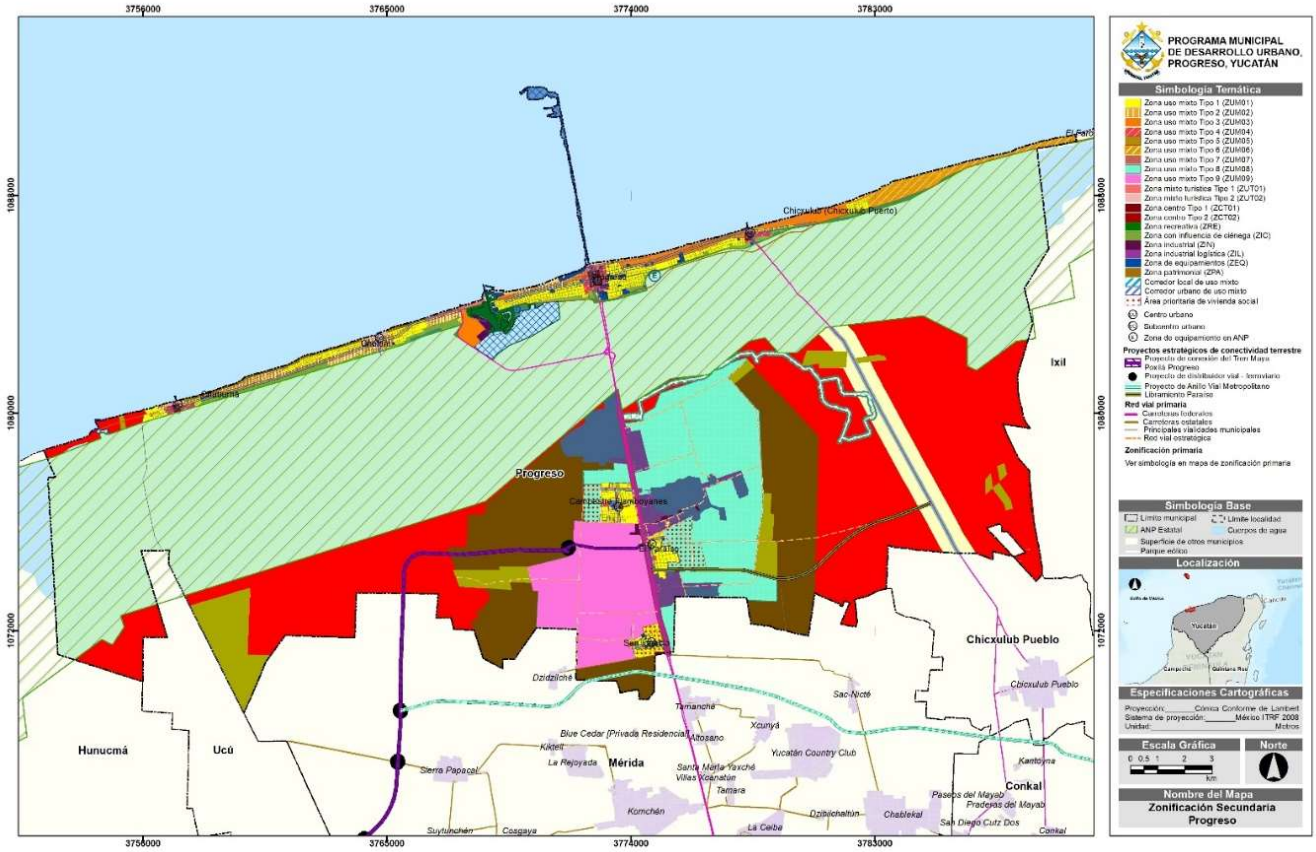


Figura XV.3. Zonificación secundaria del PMDU de Progreso.

La zona identificada en el polígono del proyecto que corresponden a la zonificación secundaria es la siguientes:

El proyecto se ubica en una ZONA DE USO MIXTO (ZUM), donde en general corresponden a las zonas en las que se permite la mezcla de usos de suelo comerciales, de servicios, habitacionales y otros compatibles entre sí y congruentes con los ordenamientos de orden superior.

Específicamente nuestro proyecto se ubica en la Zona de uso mixto tipo 2 (ZUM02), donde predomina el uso habitacional asociado a colonias populares y fraccionamientos, donde es factible localizar usos diferentes al habitacional de bajo y mediano impacto territorial, complementarios a la vivienda y que permitan el acceso de la población a servicios. En este tipo de superficies, se promueve un aumento de las densidades e intensidades de ocupación respecto a las predominantes, así como una mayor diversidad de uso de suelo. Los usos y actividades de mayor impacto deben localizarse prioritariamente en los Corredores Urbanos de Uso Mixto. Algunos sectores colindan con Zona de Playa, por lo que los usos de suelo y acciones urbanísticas deberán garantizar la armonización entre las disposiciones de regulación costera-marítima y el desarrollo urbano.

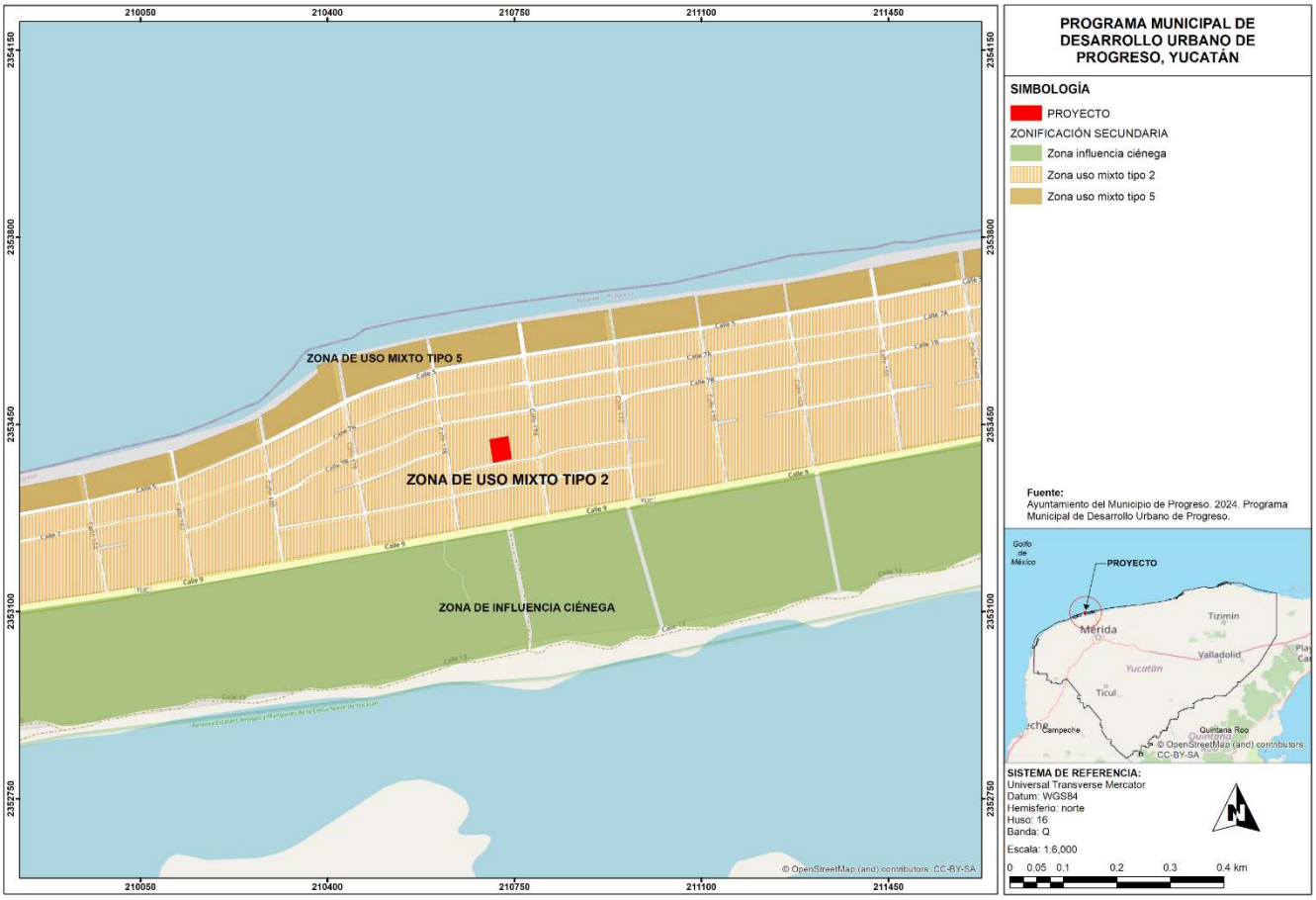


Figura XV.4. Ubicación del proyecto de acuerdo a la Zonificación secundaria del PMDU de Progreso.

Normas de Ordenamiento Territorial

Las Normas de Ordenamiento Territorial son un conjunto de disposiciones que establecen las pautas para el aprovechamiento, uso y utilización de predios e inmuebles en el municipio; a continuación, se establecen los tipos de normas y su relación para la determinación de acciones urbanísticas, usos y destinos del suelo, permitidos y no permitidos:

- **Paso 1.** Establecer la tipología de acción urbanística, uso y/o destino del suelo.
- **Paso 2.** Establecer la compatibilidad con base a los instrumentos de planeación territorial y ambiental de orden superior.
  - Si no es factible en dichos ordenamientos no se podrán emitir autorizaciones fundamentadas en este PMDU.
- **Paso 3.** Identificar el NIVEL DE IMPACTO TERRITORIAL del uso o destino del suelo factible en las tablas de uso (bajo, mediano o alto impacto).
- **Paso 4.** Determinar la COMPATIBILIDAD para la localización de usos o destinos del suelo en predios e inmuebles, según zonas establecidas en la zonificación secundaria y las áreas urbanizables de la zonificación primaria.
  - Paso 4.1. En el caso de ACCIONES URBANÍSTICAS, serán factibles aquellas compatibles con los usos y actividades a los que refiere el Paso 4.

- **Paso 5.** Identificar las RESTRICCIONES DE LOCALIZACIÓN para usos o destino del suelo compatibles y reafirmar la compatibilidad, o bien, no permitir su localización:
  - Aplicar normatividad de localización y colindancias por usos respecto a zonas específicas, otros usos y elementos territoriales restrictivos, contenida en el PMDU y demás normatividad en la materia.
- **Paso 6.** En su caso, identificar las pautas sobre los COEFICIENTES MÁXIMOS y la INTENSIDAD DE APROVECHAMIENTO permitido para predios e inmuebles, en las diferentes zonas del municipio, siempre y cuando, la acción urbanística, el uso o destino de suelo sea compatible (Pasos 4 y 5).
- **Paso 7.** Identificar la aplicabilidad de OTRAS NORMAS relacionadas con el ordenamiento y aprovechamiento territorial, contenidas en el mismo Programa o demás instrumentos legales, normativos y de planeación aplicables, siempre y cuando, el uso o destino de suelo sea compatible (Paso 4 y 5).

Serán PERMITIDAS las acciones urbanísticas, usos y destinos del suelo, cuya localización o desarrollo sea FACTIBLE con base a la congruencia y cumplimiento de las diferentes disposiciones establecidas en el Programa y demás normatividad aplicable.

Uso de suelo

Para el caso de los usos de suelo que se contemplan en este Programa para el caso específico de nuestro proyecto le aplica el regulado por las actividades HABITACIONAL de ALTO IMPACTO, dado que esta trata sobre la construcción de un desarrollo inmobiliario de más de 100 viviendas, tal y como se describe a continuación.

- **Habitacional:** Edificaciones en donde residen individual o colectivamente las personas o familias y comprende todo tipo de vivienda, a la que se incluyen los cuartos de servicio, patios, andadores, estacionamientos, cocheras y todas las porciones de construcción asociadas a dichas edificaciones. También se incluyen orfanatos, asilos, casas cuna, conventos y similares.
  - **Habitacional de Mediano Impacto:** Desarrollo inmobiliario habitacional o vivienda multifamiliar entendida como aquella con hasta de 100 unidades de viviendas, con acceso directo a la vía pública y que contempla circulaciones o red vial interior (independiente del régimen de propiedad).

Niveles de impacto de uso de suelo y acciones urbanísticas

De acuerdo al uso de suelo HABITACIONAL, a continuación, se definen los criterios para la determinación de impacto territorial asociado usos de suelo territorial, que de acuerdo al PMDU de Progreso debido a que le aplican una o más de las siguientes características el proyecto es considerado como una actividad de MEDIANO IMPACTO de acuerdo a los siguientes puntos.

- Sin ninguna de las características asociadas a alto impacto territorial.
- Proyección de 30 a 50 trabajadores o usuarios en el momento de máxima utilización o demanda.
- Uso de vehículos semipesados conforme a las clasificaciones de la autoridad en materia de vialidad, tránsito y transporte.
- Construcción u obras de ampliación de instalaciones de infraestructura a nivel ciudad o distrital.
- Uso habitacional o mixto con habitacional con densidad urbana media en los términos de este Programa.
- Predios o inmuebles exclusivamente con uso habitacional y superficie construida de 100 a 10,000 m^2.
- Proyectos con 2 a 100 unidades de vivienda en un mismo predio o edificio (independiente del régimen de propiedad).
- Proyectos con una o más construcciones de 2 a 4 niveles.

Compatibilidades de usos de suelo y acciones urbanísticas

Con base en la zonificación primaria, los usos de suelo y los niveles de impacto se definen las acciones urbanísticas **Condicionadas (CO)** y **No Permitidas (NP)**.

Para el desarrollo de acciones urbanísticas deberá autorizarse en primer lugar el uso de suelo vinculado a la acción específica; exceptuando los casos referentes a la construcción de redes de infraestructura urbana, las cuales deberán ser autorizados por el organismo operador o autoridad competente.
En todos los casos, las acciones deberán ser compatibles con los instrumentos de política ambiental.

De acuerdo a lo anterior el proyecto rea en dos áreas, la primera es la ÁREA URBANIZABLE (AUR), donde el desarrollo de cualquier acción urbanística está CONDICIONADO, a las disposiciones y lineamientos establecidos en las autorizaciones previamente emitidas para el desarrollo de la actividad en cuestión, o bien, aquellas nuevas disposiciones que la autoridad competente establezca a través de nuevas autorizaciones o acuerdos con los propietarios o promotores, relacionados con las autorizaciones previamente establecidas.

Tabla XV.1. Compatibilidad de acciones urbanísticas por zonificación primaria.

Zonificación Primaria – Subcategorías	Uso urbano	Lotificación catastral	Desarrollos Inmobiliarios	Urbanización integral	Construcción de redes de infraestructura	Edificación
ÁREA URBANIZADA	PE	PE	CO (1)	PE	PE	PE

PE = PERMITIDO / CO = CONDICIONADO / NP = NO PERMITIDO.

(1) Los desarrollos inmobiliarios deberán garantizar la adecuada integración física y funcional al área urbanizada, la estructura urbana y red vial.

En todos los casos, las acciones urbanísticas están sujetas a la previa autorización del uso de suelo o desarrollo de la actividad productiva conforme a los ordenamientos de orden superior, este PMDU y demás normatividad aplicable.

De acuerdo al PMDU de Progreso a continuación, se presenta la siguiente tabla donde se establece las compatibilidades de usos de suelo por colindancia; las autorizaciones de uso de suelo estarán sujetas al uso de cada uno de los predios colindantes, conforme a la siguiente tabla, que señala los usos permitidos (P) y no permitidos (N) respecto a otros usos.

Tabla XV.2. Compatibilidad de uso de suelo por colindancia

Uso de suelo		Habitacional		
		Bajo impacto	Mediano impacto	Alto impacto
Habitacional	Bajo impacto	P	P	N
	Mediano impacto	P	**P**	P
	Alto impacto	N	P	P
P	Permitido			
N	No Permitido			

Tal y como se describió en párrafos anteriores el proyecto se ubica en una zona urbanizada con uso de suelo habitacional el cual es considerado como de mediano impacto, por lo que como se puede observar en la tabla anterior, este tipo de obras en la zona donde se ubica es completamente compatible con los usos de suelo establecidos por el PMDU de Progreso.

De acuerdo al PMDU de Progreso a continuación, se presenta la siguiente tabla donde se establece las compatibilidades de usos de la Zonas y áreas de la Zonificación Primaria, en este caso como se puede observar en la figura III.7. el proyecto se ubica en una zona denominada como Área Urbanizable Corredor.

Tabla XV.3. Compatibilidad de uso de suelo por zonificación

Zonas/Usos de suelo		Habitacional		
		Bajo impacto	Mediano impacto	Alto impacto
Zonas de Uso Mixto	Zona de Uso Mixto Tipo 2 (ZUM02)	P	**C**	C

P = PERMITIDO; C = CONDICIONADO; NP = NO PERMITIDO-

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior de acuerdo a la zonificación una parte del predio es considerado como condicionado. Los usos condicionados son aquellos que por su interés general o de utilidad pública, son factibles de localizarse en los asentamientos humanos, sin embargo, por su tipología, se deben establecer medidas para mitigar su impacto territorial, por lo que su inserción estará condicionada al cumplimiento de los requerimientos que estime la autoridad competente a través de sus dictámenes y autorizaciones. La autoridad municipal establecerá las condicionantes para este tipo de uso conforme a las disposiciones del marco de planeación, legal y normativo aplicable, que regule el ámbito sujeto a análisis para cada caso.

De acuerdo a lo anterior es importante mencionar que el proyecto se apegara a las condiciones que el municipio le imponga, esto para dar cumplimiento al presente PMDU de Progreso.

Lineamientos y restricciones de uso de suelo

La autorización de usos y destinos del suelo estará condicionada por los siguientes lineamientos que tienen como objetivo, garantizar la adecuada localización y características de los usos y actividades en los asentamientos humanos.

Criterios generales de desarrollo urbano

Las acciones de desarrollo urbano deberán de integrar criterios ambientales, que aseguren el uso sostenible de los recursos naturales y eviten su degradación, y la de los procesos ecológicos vinculados.

- Se permitirán acciones urbanísticas que contribuyan a la conservación del paisaje natural y de la flora y fauna nativas, endémicas, y que no impacten negativamente a las especies amenazadas y/o en peligro de extinción.
- Se propone consolidar y ampliar, en lo posible, las áreas de vegetación natural en las áreas urbanizadas.
- Se deberá de asegurar que los proyectos urbanísticos incluyan acciones para evitar la disminución del área de cobertura vegetal en los terrenos en los que se realicen dichos proyectos.
- Garantizar que los proyectos urbanísticos incluyan la separación de la superficie construida con los predios, y/ o áreas colindantes, permitiendo la ventilación natural.
- No permitir asentamientos humanos, centros de población y acciones de desarrollo urbano en las áreas catalogadas de alto riesgo ambiental, establecidas por el Ayuntamiento de Progreso, el Gobierno del Estado de Yucatán y/ o el Gobierno Federal, a través de los instrumentos de política urbana y ambiental correspondientes.

Vinculación: *El proyecto, ha sido diseñado en plena congruencia con los lineamientos establecidos en el PMDU (2024), particularmente en lo que respecta a la autorización de usos y destinos del suelo bajo criterios de sustentabilidad y prevención de impactos ecológicos.*

Este desarrollo contempla áreas de vivienda hechas con contenedores metálicos, áreas verdes recreativas y, de manera destacada, un área de conservación, con el propósito de garantizar un equilibrio entre el crecimiento urbano ordenado y la protección de los servicios ecosistémicos del territorio.

En alineación con los criterios generales de desarrollo urbano del PMDU:

- *Se han definido zonas específicas de conservación, donde se mantendrán y restaurarán remanentes de vegetación nativa, lo cual no solo cumple, sino fortalece el lineamiento que promueve acciones urbanísticas orientadas a la conservación del paisaje natural y de la flora y fauna endémicas o amenazadas.*
- *El diseño urbano incorpora corredores ecológicos y áreas verdes integradas, lo que contribuye a consolidar y ampliar las superficies con vegetación natural dentro del conjunto habitacional, conforme a la estrategia de resiliencia ambiental establecida en el instrumento de planeación.*
- *Para evitar la pérdida de cobertura vegetal, se implementará un programa de reforestación y manejo de vegetación nativa, así como áreas permeables en las zonas de uso común, respetando la proporción máxima de ocupación del suelo en las distintas tipologías de uso.*
- *Se dispondrá y garantizará que todas las construcciones respeten separaciones adecuadas entre edificaciones y predios colindantes, garantizando ventilación natural, circulación del aire y confort ambiental, especialmente importante en un entorno costero y vulnerable al cambio climático.*
- *El proyecto no contempla ninguna intervención en zonas catalogadas como de alto riesgo ambiental (inundables, de erosión costera o sujetas a restricciones por instrumentos de ordenamiento ecológico como el POETY), en estricto apego a la restricción de evitar asentamientos en áreas de riesgo establecidas por los tres órdenes de gobierno.*

En este sentido, el proyecto no solo cumple con las disposiciones del PMDU de Progreso, sino que aplica de manera proactiva una visión integral de sustentabilidad urbana, que se traduce en una propuesta de desarrollo armónico con el entorno natural, la identidad territorial y los instrumentos de política pública vigentes. Esta alineación normativa fortalece la viabilidad ambiental y urbanística del proyecto, y representa una oportunidad para generar un modelo replicable de desarrollo ordenado, seguro y resiliente para la región costera de Yucatán.

Lineamientos respecto a uso habitacional.

El uso habitacional será permitido en las zonas compatibles determinadas por este Programa.

Un predio con uso habitacional no puede localizar otro uso o destino diferente a la vivienda, sin la autorización correspondiente; para lo cual es obligación que el propietario o poseedor del inmueble, realice las gestiones correspondientes ante la autoridad municipal, debiendo obtener la licencia o permiso expedido por la autoridad municipal correspondiente al uso, destino y/o actividad del que se trate. En las zonas predominantemente habitacionales se vigilará y se promoverá el establecimiento de otros usos, siempre y cuando estos no se contrapongan o afecten de manera directa o indirecta las características de la zona.

Cualquier uso habitacional deberá cumplir con las siguientes reglas de distanciamiento o colindancia medidos desde el punto más cercano entre predios:

- 100 metros respecto a industria no contaminante, talleres y almacenamientos
- 200 metros respecto a industria contaminante y/o de alto impacto
- 250 metros respecto a parques industriales
- 50 metros respecto a estaciones de policía
- No se localizarán en zonas donde predomine uso industrial
- No se permite en colindancia de uso industrial y almacenamientos
- No se permite en colindancia de talleres
- No se permite en colindancia de predios con antenas de telecomunicaciones
- No se permite en colindancia con establecimientos que comercialicen bebidas alcohólicas
- No se permite en colindancia con establecimientos que comercialicen artificios pirotécnicos y explosivos
- No se permite este uso en colindancia a estaciones de servicio, gasolineras y estaciones de autoconsumo, así como todo aquel que almacene y/o comercialice derivados del petróleo como principal actividad
- No se permite en áreas que fueron cementerios

Vinculación: *El proyecto, ha sido concebido bajo los lineamientos establecidos por el PMDU (2024), particularmente en lo relativo al uso habitacional, el cual solo será permitido en las zonas declaradas como compatibles por dicho instrumento.*

La propuesta considera áreas habitacionales dentro de zonas previamente evaluadas y clasificadas como compatibles para el uso de vivienda, según la zonificación secundaria y la normativa vigente, evitando con ello conflictos de uso de suelo o impactos negativos sobre la calidad de vida de las y los futuros residentes.

Además, el proyecto no contempla la ubicación de viviendas colindantes con zonas de uso industrial, de talleres, gasolineras o sitios incompatibles conforme a las restricciones definidas por el PMDU, asegurando con ello la protección ambiental, la salud pública y la seguridad urbana. Particularmente, se respetarán estrictamente las siguientes disposiciones:

- *Las viviendas estarán a más de 250 metros de cualquier parque industrial, y no colindarán con predios industriales, talleres, antenas de telecomunicaciones ni establecimientos que comercialicen explosivos, combustibles o bebidas alcohólicas.*
- *Se garantizará una distancia mínima de 100 metros respecto a cualquier industria no contaminante, y más de 200 metros respecto a industrias de alto impacto o contaminantes.*
- *No se localizarán viviendas en predios que hayan sido destinados como cementerios ni colindantes con estaciones de policía, cumpliendo la restricción de los 50 metros mínimos requeridos.*

Además, la planeación urbana del desarrollo garantiza que los usos comerciales y de servicios propuestos dentro del conjunto inmobiliario no interfieren con el uso habitacional predominante, ya que se diseñarán zonas específicas y segregadas físicamente, con transiciones paisajísticas, franjas verdes que cumplen con los criterios de distanciamiento y amortiguamiento definidos por el Programa.

La integración de áreas verdes recreativas y zonas de conservación dentro del polígono del proyecto permite además amortiguar cualquier posible interferencia entre los distintos usos del suelo, mejorando la calidad ambiental del entorno residencial y reforzando la habitabilidad del espacio urbano.

En resumen, este proyecto inmobiliario no solo cumple cabalmente con las restricciones y reglas de distanciamiento para el uso habitacional descritas en el PMDU, sino que lo hace bajo una visión de planeación responsable, sustentable y armónica, respetando los criterios normativos y sociales que rigen el desarrollo territorial del municipio de Progreso.

Además, se deberá evitar su localización conforme a los siguientes supuestos:

- Zonas inundables
- Terrenos con erosión severa
- Zonas con peligro de deslizamientos del suelo y fallas geológicas o activas
- Franjas de zonas federal paralelas a cuerpos de agua y humedales conforme a lo establecido en la normatividad en la materia
- Suelos de recarga acuífera
- Cuerpos de agua
- Terrenos con arenas o gravas no consolidadas
- Suelo sujeto a erosión hídrica
- Zonas inestables ubicadas a menos de 500 m de cuevas
- Áreas de relleno provenientes de residuos industriales, químicos, contaminantes o de residuos sólidos en general
- Dentro del derecho de vía de ductos o tuberías que conduzcan materiales peligrosos, así como de caminos y vías de ferrocarril por donde se transporten materiales peligrosos
- Dentro del radio de afectación derivado de algún desastre químico causado por alguna fuga, derrame, explosión o incendio de industrias localizadas en la vecindad del mismo
- Los que anteriormente hayan sido utilizados como depósitos de materiales corrosivos reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables o infecciosos
- Los que se localicen en yacimientos petrolíferos que permitan una explotación de los mismos o que

presenten probabilidades de futuros aprovechamientos
- Se deben respetar los límites de influencia de campos de aviación según las regulaciones aplicables

Vinculación: *El proyecto, se alinea plenamente con las disposiciones establecidas en el PMDU de Progreso (2024), particularmente en lo referente a los criterios para evitar la localización de asentamientos humanos y usos urbanísticos en zonas con condiciones de alto riesgo o fragilidad ambiental, conforme a lo estipulado en el apartado de restricciones específicas.*

Dicho desarrollo, asegura que el emplazamiento del conjunto habitacional evite la ocupación de zonas incompatibles o ambientalmente sensibles, en cumplimiento de las siguientes directrices:

- *El predio seleccionado no se encuentra en zonas inundables, ni presenta riesgos de deslizamiento, erosión severa o fallas geológicas activas, según lo determinado en los Atlas de Riesgo, estudios geotécnicos y los mapas de peligros del propio PMDU y del POETY.*
- *Se ha evitado toda proximidad a cuerpos de agua, humedales, franjas de zona federal y áreas de recarga acuífera, respetando las distancias y restricciones establecidas por la Ley General de Bienes Nacionales y la legislación ambiental aplicable.*
- *El suelo del predio no presenta arenas ni gravas no consolidadas, ni está sujeto a erosión hídrica o a condiciones geológicas inestables como cuevas cercanas, conforme a estudios técnicos de mecánica de suelos y geología regional.*
- *Se ha verificado que el terreno no ha sido utilizado previamente como sitio de disposición de residuos peligrosos, industriales, sólidos urbanos ni materiales tóxicos, ni se ubica en zonas contaminadas o con pasivos ambientales que comprometan la salud pública.*
- *El predio no se encuentra dentro del derecho de vía de ductos, carreteras ni líneas ferroviarias que transporten materiales peligrosos, ni dentro del radio de afectación de actividades industriales que pudieran causar derrames, explosiones o incendios.*
- *Se ha descartado completamente cualquier localización en áreas con yacimientos petrolíferos activos o con potencial de explotación, así como la cercanía a campos de aviación, respetando los radios de influencia establecidos por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) y la normativa aeronáutica aplicable.*

En congruencia con el enfoque de desarrollo sustentable promovido por el PMDU, el proyecto también ha delimitado zonas de conservación ecológica internas, destinadas a proteger remanentes de vegetación nativa y fomentar la conectividad ecológica, evitando presiones sobre ecosistemas cercanos como humedales, manglares y cuerpos de agua.

Estas acciones de planificación preventiva no solo cumplen con las restricciones territoriales establecidas por el PMDU, sino que demuestran una responsabilidad ambiental y social por parte de los desarrolladores al garantizar que el asentamiento propuesto no se ubique en áreas de riesgo ni comprometa la funcionalidad ecológica del territorio.

Así, el desarrollo inmobiliario propuesto constituye un ejemplo de implantación urbana responsable, que respeta los principios del ordenamiento territorial, la seguridad urbana y la conservación ambiental, en concordancia con la política estatal y federal de asentamientos humanos sustentables.

Adicionalmente el uso habitacional debe circunscribirse a las siguientes especificaciones, exceptuando los desarrollos inmobiliarios:

- El Uso Habitacional se permitirá en las Áreas Urbanizadas predominantemente habitacionales y Áreas Urbanizables, acorde a lo contenido en el presente Programa Municipal de Desarrollo Urbano.
- Un predio con uso habitacional no podrá ubicar o anexar un uso o destino del suelo diferente a la vivienda, a menos que cuente con el permiso correspondiente; para lo cual el propietario o poseedor del inmueble, deberá gestionar y obtener la licencia o permiso expedida por la autoridad municipal correspondiente.

Vinculación: *El proyecto de desarrollo inmobiliario, ha sido formulado en estricto cumplimiento con las disposiciones establecidas en el PMDU (2024), particularmente en lo que respecta a las especificaciones del uso habitacional contenidas en el instrumento de planeación urbana.*

Con base en el PMDU, se establece que el uso habitacional solo se permitirá en Áreas Urbanizadas predominantemente habitacionales y en Áreas Urbanizables, categorías definidas y delimitadas en la zonificación primaria y secundaria del municipio. En este sentido, el proyecto se localiza dentro de una zona clasificada como Área Urbanizada, lo que garantiza la compatibilidad del uso del suelo con los fines habitacionales propuestos, cumpliendo con la política de crecimiento ordenado y la consolidación de asentamientos humanos planificados.

Adicionalmente, si bien el proyecto contempla otros componentes urbanos complementarios —como zonas de uso común, áreas verdes recreativas y especialmente áreas de conservación—, se ha previsto que el uso habitacional se mantenga claramente delimitado dentro de su polígono correspondiente, sin invadir o mezclarse de forma irregular con usos distintos.

Este enfoque garantiza el cumplimiento del lineamiento que prohíbe ubicar o anexar un uso distinto al habitacional sin autorización expresa. La gestión urbana del proyecto se orienta hacia la legalidad, el ordenamiento territorial y la sustentabilidad, asegurando una convivencia armónica entre los usos del suelo propuestos, sin generar conflictos con la estructura urbana del entorno ni con la normatividad vigente.

El desarrollo considera además la implementación de zonas de conservación ambiental internas, las cuales no serán urbanizadas ni alteradas, permitiendo con ello proteger remanentes de vegetación nativa, conservar corredores ecológicos y reforzar la función ambiental del territorio.

En conclusión, el proyecto inmobiliario en cuestión se alinea con las directrices del PMDU en cuanto al uso habitacional, respetando su ubicación, compatibilidad y límites funcionales dentro del marco normativo municipal. Asimismo, promueve un modelo de ocupación del suelo responsable, legal y sostenible, orientado a mejorar la calidad de vida de sus habitantes y a preservar los valores ecológicos del municipio de Progreso.

Norma General de Ordenamiento Territorial 01. Regulaciones costeras

Los casos previstos en la legislación federal y local deberán contar con Manifiesto de Impacto Ambiental con resolutivo favorable de SEMARNAT previo al desarrollo de acciones que implique la urbanización, edificación y en general el aprovechamiento territorial, salvo las excepciones que se establezcan en los convenios o acuerdos que se suscriban entre las autoridades ambientales de los tres niveles de gobierno.

Para el desarrollo de actividades en la ZONA "LÍNEA DE PLAYA" delimitada en este Programa, se requerirá opinión técnica de congruencia de uso de suelo o factibilidad emitida por la autoridad estatal con funciones en materia de desarrollo urbano y/o medio ambiente, en congruencia con lo establecido el marco legal. Estas superficies solo podrán utilizarse para:

- Actividades de conservación
- Instalaciones recreativas de uso público
- Actividades e instalaciones turísticas de bajo impacto ambiental

Todo uso o actividad deberá cumplir con los lineamientos y criterios que establezcan este Programa, además del POETY, POETCY y el PEOTDUEY en materia de urbanización y aprovechamiento territorial conforme a las unidades de gestión ambiental o territorial aplicables a cada caso.

Asimismo, se deberán cumplir con los procedimientos, lineamientos y restricciones que establezca la normatividad aplica en materia de territorios costeros, marítimo-terrestres y sistemas de ciénegas y manglares.

La Secretaría (SEMARNAT) dispondrá las áreas, horarios y condiciones en que no podrán utilizarse vehículos y demás actividades que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, de conformidad con los programas maestros de control; Se prohíbe la construcción e instalación de elementos y obras que impidan el libre tránsito por dichos bienes, con excepción de aquéllas que apruebe la Secretaría atendiendo las normas de desarrollo urbano, arquitectónicas y las previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; así mismo se prohíbe la realización de actos o hechos que contaminen las áreas públicas.

El gobierno federal a través de la SEMARNAT establecerá las bases de coordinación para el uso, desarrollo, administración y delimitación de las playas, de la zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar, o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas. La SEMARNAT atendiendo los criterios por zonas que para tal efecto emita la Secretaría de Turismo, podrá otorgar permisos para ejercer el comercio ambulante en las playas y la zona federal marítimo terrestre, bajo las estipulaciones y lineamientos establecidos en el Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar.

Corresponde a la Secretaría poseer, administrar, controlar y vigilar los bienes a que se refiere este artículo, con excepción de aquellos que se localicen dentro del recinto portuario, o se utilicen como astilleros, varaderos, diques para talleres de reparación naval, muelles, y demás instalaciones a que se refiere la Ley de Navegación y Comercio Marítimos; en estos casos la competencia corresponde a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Para el debido aprovechamiento, uso, explotación, administración y vigilancia de las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, se

considerarán sus características y uso turístico, industrial, agrícola o acuícola, en congruencia con los programas maestros de control y aprovechamiento de tales bienes, cuya elaboración estará a cargo de la Secretaría.

La Secretaría atendiendo los criterios por zonas que para tal efecto emita la Secretaría de Turismo, podrá otorgar permisos para ejercer el comercio ambulante en las playas y la zona federal marítimo terrestre, debiéndose observar las siguientes reglas:

I. El permiso será otorgado por conducto de la administración de la zona federal de la localidad y deberá consignar los siguientes datos:
II. Nombre y domicilio del solicitante;
III. Producto que se comercializará;
IV. Vigencia del permiso; y
V. Lugar en que realizará la actividad respectiva;

Los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas en forma natural, deberán preferentemente destinarse al servicio de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, Estatal o Municipal, para el cumplimiento de los fines públicos a su cargo.

Cuando dichos terrenos no sean aptos para destinarse a fines públicos, la Secretaría podrá otorgar concesiones o permisos en favor de particulares para su uso, aprovechamiento o explotación.

Los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, una vez desincorporados del régimen de los bienes de dominio público, podrán ser objeto de todos los contratos que regula el derecho común, con excepción del comodato y las donaciones no autorizadas por la Ley.

La ASIPONA de progreso se encargará de la administración de áreas e instalaciones del recinto portuario de Progreso, Vigila y supervisa la adecuada utilización de las instalaciones y du eficiente operación, conformada por una comunidad portuaria integrada principalmente por cesionarios, autoridades, prestadores de servicios conexos. Así mismo en el PMDP se establecen lineamientos para la identificación y justificación de los usos, destinos y modo de operación previstos, así como medidas y previsiones que garanticen el desarrollo sustentable.

De igual manera las operaciones, horarios, obras, servicios portuarios, etc., serán bajo los lineamientos y la reglamentación establecida en el Reglamento de la ley de puertos.

Vinculación: *El proyecto de desarrollo inmobiliario se encuentra, fuera de la zona costera directa y de la franja sujeta a la jurisdicción inmediata de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) y áreas de manejo costero prioritario. Esta localización estratégica permite evitar la presión directa sobre ecosistemas costeros frágiles, al mismo tiempo que se adhiere plenamente a lo dispuesto por la Norma General de Ordenamiento Territorial 01: Regulaciones Costeras, contenida en el PMDU de Progreso.*

En atención a lo anterior, el proyecto cumple con lo siguiente:

- *No se localiza dentro de la zona "Línea de Playa" delimitada por el PMDU, por lo que no requiere opinión técnica de congruencia de uso de suelo por parte de la autoridad estatal para usos turísticos, recreativos o de conservación en franja costera. Sin embargo, en apego al principio de legalidad ambiental, el proyecto contará con una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) conforme lo establece la legislación federal (LGEEPA), y gestionará el resolutivo correspondiente ante SEMARNAT, asegurando que las acciones de urbanización y edificación se realicen con plena sustentabilidad y sin impactos negativos relevantes.*
- *Aunque el desarrollo no se inserta directamente en la zona costera inmediata (primera línea de playa), el diseño urbano integra criterios de protección ambiental y ordenamiento ecológico, considerando lineamientos del POETY, el POETCY, y el PEOTDUEY, especialmente en lo relativo al aprovechamiento territorial y la conservación de servicios ecosistémicos regionales.*
- *El componente ambiental del proyecto incluye áreas de conservación internas, destinadas a la protección de vegetación nativa, infiltración de agua, conectividad ecológica y amortiguamiento ambiental, lo que se alinea con la prioridad establecida en el PMDU de preservar zonas de valor ecológico, aunque estén fuera de la franja costera directa.*
- *El proyecto se encuentra fuera de zonas de manglares, cuerpos de agua, ciénegas, humedales o suelos de recarga acuífera, reafirmando el compromiso del proyecto con el respeto al marco normativo que regula los territorios costeros y marítimo-terrestres*.

- *Dado que el proyecto no forma parte del recinto portuario, ni contempla actividades logísticas o industriales asociadas, no se encuentra sujeto a las disposiciones del Reglamento de la Ley de Puertos ni a la jurisdicción directa de la ASIPONA de Progreso. No obstante, se mantendrá un respeto estricto por las rutas de conectividad vial, la funcionalidad de los servicios regionales, y la zonificación portuaria establecida en el Plan Municipal de Desarrollo Portuario (PMDP), garantizando compatibilidad con las operaciones existentes en el corredor litoral.*

En conclusión, el desarrollo inmobiliario propuesto no solo cumple con las regulaciones costeras establecidas en el PMDU de Progreso, sino que, además, representa una forma responsable de ordenamiento territorial y urbano fuera del litoral inmediato, integrando principios de sustentabilidad, conservación ambiental y uso eficiente del suelo. Su ubicación y diseño aseguran que no genera presiones sobre los bienes nacionales, los ecosistemas costeros ni los derechos de vía marítimos, lo que permite su integración armónica al contexto territorial del municipio.

Norma General de Ordenamiento Territorial 16. Manejo de residuos sólidos

En lo que se refiere al manejo de residuos sólidos en los asentamientos humanos del territorio municipal deberá de cumplir con las siguientes disposiciones:

- Un Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial (en su caso), de acuerdo con los lineamientos y normativa de las autoridades responsables en el tema.
- Será indispensable disponer con la infraestructura requerida para la colecta y manejo de desechos sólidos.
- No se permitirán los tiraderos de basura a cielo abierto en el territorio municipal.
- En consonancia con la NOM-CRP-007- ECOL/1993 y NOM-02- ECOL-1996, no se permitirán usos de suelo en los 500 metros de radio de influencia de los lugares de disposición final desde el límite externo del predio.
- Las instalaciones construidas para los fines autorizados deberán contar con un programa de reducción, recolección, reciclaje y disposición de desechos sólidos.
- Se deberá contar con centros de acopio para el reciclaje de basura con las características y disposición territorial aprobado por la autoridad competente.
- Los asentamientos humanos y desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos autorizado.
- Se prohíbe la quema de desechos vegetales resultado de desmonte.
- Los desarrollos turísticos deberán contar con un Programa de Manejo de Residuos Sólidos y un Programa de Manejo Especial, así como un sistema integral de reducción de desechos biológicos infecciosos asociados y alinearse a la NOM-087-SEMARNATSSA1-2002.
- Los edificios de equipamiento urbano para la salud, industria y aquellos usos que produzcan residuos, deberán incluir un Programa de Manejo de Residuos Sólidos y un Programa de Manejo Especial y un sistema integral de reducción de desechos biológicos infecciosos asociados y ajustarse a la NOM-087-SEMARNATSSA1-2002.

Vinculación: *El proyecto contara con las áreas de almacenamiento temporal de los distintos residuos generados, por lo cual cada determinado tiempo una empresa autorizada realiza la recolección de dichos residuos para que le den la disposición final adecuada de acuerdo a la normatividad aplicable para cada residuo.*

Densidades y coeficientes

Cabe señalar que todo incremento de densidad por encima de lo permitido deberá justificarse con base a un Estudio de Impacto Urbano, que deberá comprobar:

- Suficiente cobertura de servicios urbanos y equipamiento (como mínimo energía eléctrica, agua potable, transporte público, educación y salud básico), y bajo impacto a los sistemas urbanos preexistentes
- Adecuada capacidad de la infraestructura instalada y bajo impacto a los sistemas urbanos preexistentes
- Bajo impacto ambiental y capacidad natural del suelo

Asimismo, se deberá proponer las medidas de mitigación o compensación derivadas de los potenciales impactos urbanos o ambientales del incremento de densidad.

Las actuales densidades de las localidades se encuentran de la siguiente manera:

Tabla 12G. Densidad urbana actual de las localidades.

Localidad	Habitantes	Vivienda	Hectáreas	Densidad poblacional	Densidad habitacional
Progreso	41965	15362	1091	38	14
Chelem	4862	3847	461	11	8
Chicxulub (Chicxulub Puerto)	7591	4652	596	13	8
Chuburná	2874	1830	262	11	7
San Ignacio	887	294	49	18	6
Campestre Flamboyanes	7361	2309	141	52	16
El Paraíso	439	214	134	3	2

Fuente: PDUM Progreso (2024) con información del Censo de Población y vivienda, 2020.

A partir de dichas densidades y las recomendaciones de Código de Edificación de Vivienda para la utilización racional del suelo, se establecen los siguientes parámetros de densidad poblacional

- Densidad Alta: 60 a 80 viv/ha = 180 a 240 hab/ha
- Densidad Media: 40 a 60 viv/ha = 120 a 180 hab/ha
- Densidad Baja: 20 a 40 viv/ha = 60 a 120 hab/ha
- Densidad Muy Baja = Menos de 20 viv/ha = Menos de 60 hab/ha

*Promedio 4 hab/viv

Vinculación: *De acuerdo a lo anterior nuestro proyecto será considerado como un desarrollo con Densidad Muy Baja, dado que el desarrollo inmobiliario constará de 6 viviendas, por lo que se tendrá aproximadamente 24 habitantes por hectárea.*

III.2.4. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP's). El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico

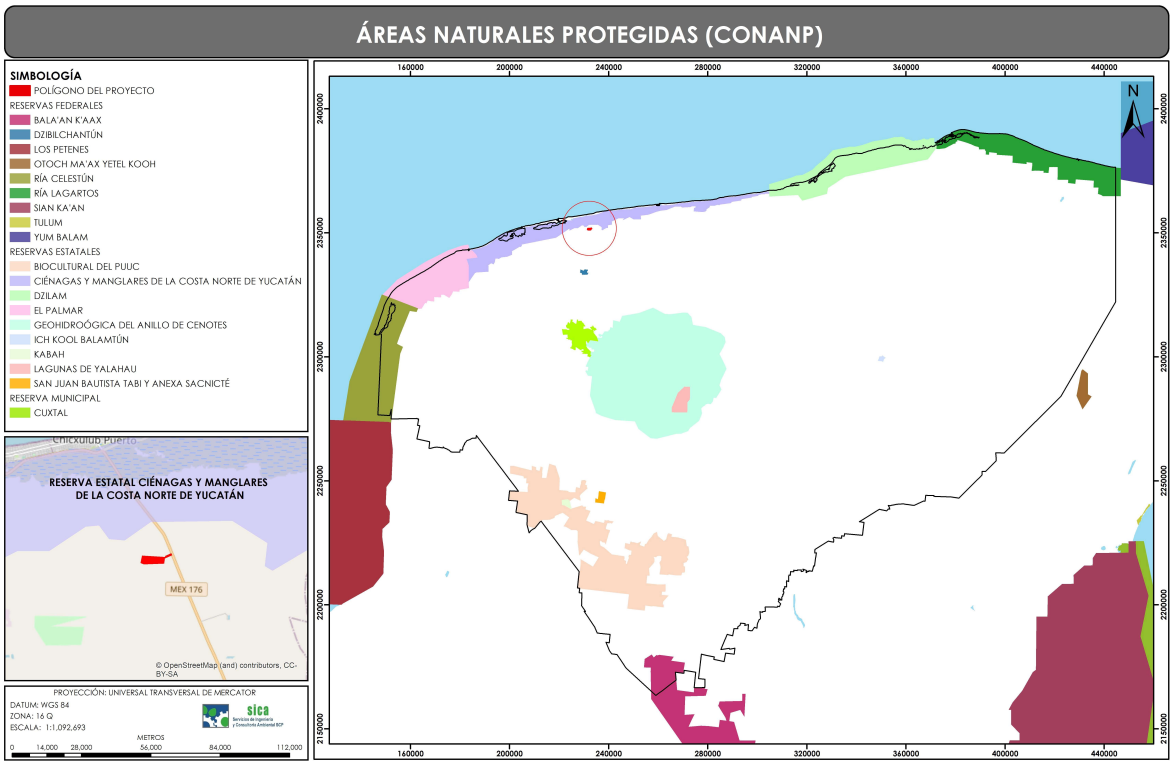


Figura III.5. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas.

El predio de interés no se ubica al interior de algún área natural protegida, pero está próximo a la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán separada por la carretera Progreso-Telchac Puerto a aproximadamente 38 m de distancia.

El proyecto no colinda directamente con esta ANP, sin embargo, se consideran medida para evitar la afectación a la flora y fauna, además las actividades a realizar por la implementación del proyecto no afectarán a las lagunas costeras, debido al buen manejo de las aguas residuales a través de su sistema de tratamiento (SITAR DLD14®). En la siguiente figura se observa la ubicación del proyecto con respecto a esta ANP.

III.3 PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN Y RESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

En el área del proyecto no cuenta con algún programa de recuperación o restauración.

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, se llevará a cabo el seguimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas que regulan las emisiones, las descargas o el aprovechamiento de los recursos naturales.

Aunado a lo anterior, se deberá recomendar a los diferentes contratistas que realicen el servicio en las diferentes obras que le den el mantenimiento de sus vehículos automotores y maquinaria en general para dar cabal cumplimiento a las normas oficiales mexicanas que se citan a continuación:

III.4.1. EN MATERIA DE AGUA

NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Vinculación. *Durante la etapa de preparación de sitio y de construcción del proyecto se empleará letrinas móviles para los trabajadores. Las aguas sanitarias que sean generadas, serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (arrendadora de letrinas), por lo que no se realizarán afectaciones al manto freático. Para la etapa operativa las aguas residuales (grises y negras) se direccionan hacia el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (SITAR) DLD14 que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados, permitirá tratar estas aguas para poder ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.*

4. Especificaciones

4.1. La concentración de parámetros básicos, así como de contaminantes patógenos y parasitarios, metales y cianuros para las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, no debe exceder el valor indicado como límite permisible de acuerdo al tipo de cuerpo receptor en las Tablas 1 y 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

En caso de que existan condiciones particulares de descarga emitidas conforme a una Declaratoria de Clasificación de los Cuerpos de Aguas Nacionales publicada en el Diario Oficial de la Federación o que conforme a la Ley la Comisión haya establecido en los permisos de descarga con límites, parámetros adicionales o específicos en comparación con los previstos en esta Norma Oficial Mexicana, los parámetros y límites permisibles que se deberán cumplir serán los que establezcan las citadas condiciones particulares de descarga.

Los responsables de la descarga deberán comprobar de manera ordinaria en términos de lo dispuesto en el numeral 6.2, el cumplimiento de los límites permisibles establecidos para Promedio Diario y Promedio Mensual

en las Tablas 1 y 2 según corresponda al tipo de cuerpo receptor. El valor instantáneo será verificado ya sea por la Comisión o la Procuraduría.

TABLA 1
Límites Permisibles

Parámetros (*) (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	Ríos, arroyos, canales, drenes			Embalses, lagos y lagunas			Zonas marinas mexicanas			Suelo								
										Riego de áreas verdes			Infiltración y otros riegos			Cárstico		
	P.M	P.D.	V.I.	P.M	P.D.	V.I.	P.M	P.D.	V.I.	P.M	P.D.	V.I.	P.M	P.D.	V.I.	P.M	P.D.	V.I.
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Grasas y Aceites	15	18	21	15	18	21	15	18	21	15	18	21	15	18	21	15	18	21
Sólidos Suspendidos Totales	60	72	84	20	24	28	20	24	28	30	36	42	100	120	140	20	24	28
Demanda Química de Oxígeno	150	180	210	100	120	140	85	100	120	60	72	84	150	180	210	60	72	84
Carbono Orgánico Total*	38	45	53	25	30	35	21	25	30	15	18	21	38	45	53	15	18	21
Nitrógeno Total	25	30	35	15	25	30	25	30	35	NA	NA	NA	NA	NA	NA	15	25	30
Fósforo Total	15	18	21	5	10	15	15	18	21	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5	10	15
Huevos de Helmintos (huevos/litro)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1								
Escherichia coli, (NMP/100 ml)	250	500	600	250	500	600	250	500	600	250	500	600	250	500	600	50	100	200
Enterococos fecales* (NMP/100 ml)	250	400	500	250	400	500	250	400	500	250	400	500	250	400	500	50	100	200
pH (UpH)	6-9																	
Color verdadero	Longitud de onda						Coeficiente de absorción espectral máximo											
	436 nm						7,0 m -1											
	525 nm						5,0 m -1											
	620 nm						3,0 m -1											
Toxicidad aguda (UT)	2 a los 15 minutos de exposición																	

N.A: No Aplica
P.M: Promedio Mensual
P.D: Promedio Diario
V.I: Valor Instantáneo
NMP: Número más probable
UpH: Unidades de pH
UT: Unidades de Toxicidad
* Si Cloruros es menor a 1000 mg/L se analiza y reporta DQO.
* Si Cloruros es mayor o igual a 1000 mg/L se analiza y reporta COT.
* Si la conductividad eléctrica menor a 3500 µS/cm se analiza y reporta *E. coli*.
* Si la conductividad eléctrica es mayor o igual a 3500 µS/cm se analiza y reporta Enterococos fecales.
Las determinaciones de Conductividad eléctrica y de Cloruros no requieren la acreditación y aprobación de la entidad correspondiente.

TABLA 2
Límites Permisibles para Metales y Cianuros

Parámetros (miligramos por litro)	Ríos, arroyos, canales, drenes			Embalses, lagos y lagunas			Zonas marinas mexicanas			Suelo								
										Riego de áreas verdes			Infiltración y otros riegos			Cárstico		
	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.	P.M	P.D.	V.I.
Arsénico	0,2	0,3	0,4	0,1	0,15	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2
Cadmio	0,2	0,3	0,4	0,1	0,15	0,2	0,2	0,3	0,4	0,05	0,075	0,1	0,1	0,15	0,2	0,05	0,075	0,1
Cianuro	1	2	3	1	1,5	2	2	2,50	3	2	2,5	3	1	1,50	2	1	1,5	2
Cobre	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Cromo	1	1,25	1,5	0,5	0,75	1	1	1,25	1,5	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1
Mercurio	0,01	0,015	0,02	0,005	0,008	0,01	0,01	0,015	0,02	0,005	0,008	0 01	0,005	0,008	0,01	0,005	0,008	0,01
Níquel	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Plomo	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4
Zinc	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20
Parámetros medidos de manera total	**P.M: Promedio Mensual** **P.D: Promedio Diario** **V.I: Valor Instantáneo**																	

Vinculación: *El proyecto contará con Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (SITAR) DLD14 diseñado para cumplir con los límites permisibles establecidos en las Tablas 1 y 2 de la NOM-001-SEMARNAT-2021, de acuerdo con el tipo de cuerpo receptor asignado por la autoridad competente. En caso de que se emitan condiciones particulares de descarga (CPD), se adoptarán los parámetros y límites señalados por la CONAGUA. El cumplimiento será verificado regularmente mediante muestreo y análisis conforme a los numerales aplicables de la norma.*

4.2. El responsable de las descargas de aguas residuales en estuarios y humedales debe cumplir con las condiciones particulares de descarga que establezca la Comisión en términos del numeral 4.1

Vinculación: *La descarga de aguas tratadas se realizará a cuerpos receptores designados, en caso de que aplique, cumpliendo con las condiciones particulares de descarga establecidas por la Comisión Nacional del Agua, y atendiendo estrictamente lo dispuesto en el numeral 4.1.*

4.3. El responsable de la descarga estará exento de realizar el análisis de alguno o varios de los parámetros que se señalan en esta Norma Oficial Mexicana, cuando demuestre a la Comisión que por las características del proceso productivo o el uso que le dé al agua, no genera o concentra los contaminantes a exentar. Para lo cual presentará la solicitud ante la Comisión, debiendo entregar la caracterización de la descarga y los Promedios Mensuales correspondientes a cada uno de los seis meses inmediatos anteriores a la presentación de su solicitud de exención, de acuerdo a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento o la normatividad ambiental vigente. La Comisión dictaminará la procedencia o no de la exención y podrá verificar para efectos de emitir el citado dictamen, así como durante la vigencia de la exención, la veracidad de la información que presentó el responsable de la descarga, para lo cual podrá realizarla directamente por ella, un tercero o a través de una Unidad de Verificación.

La exención será vigente por un periodo de hasta por tres años, siempre y cuando el generador no cambie sus procesos, insumos, tecnologías, o exista un aumento del caudal de descarga, en cuyo caso deberá notificarse a la Comisión para hacer la revisión de su exención. La autoridad podrá verificar la veracidad de lo manifestado por el usuario; en caso de falsedad el responsable quedará sujeto a lo dispuesto en los ordenamientos legales aplicables.

Los sujetos regulados podrán solicitar por escrito a la Comisión, la adecuación de sus condiciones particulares de descarga mediante el trámite de "Modificaciones técnicas de títulos de concesión y/o permisos de descarga de aguas residuales", o bien mediante el trámite vigente que le sustituya, acompañada de los datos y requisitos establecidos en la Ley de Aguas Nacionales, o la normatividad ambiental vigente.

Vinculación: *En caso de que el diseño del sistema de tratamiento y las características del agua residual generada por el desarrollo habitacional no contemplen o generen ciertos contaminantes, se podrá solicitar la exención de análisis para dichos parámetros, conforme al procedimiento establecido por la CONAGUA. Esta solicitud incluirá la caracterización de la descarga con base en los seis meses previos, y estará sujeta a verificación técnica por parte de la autoridad o unidad de verificación.*

4.4. En el caso de que el agua clara o de primer uso de abastecimiento registre concentración de algún contaminante en Promedio Mensual, se podrá restar de la concentración de la descarga, a excepción de los

parámetros: temperatura, pH, toxicidad aguda, color verdadero, *Escherichia coli*, Enterococos fecales y huevos de helmintos siempre y cuando lo acredite a través de al menos dos análisis Promedio Diario de calidad del agua efectuados por un laboratorio, realizados en términos de lo dispuesto en los Capítulos 5 y 6.

Los informes de resultados de muestreo y análisis de agua de abastecimiento referido en el párrafo anterior realizados en un mes calendario serán válidos para los informes de resultados de muestreo y análisis de aguas residuales realizados en el trimestre al que corresponda el citado mes.

Vinculación: *Si el agua de abastecimiento del proyecto presenta algún contaminante en promedio mensual, este podrá ser descontado de la descarga final conforme a lo estipulado, excepto en los parámetros excluidos. Para ello se realizarán análisis conforme al procedimiento señalado, asegurando la trazabilidad y cumplimiento.*

5. Métodos de prueba

5.1. Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, se deberán aplicar las normas mexicanas según corresponda, indicadas en el capítulo 2.

Vinculación: *Todos los análisis de los parámetros normados serán realizados por laboratorios acreditados utilizando los métodos de prueba especificados en el capítulo 2 de la norma, garantizando precisión y comparabilidad de resultados.*

5.2. Para determinar la toxicidad aguda de las descargas de aguas residuales vertidas a cuerpos receptores, los análisis deberán efectuarse mediante muestras simples. La evaluación se realizará a través de Vibrio fischeri (Photobacterium phosphoreum). El límite permisible es menor o igual a 2 Unidades de Toxicidad (UT). Las Unidades de Toxicidad (UT), se determinan por la fórmula:

$$1\ UT = 100/CE50$$

Donde:

CE50 es la concentración que genera efectos adversos, letales o no letales en el 50% de los organismos de prueba expuestos o en el parámetro biológico seleccionado para evaluar el efecto tóxico.

Vinculación: *Se incluirá la evaluación de toxicidad aguda mediante el bioensayo con Vibrio fischeri, garantizando que las descargas cumplan con el límite permisible ≤ 2 UT. La PTAR estará diseñada para mitigar efectos tóxicos sobre el ambiente acuático.*

5.3. El responsable de la descarga de aguas residuales debe verificar que los métodos para el muestreo y análisis utilizados por los laboratorios de prueba, sean los establecidos en el numeral 2. Referencias normativas de la presente norma.

Los laboratorios de prueba a que hace referencia el párrafo anterior, deberán ser acreditados por la entidad de acreditación y aprobados por la autoridad competente.

El responsable de la descarga podrá solicitar a la Secretaría, la autorización de métodos de prueba alternos conforme a lo establecido en la legislación aplicable en la materia.

Vinculación: *La verificación de los métodos de muestreo y análisis se asegurará mediante contratación de laboratorios acreditados por EMA y aprobados por la autoridad. En caso necesario, se solicitará la aprobación de métodos alternos conforme a lo establecido en la legislación ambiental vigente.*

6. Muestreo

6.1. El responsable de la descarga realizará el monitoreo de las descargas de aguas residuales para determinar el promedio diario y el mensual, con la periodicidad establecida en el numeral
6.2 a través de un laboratorio.

Vinculación: *El monitoreo de las descargas será ejecutado con la periodicidad establecida (mensual, trimestral o semestral según corresponda), empleando muestras simples y compuestas obtenidas conforme a lo señalado en las Tablas 3, 4 y 5. Los resultados serán reportados mediante el sistema electrónico de la CONAGUA dentro del plazo normado.*

6.2. La periodicidad de los muestreos, análisis e informe de resultados se indican en la Tabla 3 para descargas de tipo municipal y en la Tabla 4 para descargas no municipales. En situaciones que justifiquen un mayor control, como protección de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, emergencias hidroecológicas o procesos productivos fuera de control, la Comisión podrá modificar la periodicidad de muestreo, análisis e informe de resultados.

TABLA 3
Descargas municipales

Rango de población	Frecuencia de muestreo y análisis	Frecuencia de Informe de resultados de muestreo y análisis
Mayor de 50 000 habitantes	MENSUAL	TRIMESTRAL
de 10 001 a 50 000 habitantes	TRIMESTRAL	TRIMESTRAL
de 2 501 a 10 000 habitantes	SEMESTRAL	TRIMESTRAL

TABLA 4
Descargas no municipales**

Demanda Química de Oxígeno (toneladas/día)	Carbono Orgánico Total* (toneladas/día)	Sólidos Suspendidos Totales (toneladas/día)	Frecuencia de muestreo y análisis	Frecuencia de Informe de resultados de muestreo y análisis
Mayor a 3,0	Mayor a 0,75	Mayor a 3,0	MENSUAL	TRIMESTRAL
De 1,2 a 3,0	De 0,3 a 0,75	De 1,2 a 3,0	TRIMESTRAL	TRIMESTRAL
Menor a 1,2	Menor a 0,3	Menor a 1,2	SEMESTRAL	TRIMESTRAL

*Aplica para aguas residuales con una concentración mayor a 1 000 mg/L de cloruros.
** Aplicará la frecuencia de muestreo y análisis del parámetro con mayor carga contaminante.

Todo informe de resultados de muestreo y análisis deberá registrarse y firmarse en el sistema electrónico que para tal efecto la Comisión pondrá a disposición de los laboratorios, mismo que deberá firmarse a más tardar el séptimo día hábil posterior a que haya concluido el trimestre en cuestión. Para el caso de la frecuencia de muestreo e informe de resultados con carácter semestral, el registro y firma a que se refiere este párrafo será en el trimestre en que se haya realizado el muestreo.

El signatario autorizado del laboratorio deberá colectar las muestras simples en el número e intervalo que refiere la Tabla 5 las cuales conformarán una muestra compuesta, debiendo al menos existir dos muestras compuestas Promedio Diario durante el mes calendario para poder determinar el Promedio Mensual.

TABLA 5
Número e intervalo de muestras simples

Horas por día que opera el proceso generador de la descarga	Número de muestras simples	Intervalo entre colecta de muestras simples (horas)	
		Mínimo	Máximo
Menor que 4	2	N. E.	N. E.
De 4 y hasta 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

N. E. = No especificado

La selección del intervalo para la colecta de las muestras simples deberá estar dentro del rango mínimo y máximo que corresponda, conforme al periodo que opera el proceso generador de la descarga en el día del muestreo.

Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su colecta.

Vinculación: *El monitoreo de las descargas será ejecutado con la periodicidad establecida (mensual, trimestral o semestral según corresponda), empleando muestras simples y compuestas obtenidas conforme a lo señalado en las Tablas 3, 4 y 5. Los resultados serán reportados mediante el sistema electrónico de la CONAGUA dentro del plazo normado.*

6.3. La muestra simple será la que colecte un laboratorio en el punto de descarga, en día normal de operación del proceso generador de la descarga, que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que la generan, durante el tiempo necesario y continuo para completar cuando menos un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio en el momento del muestreo.

A efecto de comprobar lo anterior, el laboratorio que colecte las muestras solicitará al responsable de la descarga el permiso emitido por la Comisión, lo cual se asentará en el informe de resultados de muestreo y análisis, con una descripción de las condiciones o circunstancias de operación al momento de la colecta de las muestras.

La Comisión, la Procuraduría o la Unidad de Verificación, podrán recabar los documentos o la evidencia necesaria que acrediten que efectivamente las muestras simples se realizaron en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga.
El volumen de cada muestra simple necesario para formar la muestra compuesta se determina mediante la siguiente ecuación:

VMSi = VMC * (Qi/Qt)

Donde:
VMSi = volumen de cada una de las muestras simples "i", en litros.
VMC = volumen de cada muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, en litros.
Qi = caudal medido en la descarga en el momento de colectar la muestra simple, en litros por segundo.
Qt = SQi hasta Qn,..., en litros por segundo.

Los resultados de pH y toxicidad aguda no deberán estar fuera del límite permisible en ninguna de las muestras simples.

Vinculación: *El laboratorio acreditado tomará muestras simples en condiciones representativas del proceso de generación de aguas residuales. Las condiciones de operación al momento del muestreo serán registradas y documentadas conforme a la norma.*

6.4. Asimismo, el laboratorio deberá tomar las coordenadas geográficas, con el geoposicionador global, con el Datum cuyas especificaciones se encontrarán en el sistema electrónico que para tal efecto la Comisión utilice para el registro de las descargas, establecido en el segundo párrafo del numeral 6.2 y deberán incorporarse en el informe de resultados de muestreo y análisis para su correcta identificación, así como cerciorarse y reportar sí el cuerpo receptor donde efectivamente se descarga el agua residual por el responsable es el autorizado en el permiso de descarga expedido por la Comisión.

Vinculación: *Durante el muestreo se registrarán coordenadas geográficas del punto de descarga autorizado, así como del del puerto de muestreo emitido en el permiso por la CONAGUA. Este dato formará parte del informe técnico.*

6.5. En el caso del parámetro de pH se debe reportar el valor tomado en campo durante la colecta de cada muestra simple.

Vinculación: *Los parámetros como pH, toxicidad aguda, temperatura, grasas y aceites, Escherichia coli, Enterococos fecales y otros previstos en las Tablas 1 y 2 serán determinados mediante los procedimientos y cálculos señalados en la norma, asegurando cumplimiento tanto en Promedio Diario como Mensual.*

6.6. En el caso del parámetro de toxicidad aguda, se deben reportar los valores obtenidos de cada muestra simple.

Vinculación: *Los parámetros como pH, toxicidad aguda, temperatura, grasas y aceites, Escherichia coli, Enterococos fecales y otros previstos en las Tablas 1 y 2 serán determinados mediante los procedimientos y cálculos señalados en la norma, asegurando cumplimiento tanto en Promedio Diario como Mensual.*

6.7. En el caso del parámetro temperatura el valor Promedio Diario será el resultado del promedio aritmético de los valores tomados en campo en la colecta de cada una de las muestras simples.

Vinculación: *Los parámetros como pH, toxicidad aguda, temperatura, grasas y aceites, Escherichia coli, Enterococos fecales y otros previstos en las Tablas 1 y 2 serán determinados mediante los procedimientos y cálculos señalados en la norma, asegurando cumplimiento tanto en Promedio Diario como Mensual.*

6.8. En el caso del parámetro grasas y aceites el valor Promedio Diario será el resultado del promedio ponderado en función del caudal de los valores que resulten del análisis de cada una de las muestras simples colectadas para conformar la muestra compuesta.

Para determinar el promedio ponderado en función del caudal se deberán obtener las participaciones porcentuales "w_i" del caudal de cada muestra simple "Q_i" respecto de la sumatoria de los caudales de todas las muestras simples, lo cual se expresa de la siguiente forma:

$$w_i = \frac{Q_i}{\sum_{i=1}^{n} Q_t}$$

Donde
w_i = Ponderador o participación porcentual del caudal de la muestra simple "i"

w_i= Caudal medido en la descarga en el momento de colectar la muestra simple, en litros por segundo

Una vez obtenido el ponderador del caudal de la muestra simple "i" se deberá multiplicar por el resultado del parámetro grasas y aceites de cada muestra simple que corresponda, para posteriormente sumar todos los productos obtenidos, de acuerdo a lo siguiente:

$$PP = \sum_{t=1}^{n} w_i \times R_i^x$$

Donde
PP = Promedio ponderado en función del caudal del parámetro "x" expresado en miligramos por litro
w_i =Ponderador o participación porcentual del caudal de la muestra simple "i"
R_i^x=Resultado del parámetro "x" expresado en miligramos por litro

Vinculación: *Los parámetros como pH, toxicidad aguda, temperatura, grasas y aceites, Escherichia coli, Enterococos fecales y otros previstos en las Tablas 1 y 2 serán determinados mediante los procedimientos y cálculos señalados en la norma, asegurando cumplimiento tanto en Promedio Diario como Mensual.*

6.9. Para el caso de los parámetros *Escherichia coli* y Enterococos fecales, el valor Promedio Diario será el resultado de la media geométrica de los valores que resulten del análisis de cada una de las muestras simples colectadas para conformar la muestra compuesta.

La media geométrica de los parámetros *Escherichia coli* y Enterococos fecales se calcula con la raíz "n" del producto de los "n" resultados del parámetro que corresponda obtenidos en cada muestra simple "i", lo cual se expresa de la siguiente manera:

$$\acute{x} = \sqrt[n]{\prod_{t=1}^{n} x_i}$$

Donde
$\acute{x}$ = Media geométrica, como número más probable (NMP) por cada cien mililitros.
x_i= Resultado obtenido en el parámetro que corresponda en cada muestra simple "i", como número más probable (NMP) por cada cien mililitros.

Vinculación: *Los parámetros como pH, toxicidad aguda, temperatura, grasas y aceites, Escherichia coli, Enterococos fecales y otros previstos en las Tablas 1 y 2 serán determinados mediante los procedimientos y cálculos señalados en la norma, asegurando cumplimiento tanto en Promedio Diario como Mensual.*

6.10. El valor Promedio Diario de los parámetros previstos en las Tablas 1 y 2 diferentes a los señalados en los numerales del 6.5 al 6.9 será el resultado del análisis de la muestra compuesta.

Vinculación: *Los parámetros como pH, toxicidad aguda, temperatura, grasas y aceites, Escherichia coli, Enterococos fecales y otros previstos en las Tablas 1 y 2 serán determinados mediante los procedimientos y cálculos señalados en la norma, asegurando cumplimiento tanto en Promedio Diario como Mensual.*

6.11. El valor Promedio Mensual de los parámetros contenidos en las Tablas 1 y 2, será el resultado del promedio ponderado en función del caudal de los valores en Promedio Diario que resulten del análisis de al menos dos muestras compuestas colectadas en el mismo mes calendario.

Para determinar el promedio ponderado en función del caudal se deberán obtener las participaciones porcentuales "wc" del caudal de cada muestra compuesta Promedio Diario "Qc" respecto de la sumatoria de los caudales de todas las muestras compuestas, lo cual se expresa de la siguiente forma:

$$w_c = \frac{Q_c}{\sum_{c=1}^{n} Q_c}$$

Donde

w_c = Ponderador o participación porcentual del caudal de la muestra compuesta "c"

Q_c = Caudal promedio aritmético de los caudales medidos en la descarga en el momento de colectar cada una de las muestras simples, en litros por segundo

Una vez obtenido el ponderador del caudal de la muestra compuesta "c" se deberá multiplicar por el resultado en Promedio Diario del parámetro que corresponda a la misma muestra compuesta, para posteriormente sumar todos los productos obtenidos, de acuerdo a lo siguiente:

$$PP = \sum_{c=1}^{n} w_c \times PD_c^x$$

Donde

PP = Promedio ponderado en función del caudal del parámetro "x" expresado en la unidad de medida que le corresponda

w_c= Ponderador o participación porcentual del caudal de la muestra compuesta "c"

PD_c^x= Resultado en Promedio Diario del parámetro "x" expresado en la unidad de medida que le corresponda.

Vinculación: *El Promedio Mensual se calculará con base en al menos dos muestras compuestas representativas del mes, ponderadas según el caudal, garantizando una evaluación fiel del comportamiento de la descarga.*

6.12. La cadena de custodia, la hoja de campo y las demás evidencias que soporten los informes de resultados de muestreo y análisis deberán mantenerse por el laboratorio para su consulta por un periodo de 5 años posteriores a su emisión, registro y firma.

Vinculación: *Se mantendrán los documentos de respaldo (cadena de custodia, hojas de campo, etc.) por un periodo mínimo de cinco años, conforme a lo requerido, disponibles para auditoría o verificación por la autoridad.*

6.13. Los responsables de la descarga de aguas residuales a cualquier cuerpo receptor deberán prever en el sitio autorizado en el permiso de descarga emitido por la Comisión, la existencia de infraestructura fija, segura y adecuada para que pueda realizarse la colecta de muestras, conforme a lo establecido en el Apéndice Normativo.

Vinculación: *El proyecto contempla infraestructura adecuada y segura cercana al sitio de descarga autorizado, que permita la toma representativa de muestras por parte de laboratorios acreditados, conforme al Apéndice Normativo. Cabe señalar que una vez determinado el punto de ubicación geográfica del puerto de muestreo se presentaran a la Comisión las coordenadas exactas, anexas a la solicitud del permiso de descarga.*

6.14. Cuando durante la realización de la toma de muestras se observe por parte del signatario autorizado que no se tiene flujo en la descarga, lo deberá asentar como tal en la cadena de custodia del muestreo correspondiente. Y esa muestra no debe considerarse en ninguno de los cálculos del presente capitulo.

Vinculación: *Si en una visita programada no se detecta flujo de descarga, esto será registrado en la cadena de custodia y dicho muestreo no se considerará para los cálculos, conforme a lo establecido.*

III.4.2. EN MATERIA DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

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

Vinculación: *Para dar cumplimiento a la normatividad expuesta, durante el desarrollo del proyecto se supervisará que todos los vehículos empleados presenten buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la emisión de gases a la atmósfera. Por lo que las camionetas utilizadas contarán con mantenimiento periódico.*

NOM-045-SEMARNAT-2017. Esta norma que establece Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Y los niveles máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición (D.O.F. 08/Marzo/2018).

Vinculación: *Los vehículos utilizados durante la preparación del sitio y operación, deberán contar con el mantenimiento periódico requerido para evitar el desajuste de la alimentación del combustible al motor, entre otros aspectos, necesario para prevenir y controlar las emisiones de opacidad del humo. Aunque esta norma no es aplicable a la maquinaria, y el uso de esta será en un lapso corto de tiempo, se verificará que estos cuenten con un mantenimiento periódico.*

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición (D.O.F. 13/Enero/1995).

Vinculación: *Las camionetas que sean empleadas durante la obra serán objeto de mantenimiento periódico, mantenimiento que incluya el ajuste o cambio de piezas sueltas u obsoletas, para minimizar la generación de ruido durante su operación. Esta norma no es aplicable a la maquinaria que se utilizará para construcción. Se considera que la mayor generación de ruido es por parte de los vehículos y maquinaria serán menores y se considera que estas no rebasan los 65 dB además que solo laboran de día.*

III.4.3. EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS

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.

NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052- SEMARNAT-1993.

Vinculación. *Los residuos peligrosos que se llegarán a generar durante las actividades de construcción del proyecto serán identificados, controlados y manejados conforme a las especificaciones de estas normas y del Reglamento de la LGPGIR.*

En especial es relevante verificar el cumplimiento de la NOM-054-SEMARNAT-1993 para determinar las incompatibilidades de los residuos almacenados en el área de sólidos, para garantizar un adecuado manejo de los mismos dentro del predio.

Las normas mencionadas son los instrumentos normativos que regirán durante todas las etapas del proyecto, por lo que se considera el cumplimiento puntual de las mismas por parte de la empresa. Se aplicará el ***Procedimiento de manejo de residuos peligrosos,*** *el cual se puede observar en el* ***Anexo 5*** *del estudio en cuestión.*

III.4.4. EN MATERIA DE FLORA Y FAUNA

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

Vinculación: *Se examinó la presencia o reporte de especies bajo protección en la fauna avistada o reportada para el sitio, como se describe en la sección de flora y fauna del* ***Capítulo IV****. Por lo que estas y todas las especies que pudieran observarse durante las primeras etapas del proyecto no serán afectadas, debido a que se llevaran a cabo acciones para prevenir y mitigar los efectos causados por dicha obra, tales como el rescate y reubicación de especies, establecimiento de áreas conservación (superficies con vegetación nativa) y áreas verdes que propiciarán la permanencia de flora y fauna en esta norma y proveerá de áreas de refugio y alimentación de especies de importancia en algún estatus de riesgo.*

Estas actividades serán realizadas mediante la implementación del Programa de rescate y reubicación de algunas especies de la vegetación a afectar y del Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver ***Anexo 6*** *de este estudio). Dichos programas pretenden preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestre de la región.*

III.5 LEYES Y REGLAMENTOS

III.5.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)

Esta ley fue expedida en el año 1988 y reformado sustancialmente en el 2018; tiene por objeto el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas, así como garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

A continuación, se analizan los artículos de la LGEEPA aplicables al proyecto.

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

Fracción IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;
Fracción 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;

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

Vinculación: *De acuerdo a lo señalado en los artículos anteriores, el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, es el mecanismo que se debe aplicar de manera precautoria para identificar los posibles impactos ambientales que se pudieran generar por la construcción y operación del proyecto, por ello y en conformidad a lo establecido en dichos artículos, se cumple de manera evidente al presentar este Manifiesto de impacto ambiental para la Construcción de un Desarrollo Inmobiliario Habitacional, que por ser una obra que se pretende desarrollar en un ecosistema costero, resulta ser regulada mediante esta ley. De manera que el proyecto se somete a evaluación por las actividades y fracciones mencionadas.*

Artículo 35.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.

Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

Vinculación: *El artículo en comento establece de manera general a la autoridad la forma en que deberá iniciar el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, para lo cual la Secretaría prestará especial atención a que el proyecto se ajuste a lo establecido en la LGEEPA, su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) que le sean aplicables, además de lo que se especifique en los programas de desarrollo urbano (PDU's), los ordenamientos ecológicos del territorio (OET's), de existir y las declaratorias de áreas naturales protegidas (D-ANP's), así como sus programas de manejo y deja a salvo algunas otras disposiciones jurídicas, en materia ambiental, que resulten aplicables al proyecto.*

Toda vez, que se ha satisfecho la parte de vinculación con las leyes, normas ambientales y ordenamientos jurídicos aplicables, posteriormente se analiza la parte de impactos al ambiente, o lo que comúnmente se denomina la parte técnica de la evaluación.

De lo anterior, el proyecto da cumplimiento al presente artículo ante la presentación de la Manifestación de Impacto ambiental ante la autoridad de la SEMARNAT para su evaluación correspondiente.

Artículo 35 BIS 1.- Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declaran bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.

Vinculación: *Al respecto se anexa a este estudio una carta protesta de decir la verdad, así como implementar los mejores métodos y técnicas para la realización de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, dando por cumplido el artículo anterior.*

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

I.- La preservación 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;
II.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;
III.- El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas.

Vinculación: *Se examinó la presencia o reporte de especies bajo protección en la fauna avistada o reportada para el sitio, como se describe en la sección de flora y fauna del* ***Capítulo IV****. Por lo que estas y todas las especies que pudieran observarse durante las primeras etapas del proyecto no serán afectadas, debido a que se llevaran a cabo acciones para prevenir y mitigar los efectos causados por dicha obra, tales como el rescate y reubicación de especies, establecimiento de áreas conservación (superficies con vegetación nativa) y áreas verdes que propiciará la permanencia de flora y fauna en esta norma y proveerá de áreas de refugio y alimentación de especies de importancia en algún estatus de riesgo (Ver* ***Anexo 6*** *de este estudio).*

Artículo 83.- El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.

Vinculación: *El proyecto se ubica dentro de un área urbanizada, por lo que este es compatible con los usos de la región.*

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

I.- El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;
IV.- En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;
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 en comento es compatible con la vocación natural del suelo, así como con los usos compatibles y actuales establecidos en los Ordenamientos Territoriales analizados en este estudio, cumpliendo los criterios de las UGA correspondiente.*

El proyecto asignará áreas conservación, que mantendrán el suelo y la vegetación nativa; mismas que seguirán proporcionando una serie de funciones ecológicas importantes y continuarán prestando servicios ambientales de importancia en la región, tales como la protección, formación y regulación de los nutrimentos del suelo, infiltración de agua en calidad y cantidad, entre otros.

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

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.

Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.

Vinculación: *Durante las diferentes etapas del proyecto, se utilizarán vehículos automotores, así como maquinaria pesada. Cabe mencionar que, dentro de las medidas de mitigación, se establece que, para las dos primeras etapas, se contratará empresas que demuestren que la maquinaria se encuentra en buen estado y con mantenimientos recientes, para evitar que las emisiones sobrepasen los límites máximos permisibles de acuerdo a la normatividad aplicable.*

Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

I.- La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;
IV.- Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.

Vinculación: *Con el objeto de mantener las emisiones contaminantes controladas y dentro de los parámetros de la NOM-041-SEMARNAT-2015 y la NOM-045-SEMARNAT-2017. El proyecto minimizará las emisiones a la atmósfera a partir de mantenimientos periódicos a todos y cada uno de los equipos utilizados en las actividades de la empresa; así como para los automotores utilizados durante las etapas de preparación y construcción garantizando su correcto funcionamiento.*

Durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto se llevará a cabo la contratación del servicio de letrinas portátiles (una para cada 15 trabajadores), por lo que la limpieza y mantenimiento de las mismas, correrá a cargo de la empresa contratada; esto con el fin de evitar descargar las aguas residuales al subsuelo y con ello minimizar impactos generados por la obra.

Para la descarga de aguas en la etapa de operación se contará con sistema individual para tratamiento de aguas residuales residenciales (SITAR) DLD14 que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados, permitirá tratar estas aguas, las cuales serán enviadas a un registro clorador el cual le dará un tratamiento terciario para que posteriormente dichas aguas puedan ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.

Artículo 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.

Artículo 122. Las aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltren en el subsuelo, y en general, las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir.

I. Contaminación de los cuerpos receptores.
II. Interferencias en los procesos de depuración de las aguas.
III. Trastornos, impedimentos o alteraciones en los correctos aprovechamientos, o en el funcionamiento adecuado de los sistemas, y en la capacidad hidráulica en las cuencas, cauces, vasos, mantos acuíferos y demás depósitos de propiedad nacional, así como de los sistemas de alcantarillado.

Vinculación: *Durante la etapa de preparación de sitio y de construcción del proyecto se empleará letrinas móviles para los trabajadores. Las aguas sanitarias que sean generadas, serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (arrendadora de letrinas), por lo que no se realizarán afectaciones al*

manto freático. Para la descarga de aguas, en la etapa de operación se contará con sistema individual para tratamiento de aguas residuales residenciales (SITAR) DLD14 que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados, permitirá tratar estas aguas, las cuales serán enviadas a un registro clorador el cual le dará un tratamiento terciario para que posteriormente dichas aguas puedan ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.

Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

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.

Análisis: *Los residuos generados serán depositados en contenedores y posteriormente serán enviados al sitio de disposición final autorizado más cercano.*

Artículo 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

I.- La contaminación del suelo;
II.- Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;
III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y
IV.- Riesgos y problemas de salud.

Vinculación: *Los residuos deberán ser separados en dos fracciones: orgánica e inorgánica. Los residuos sólidos no peligrosos que serán generados dentro del predio por las actividades del proyecto se manejarán en contenedores debidamente rotulados, los cuales permanecerán cierto tiempo almacenados en la obra para posteriormente ser dispuestos en sitios autorizados.*

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

Artículo 152 BIS. Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.

Vinculación: *No se pretende la generación de residuos peligrosos durante las etapas del proyecto, sin embargo, se tendrá especial cuidado con las maquinarias y vehículos que utilicen sustancias peligrosas. En caso de generarse residuos peligrosos, se dispondrán temporalmente en contenedores destinados para tal fin hasta que una empresa especializada y autorizada los retire del área del proyecto*

III.5.2. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

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

Vinculación: *En los procedimientos de manejo de residuos que se implementarán para el proyecto (anexo 5) se incluye la separación de residuos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos.*

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

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

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

Vinculación: *En los procedimientos de manejo de residuos que se muestran en el anexo 5 se indican que se implementará para el proyecto la separación de residuos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos.*

Durante las obras que conforman este proyecto se generará una cantidad poco significativa de residuos peligrosos, particularmente restos de aceite y filtros de aceite y residuos de pintura, así como algunos casos probables de fugas de combustible, estopas y trapos impregnados con tales sustancias; se implementará un almacén temporal para resguardo y manejo adecuado de éstos por empresas autorizadas. Además, se implementarán medidas adecuadas para el control, manejo, almacenaje y disposición final de tales residuos peligrosos.

Durante la etapa operativa, se prevé la generación de residuos sólidos urbanos, no obstante, se contará con contenedores para su acopio temporal, y se dispondrán en un sitio autorizado para su confinamiento archivando los documentos probatorios resultantes.

III.5.3. LEY DE AGUAS NACIONALES

Esta Ley se encarga de reglamentar el control de la extracción, así como la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales del subsuelo, inclusive las que hayan sido libremente alumbradas y las superficiales, por lo anterior se deberá atender la presente Ley, en particular los siguientes artículos regulatorios:

Artículo 16. La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.

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

Artículo 21. Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, se solicitará el permiso de descarga de aguas residuales y el permiso para la realización de las obras que se requieran para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas y el tratamiento y descarga de las aguas residuales respectivas.

Artículo 25. Una vez otorgado el título de concesión o asignación, el concesionario o asignatario tendrá el derecho de explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales durante el término de la concesión o asignación, conforme a lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos.

Vinculación: *Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se instalarán letrinas portátiles cuya disposición de residuos quedará a cargo de empresa proveedora del servicio. Así mismo, durante la etapa de operación se contará con sistema individual para tratamiento de aguas residuales residenciales (SITAR) DLD14 que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados, permitirá tratar estas aguas, las cuales serán enviadas a un registro clorador el cual le dará un tratamiento terciario para que posteriormente dichas aguas puedan ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.*

III.5.4. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

ARTICULO 4. Establece que es deber de todos los habitantes del país cuidar y preservar la fauna silvestre.

ARTÍCULO 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…

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

ARTICULO 106.- Toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente ley o en la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, estará obligado a repararlos en los términos del código civil para el distrito federal en materia del fuero común y para toda la república en materia del fuero común federal, así como en lo particularmente previsto en la presente ley y el reglamento.

Vinculación: *El proyecto NO fragmentará la flora y la fauna de la zona dado que este se encuentra dentro de un área urbanizada. Sin embargo, se contempla la permanencia de áreas verdes y de conservación, además durante las actividades constructivas del proyecto se contará con la supervisión permanente por personal capacitado que evite la afectación de áreas no autorizadas, además se contempla que el desmonte sea gradual para permitir la dispersión de la fauna.*

Se aplicará un programa de acciones para la protección de la fauna (Anexo 6) que pudiese encontrarse previo y durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto para cada una de las etapas propuestas. Dichas medidas pretenden preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestre de la región.

III.5.5. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CAPITULO II. De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental.

Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguno 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:

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros.

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:

I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y

II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

CAPÍTULO III. Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental.

Artículo 9.- Los promovente 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.

Artículo 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

1.- Regional o
2.- Particular

Artículo 14. Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el Cambio de Uso del Suelo de Áreas Forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.

Artículo 17. El promovente deberá presentar a la secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

I.- La manifestación de impacto ambiental.
II.- Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete.
III.- Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Artículo 19. La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro impresos de su contenido.

Vinculación: *El proyecto se somete a evaluación a través de la Manifestación de Impacto Ambiental para la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en Materia de Impacto Ambiental, en virtud de que se incluye en el inciso Q referente a la construcción de un Desarrollo Inmobiliario que Afecte los Ecosistemas Costeros.*

Es decir, el proyecto requerirá de autorización en Materia de Impacto Ambiental debido a lo siguiente:

- *A las actividades que serán realizadas para este proyecto, es decir, construcción de un desarrollo inmobiliario.*
- *El proyecto se encuentra en el municipio de Progreso, considerando el área como ecosistema costero según lo referido en el artículo 3°, fracción XIII Bis de la LGEEPA y artículo 4° del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán.*

III.5.6. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

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

I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;

II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el Art. 16 de la Ley, mediante:

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

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

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

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

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

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

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

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

Artículo 129. Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes.

Vinculación: *Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, es probable que se generen algunos residuos de manejo especial, tales como los excedentes de tierra, los cuales serán reutilizados para la conformación de terracerías. También se generarán residuos de manejo especial derivados de los embalajes de las piezas. Estos residuos serán almacenados y trasladados a un centro de acopio para su reciclaje o confinamiento según el caso. En la obra se contará con un área especializada para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos y estará construida de acuerdo a las especificaciones del reglamento. Durante la operación en el caso de algún derrame o accidente, los suelos impregnados con residuos peligrosos serán considerados como tal, se retirarán del sitio y recibirán el mismo manejo.*

Para cumplir con lo anteriormente señalado se deben manejar los residuos peligrosos generados en el área del proyecto en tambores metálicos y de manera separada, y posteriormente se deberán enviar a disposición final. Los servicios de transporte y disposición final deberán contemplarse mediante empresas autorizadas.

III.5.7. REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES

Artículo 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.

ARTÍCULO 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: *Durante la construcción del proyecto se emplearán letrinas móviles para los trabajadores, de acuerdo al avance del proyecto. 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. Además, se implementará una supervisión para evitar la contaminación del manto freático con residuos de cualquier tipo y descargas de aguas residuales de los sanitarios portátiles. Para la etapa de operación, se contará con sistema individual para tratamiento de aguas residuales residenciales domesticas (SITAR) DLD14 que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados, permitirá tratar estas aguas, las cuales serán enviadas a un registro clorador el cual le dará un tratamiento terciario para que posteriormente dichas aguas puedan ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.*

Artículo 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: *No se disponen residuos en cuerpos de agua. Cabe recalcar que se colocarán contenedores dentro del predio para la disposición de los residuos, los cuales son recolectados o llevados al sitio de disposición final autorizados.*

III.5.8. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA EN PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA

Artículo 13. Para 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.

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.

Artículo 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.

Artículo 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.

Vinculación: *Se promoverá la verificación de los vehículos que se empleen durante la construcción y operación del proyecto para el control de las emisiones generadas; de igual manera se realizarán mantenimientos a los sistemas de la unidad. Se contará con una bitácora de supervisión para el control de dicho punto.*

Artículo 32. Cuando por cualquier circunstancia los vehículos automotores rebasen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, el responsable deberá adoptar de inmediato las medidas necesarias, con el objeto de que el vehículo se ajuste a los niveles adecuados.

Vinculación: *Al emplearse maquinaria pesada los niveles de ruido en ciertas áreas podrían rebasarse conforme a la norma; por lo que todo el personal de la empresa que efectué los trabajos de campo deberá contar con equipo de protección auditiva y observar las disposiciones de seguridad.*

III.6 DECRETOS, REGIONES PRIORITARIAS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

III.6.1. ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)

Estas áreas son congruentes con la delimitación biogeográfica presente en todo el país, en la que se representan unidades básicas de clasificación, constituidas por áreas que albergan grupos de especies con un origen común y patrones similares de fisiografía, clima, suelo y fisonomía de la vegetación. En la siguiente figura se puede observar que el área de estudio con respecto a la distribución de las AICA.

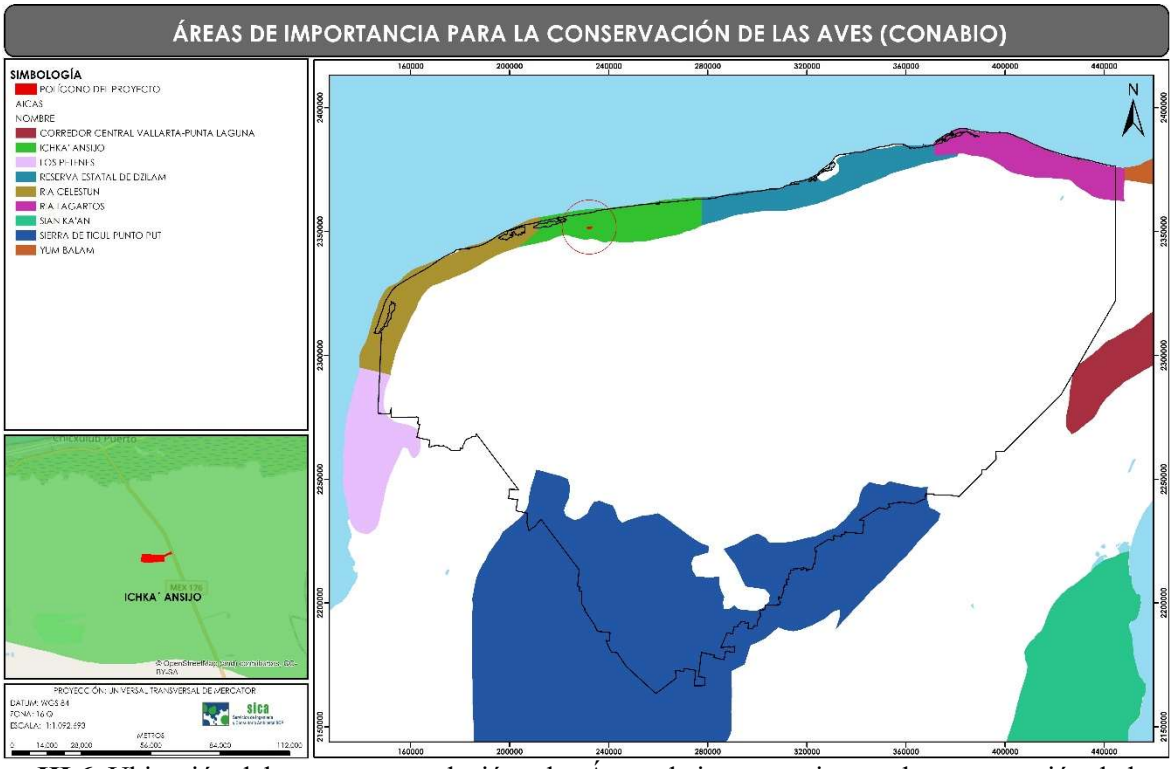


Figura III.6. Ubicación del proyecto en relación a las Áreas de importancia para la conservación de las aves.

Vinculación: *Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto se encuentra inmerso fuera de algún área de importancia para la conservación de las aves. No obstante, como se puede apreciar en el capítulo II, el proyecto considera áreas verdes y áreas de conservación que favorecerán la disposición de áreas de percheo y anidación. Con base en lo anterior se puede indicar que el presente proyecto es congruente con el ambiente.*

III.6.2. REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA (RTP)

Las RTP, corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza eco sistémica y específica, y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país; así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. A continuación, se presenta un análisis de la ubicación del proyecto con respecto a las regiones terrestres prioritarias.

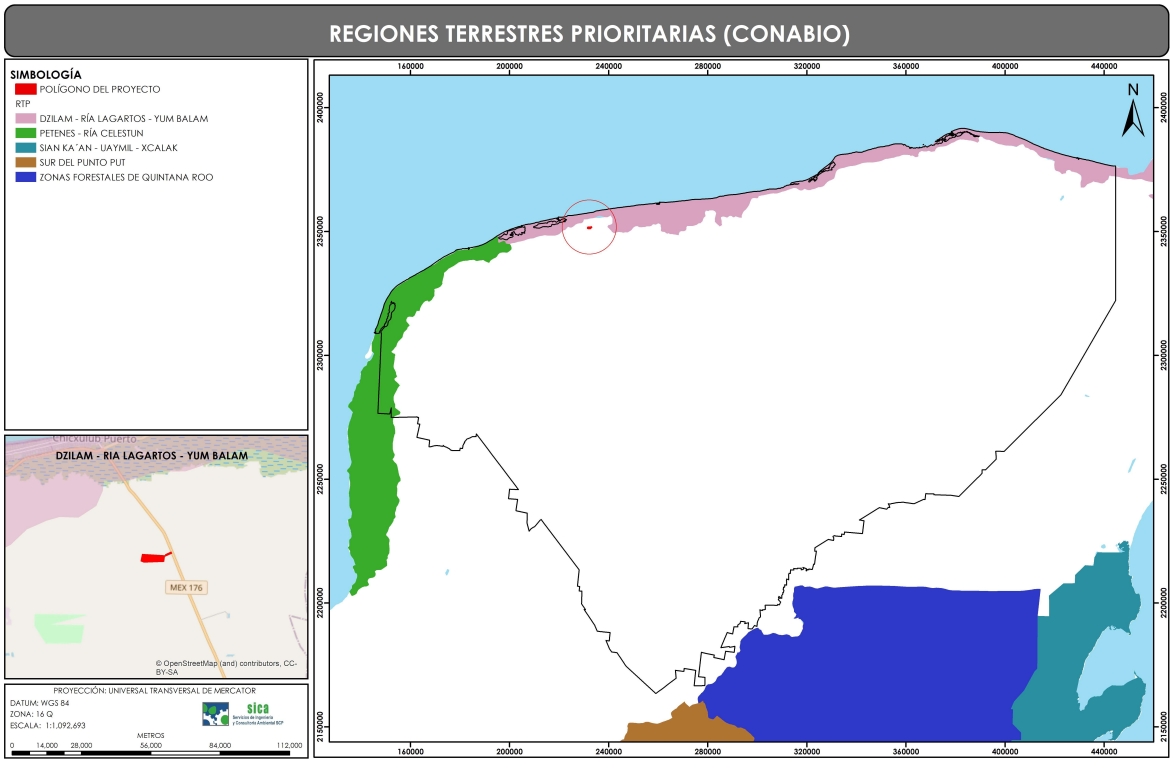


Figura III.7. Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Terrestres Prioritarias.

Vinculación. *Como se observa en la figura anterior, el proyecto se encuentra inmerso fuera de alguna RTP. No obstante, antes de la remoción de la vegetación se llevará a cabo un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre usando técnicas de reforestación y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver Anexo 6 de este estudio). Con todo lo anterior, se puede indicar que el presente proyecto contempla la protección y conservación de la flora, fauna silvestre y formas de vida de la región, y por ende de los servicios ambientales que prestan en la zona. De igual manera, como parte del proyecto se mantendrá una superficie de terreno como áreas conservación (terreno con suelo natural y vegetación nativa) y áreas verdes que contribuirán a la conectividad del predio con áreas colindantes. En suma, se puede indicar que el presente proyecto es totalmente congruente y viable ambientalmente.*

III.6.3. REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA (RHP)

Las RHP se refieren a la parte alta, media o baja de una cuenca o subcuenca o de un cuerpo de agua individual, significativa por sus recursos hídricos y biológicos, los cuales son factibles de ser conservados y en donde ocurren o pueden ocurrir impactos negativos resultado de las actividades de uso y explotación de los mismos por parte de los sectores público o privado, tal como se señala en la siguiente figura del proyecto en cuestión que se encuentra inmerso en la Región Hidrológica Anillo de Cenotes.

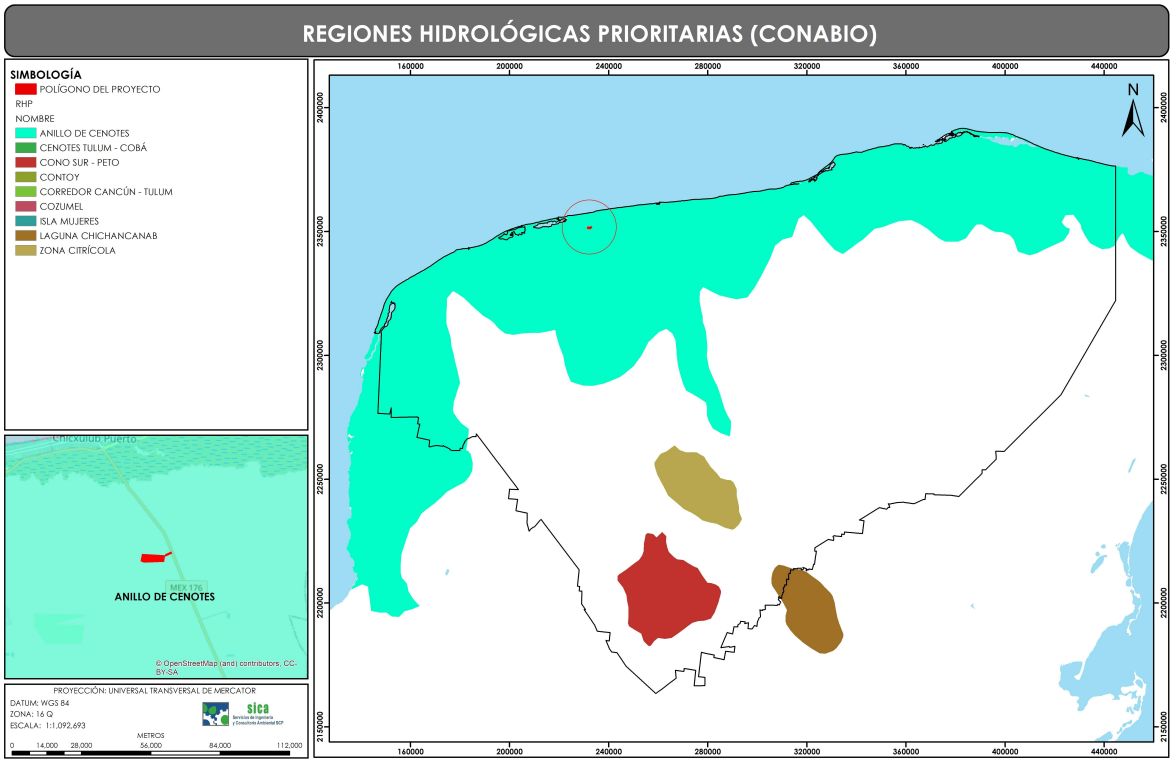


Figura III.8. Ubicación del proyecto en relación a las Regiones hidrológicas prioritarias.

Vinculación: *El predio bajo estudio se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 102. ANILLO DE CENOTES, que abarca una superficie de 16,214.82 m2 (Latitud 21°37'48" - 19°48'36" N-Longitud 90°29'24" - 87°15'36" W. Esta región posee un el clima seco muy cálido, semiseco semicálido y cálido subhúmedo, todos con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 oC. Precipitación total anual 400-1100 mm. Vientos Alisios del SE. Frecuente ocurrencia de huracanes entre junio y diciembre.*

A pesar de que el predio se encuentra inmerso en esta región donde abundan los cenotes, en el área y en sus colindancias inmediatas, no se encontró ningún cuerpo de agua natural que pudiera afectarse por la implementación de las obras de este proyecto. Sin embargo, se tendrá un adecuado manejo de las aguas residuales de origen sanitario; para la etapa de preparación de sitio y construcción de obras, se emplearán sanitarios portátiles en los frentes de trabajo que serán de uso obligatorio. Para la etapa de operación, se contará con sistema individual para tratamiento de aguas residuales residenciales (SITAR) DLD14 que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados, permitirá tratar estas aguas, las cuales serán enviadas a un registro clorador el cual le dará un tratamiento terciario para que posteriormente dichas aguas puedan ser vertidas en un pozo de filtración y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente.

Con base a lo anterior es importante mencionar que el proyecto no alterará, ni modificará ninguna de las características de las Regiones Hidrológicas Prioritarias declaradas en el estado de Yucatán.

III.6.4. REGIÓN MARINA PRIORITARIA (RMP)

Estas regiones se crearon considerando criterios ambientales (integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.).

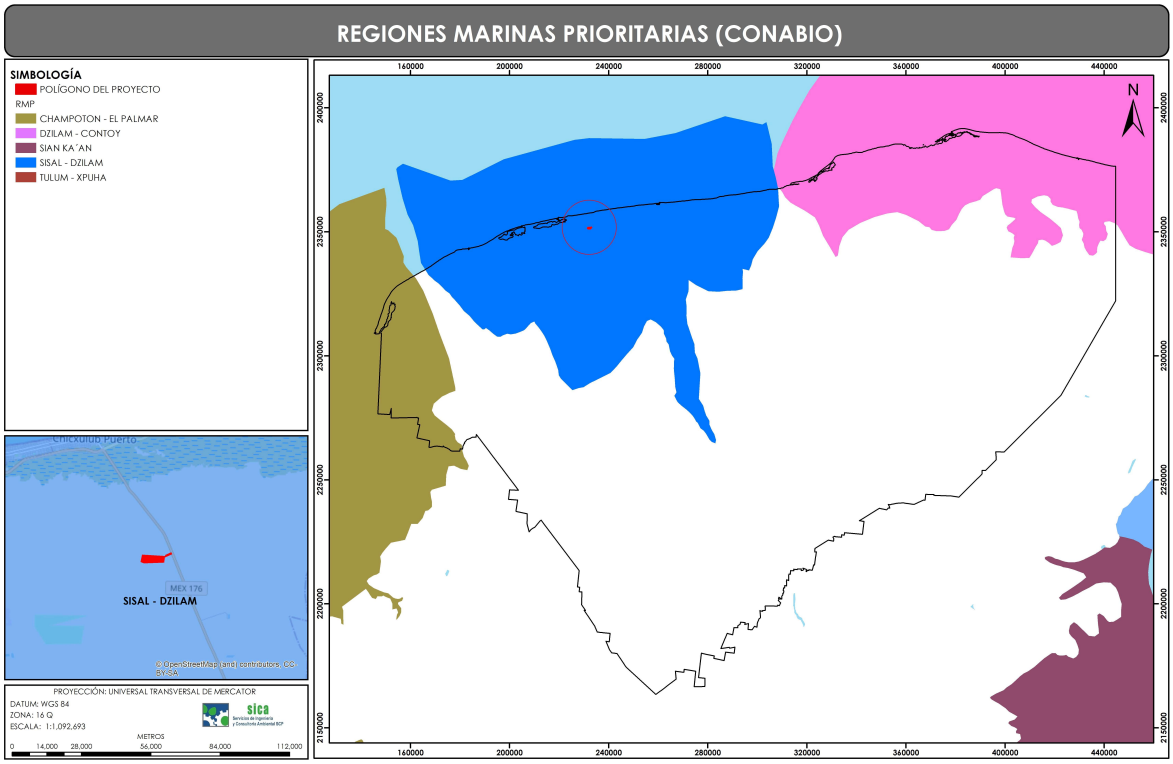


Figura III.9. Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Marinas Prioritarias.

Como se puede observar en la figura anterior el proyecto se encuentra en la **RMP 61. Sisal-Dzilam**, la cual tiene un clima cálido subhúmedo a semiárido con lluvias en verano. Alta precipitación y evaporación. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren huracanes, nortes, tiene zona costera con dunas, petenes. Aspectos económicos: potencial turístico creciente. Zona de pesca intensa organizada en sindicatos, cooperativas y libres, con explotación de crustáceos y peces.

Vinculación: *A pesar de que el proyecto se encuentra inmerso dentro de la RMP antes señalada no la afectará, ya que el predio no se localiza en un área costera, ni afectará algún ecosistema costero. Por lo que se puede indicar que el proyecto en sí, no afectará a los organismos protegidos y contemplados dentro de esta región. En cuanto a la vegetación que fue reportada se contemplan acciones de rescate y reubicación.*

Cabe recalcar que el proyecto tendrá un adecuado manejo de las aguas residuales mediante el uso obligatorio de sanitarios portátiles (durante las diferentes etapas del proyecto). Adicionalmente se aplicarán procedimientos para el buen manejo y disposición de residuos que se generen en los frentes de trabajo. Por todo lo anterior, se puede indicar que el desarrollo del presente proyecto es totalmente congruente con el ambiente.

III.6.5. CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO (CBM)

El Corredor Biológico Mesoaméricano (CBM) procura la unión de los ecosistemas de Norteamérica con los de Sudamérica a través del Istmo Centroamericano, uniendo ecosistemas naturales y poco alterados, así como, áreas con uso sustentable de los recursos naturales. El Corredor involucra a México, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, y Panamá, y tiene su sede en la ciudad de Managua, Nicaragua.

En México, el proyecto contempla 5 corredores biológicos entre los que figuran: Selva Maya Zoque (Norte de Chiapas), Sierra Madre del Sur (Sur de Chiapas), Calakmul – Bala'an K'aax (Campeche), Sian Ka'an - Bala'an K'aax (Quintana Roo) y Costa Norte de Yucatán (Yucatán).

El objetivo del CBM en México es fortalecer las capacidades locales en el uso sustentable de los recursos naturales y promover la conservación de los mismos para que las futuras generaciones puedan aprovecharlos. También, el objetivo del proyecto es servir como instrumento para que los recursos del gobierno apoyen a las comunidades y a la conservación de la biodiversidad.

Vinculación. *El proyecto es totalmente congruente con los objetivos del CBM México, con respecto al uso sustentable de los recursos, promoviendo su conservación para las generaciones futuras. Debido a que el proyecto busca la sustentabilidad al realizar una conversión productiva de un área de vegetación derivada de dunas costeras a un proyecto de desarrollo urbano, el cual traerá fuentes de empleo temporales y permanentes para los habitantes cercanos y, por ende, mejora en la calidad de vida de los pobladores y de la región.*

Por otro lado, el proyecto promueve la conservación de los ecosistemas a afectar a través del mantenimiento de áreas de conservación y áreas verdes que permitirán la continuidad de la prestación de servicios ambientales tales como la captación de agua en calidad y cantidad, protección y formación de suelos, recuperación de la vegetación forestal y la conectividad para la fauna silvestre típica de la región. Una vez expuesto lo anterior, es importante concluir que el proyecto es totalmente congruente con los objetivos del CBM México, siendo totalmente viable.

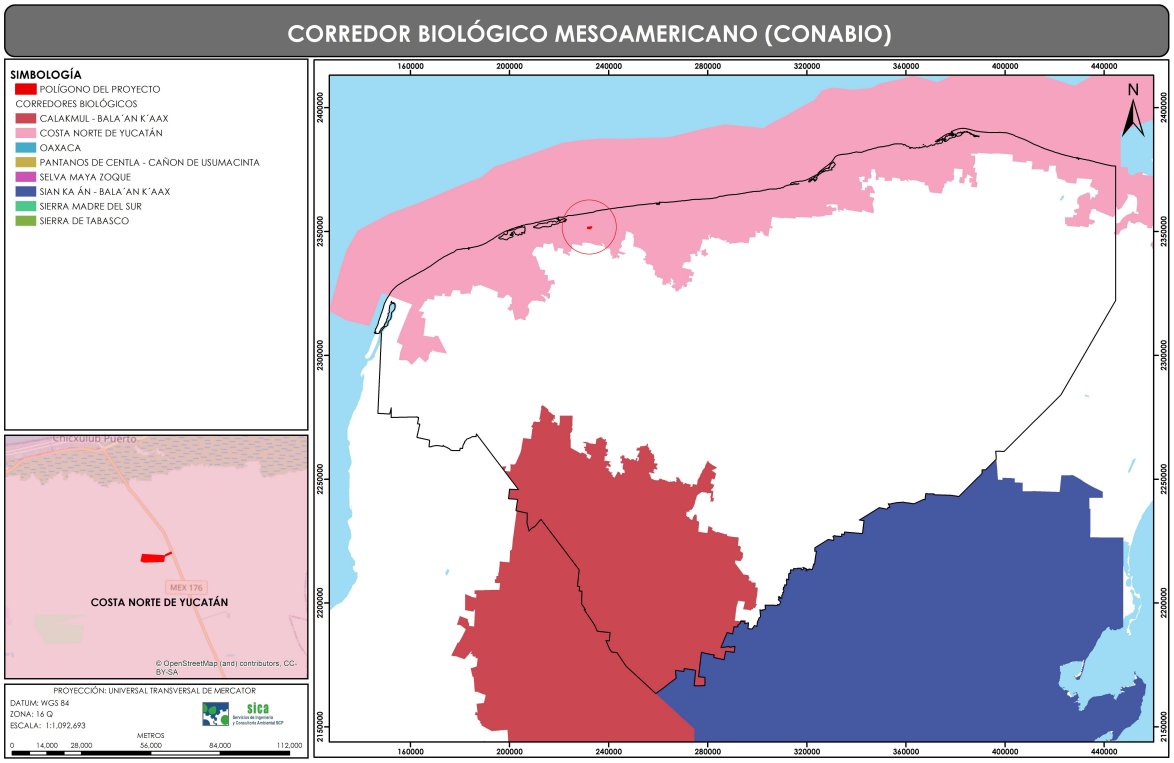


Figura III.10. Ubicación del proyecto en relación al Corredor Biológico Mesoamericano.

III.7 OTROS INSTRUMENTOS NORMATIVOS

III.7.1. LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN

Artículo 95. Las emisiones contaminantes a la atmosfera 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.

Los propietarios de fuentes fijas y móviles que generen cualquiera de estos contaminantes, están obligados a instalar mecanismos para la recuperación y disminución de las emisiones contaminantes.

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

Artículo 105. 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 poder ejecutivo establezca. De igual forma será obligatorio el uso del silenciador y demás aditamentos necesarios para evitar contaminación al ambiente, en los términos que establezca el reglamento de esta ley.

Los propietarios o poseedores que se presenten a verificar fuera de los plazos señalados en el programa correspondiente, serán sancionados en los términos de esta ley.

Si los vehículos en circulación rebasan los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes fijados por las normas correspondientes, después de haber realizado la verificación dos veces sin haberla aprobado, se le solicitara a la autoridad competente que no permita la circulación de dichos vehículos, hasta que acrediten haber dado cumplimiento a las citadas normas. La omisión de dicha verificación o la falta de cumplimiento de las medidas que para el control de las emisiones se establezcan, será objeto de sanción en los términos establecidos en esta ley y su reglamento.

La omisión de dicha verificación o la falta de cumplimiento de las medidas que para el control de las emisiones se establezcan, será objeto de sanción en los términos establecidos en esta ley y su reglamento.

Vinculación: *Se promoverá la verificación de los vehículos que se empleen para el control de las emisiones generadas, de igual manera se efectuará periódicamente mantenimiento a los sistemas de la unidad. Se contará con una bitácora de supervisión para el control de dicho punto. En el programa de manejo de residuos que se implementará para el proyecto se incluye la separación de residuos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos. Los residuos sólidos serán controlados, clasificados y manejados adecuadamente.*

Artículo 107. Queda prohibida la quema a cielo abierto de cualquier tipo de residuos con excepción de los siguientes casos:

I. Para acciones de adiestramiento y capacitación de personal encargado del combate de incendios, y
II. Cuando con esta medida se evite un riesgo mayor a la comunidad o los elementos naturales y medie recomendación de alguna autoridad de atención a emergencias.

Las quemas agropecuarias y forestales deberán sujetarse a las disposiciones legales de la materia.

Vinculación: *El proyecto en comento no pretende la realización de quemas a cielo abierto.*

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

Vinculación: *Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se utilizarán sanitarios portátiles, la empresa contratante será la responsable del mantenimiento y la disposición de las aguas residuales. en la etapa de operación se contará con sistema individual para tratamiento de aguas residuales residenciales (SITAR) DLD14 que, con base en sus procesos anaerobios y sedimentadores especializados, permitirá tratar estas aguas, las cuales serán enviadas a un registro clorador el cual le dará un tratamiento terciario para que posteriormente dichas aguas puedan ser vertidas en un pozo de filtración para que el efluente posea los parámetros que establece la NOM-001-SEMARNAT-2021, y así, generar un menor impacto al manto acuífero y medio ambiente*.

III.7.2. REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN

Artículo 134. Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberá exceder los niveles máximos permisibles, por tipo de contamínate o por fuente de contaminación que establezcan en las Normas Oficiales Mexicanas.

Artículo 152. Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, monóxido de carbono e hidrocarburos, emitidos por el escape de los vehículos en circulación que utilizan gasolina, diésel o gas L.P. como combustible, así como de los niveles de opacidad del humo proveniente de la combustión de los vehículos automotores a diésel, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisiones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible de contaminantes para el ser humano.

Artículo 155. Todos los vehículos automotores que circulan en el estado y que por tanto estén registrados en él, deberán ser sometidos obligatoriamente a verificación en las fechas que se fijen en los programas que al efecto se publiquen, no haciéndose válida su verificación en otras entidades federativas.

Vinculación: *Todos los vehículos automotores que serán empleados en las actividades de las distintas etapas del proyecto, deberán ser sometidos a un mantenimiento periódico preventivo y correctivo en su caso, con la finalidad de cumplir con la normatividad ambiental de emisiones contaminantes a la atmósfera.*

CAPÍTULO

VI

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO..... 1

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO.....1

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).....4

IV.2.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA 4

IV.2.1.1 MEDIO ABIÓTICO.....4

IV.2.1.1.1 CLIMA.....4

IV.2.1.1.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....10

IV.2.1.1.3 SUELOS.....13

IV.2.1.1.4 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA.....17

IV.2.1.2 MEDIO BIÓTICO.....19

IV.2.1.2.1 VEGETACIÓN TERRESTRE.....19

IV.2.1.2.2 FAUNA TERRESTRE.....55

IV.2.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO.....85

IV.2.1.4 PAISAJE.....89

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

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) constituye la definición de una unidad geoespacial de referencia esencial para la toma de decisiones en el ámbito de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Esta delimitación puede asimilarse conceptualmente al establecimiento de los límites funcionales y estructurales de uno o varios ecosistemas presentes en la zona de implantación del proyecto. En términos operativos, el SA se concibe como una unidad ecológica integral que puede ser objetivamente caracterizada, inventariada y cartografiada, conforme a los lineamientos establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Si bien es ampliamente aceptado en la literatura científica que los ecosistemas presentan continuidad espacial y temporal y carecen de fronteras rígidas, siendo sistemas dinámicos sin escala fija, desde la perspectiva de la EIA resulta indispensable establecer un marco territorial delimitado. Esta delimitación permite definir con claridad el alcance espacial del análisis de la estructura, funcionalidad y resiliencia de los ecosistemas, así como de su respuesta ante perturbaciones inducidas por actividades antrópicas.

En consecuencia, la identificación del SA requiere de una metodología fundamentada en un enfoque sistémico, geográfico y administrativo, orientado a la identificación y caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como base para la elaboración de un diagnóstico ambiental con validez técnica y jurídica. Esta noción de sistema ambiental permite evaluar las interacciones e interdependencias funcionales entre los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del territorio, y anticipar los efectos sinérgicos, acumulativos o residuales derivados de la interacción proyecto-entorno.

Para este propósito, la delimitación del SA se representó mediante una poligonal georreferenciada, definida a través de un sistema de coordenadas que posibilita su localización precisa en plataformas cartográficas. Su relevancia dentro del proceso de evaluación ambiental radica en que constituye el ámbito de referencia permanente durante todo el procedimiento de análisis y dictaminación. La magnitud y significancia de una alteración ambiental sólo pueden valorarse en términos relativos, considerando la escala y dimensión del factor afectado dentro del SA.

De esta aproximación derivan dos conceptos fundamentales y complementarios: área de influencia y sistema ambiental, los cuales deben ser diferenciados y delimitados con rigor técnico, según lo establecido por la guía metodológica de SEMARNAT para la elaboración de manifestaciones de impacto ambiental.

Área de influencia: corresponde al ámbito físico que abarca el máximo alcance espacial de los impactos ambientales —ya sean directos o indirectos— generados por el proyecto, afectando uno o más elementos del sistema ambiental regional.

Sistema ambiental: es la unidad espacial acotada donde interactúan los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos, y que integra un conjunto de ecosistemas que conforman el marco analítico para la identificación de problemáticas, restricciones y potencialidades ambientales y de uso del territorio.

En el contexto de los estudios de impacto ambiental, estos conceptos se alinean con los términos de área de influencia directa e indirecta, que constituyen la base territorial para la descripción ecológica y socioeconómica inicial (línea base), a partir de la cual se evalúan los impactos inducidos por el proyecto.

Así, el SA se concibe como el espacio territorial en el cual se prevé la manifestación potencial de impactos ambientales, generados por actividades constructivas como el de nuestro proyecto. Estos impactos pueden incidir sobre el sistema ambiental en su conjunto o sobre alguno de sus componentes estructurales o funcionales. En este sentido, el SA incluye de forma explícita al área de influencia, y se define como la integración espacial de las zonas expuestas tanto a impactos directos como a impactos indirectos derivados del desarrollo del proyecto.

De acuerdo a lo anterior, es importante mencionar que el proyecto se ubica en la Región II. Noroeste del estado de Yucatán, en un predio urbano perteneciente a la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso.

Con el propósito de precisar los límites del área de estudio e influencia del proyecto, así como el de identificar las condiciones físico-bióticas que prevalecen en ellas, se realizó un análisis de las regionalizaciones establecidas por las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) de los ordenamientos ecológicos territoriales, así como también basado en la vegetación más representativa de la zona y la zona urbana o de asentamientos humanos, tomando como base los datos obtenidos del Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000, serie VI, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

De acuerdo con el sistema de clasificación del INEGI Serie VII, en su Carta de uso de suelo y vegetación, clasifica al sitio como **ASENTAMIENTOS HUMANOS**, debido a que el uso de suelo actual es considerado como ZONA URBANA. En cuanto al sistema ambiental del proyecto se observa la presencia de una vegetación secundaria de duna costera con cobertura principalmente herbácea que ha sido afectada por la alta influencia de la urbanización creciente en la zona y por los efectos de eventos climáticos naturales típicos de la región como las tormentas tropicales y huracanes.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Yucatán (POETY), el área del proyecto se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental **UGA017-APROV-PRO**, siendo compatible con el Acuacultura de agua dulce, acuacultura salobre, **ASENTAMIENTOS HUMANOS**, infraestructura, minería no metálica, turismo convencional, turismo de naturaleza y turismo de sol y playa. Por lo que el proyecto no se contrapone con este ordenamiento, siendo compatible con el uso de suelo destinado.

Por su parte de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán (POETCY), el predio del proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental denominada **PRO04-BAR_URB**, la cual menciona que no le compete a dicho programa ya que esta es una zona completamente urbanizada y es competencia de las autoridades municipales restringir los usos y aprovechamientos de esta zona.

Finalmente, el proyecto se ubica en la zona primaria denominada como ÁREA URBANIZADA, así como en específicamente en la zona secundaria ZONA DE USO MIXTO TIPO 2 esto de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Progreso, donde los usos de suelo sociales predominantes son el Desarrollo Urbano.

Por lo que de acuerdo a lo anterior se generó un Sistema Ambiental (SA) el cual cuenta con una superficie de **4,430,804.76 m².** A continuación, se puede observar dicho sistema:

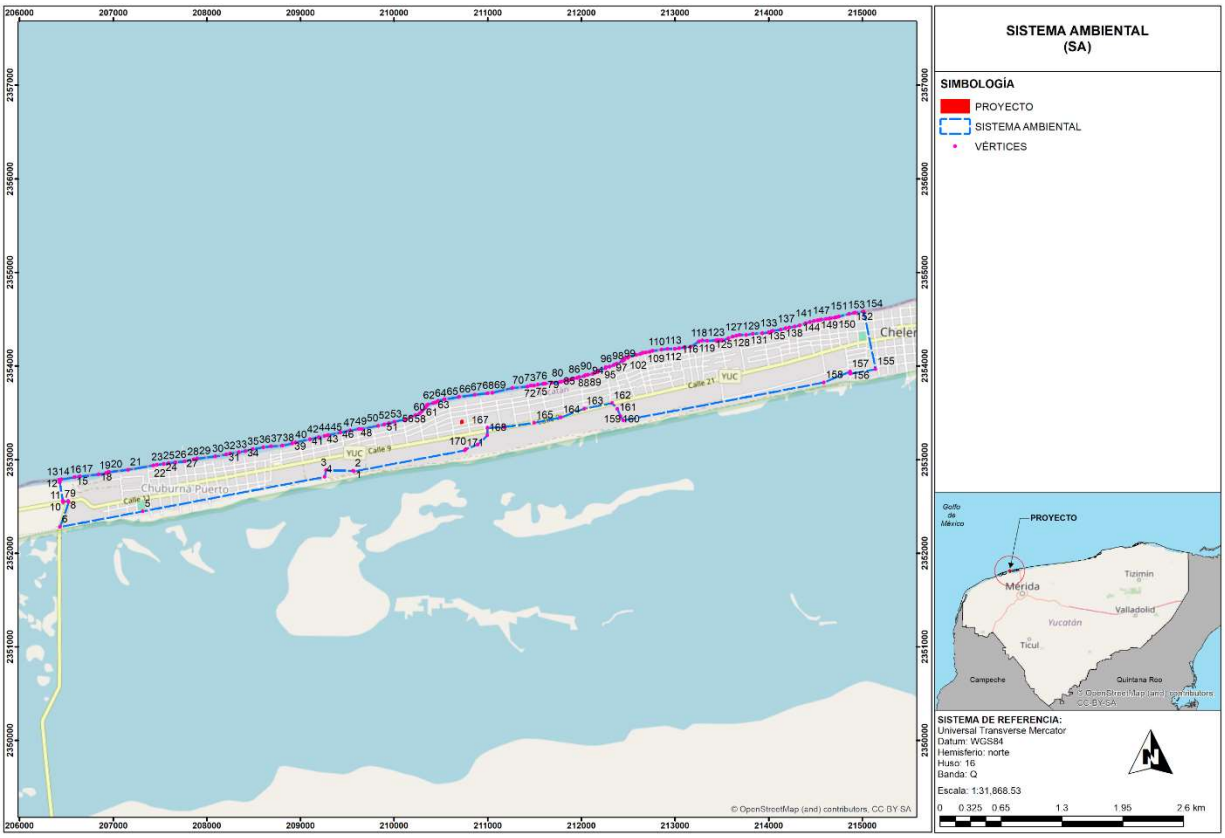


Figura IV.1. Sistema ambiental delimitado para el proyecto.

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)

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

Como referencia para la descripción del Sistema Ambiental y los elementos físicos y biológicos que forman parte de dicho sistema, también se llevó a cabo un análisis de componentes ambientales basados en las prospecciones del monitoreo de flora y fauna en el área donde se llevará a cabo el proyecto. De igual forma se tomó en cuenta la información bibliográfica conocida de la zona y, por último, para el apartado socioeconómico se analizaron datos del municipio de Progreso, dependiendo directamente de la disposición de información.

IV.2.1.1 MEDIO ABIÓTICO

IV.2.1.1.1 CLIMA

La península se encuentra entre dos zonas matrices de depresiones tropicales que eventualmente forman tormentas o huracanes: la sonda de Campeche y el Mar de las Antillas. Muchos huracanes han dejado su huella en la región por los daños ocasionados y han tenido influencia sobre las líneas de costa, la vegetación y las actividades humanas.

En términos generales, la península es de clima cálido, siendo el grado de pluviosidad descendente hacia el norte y ascendente hacia el sur. Las cantidades promedio de lluvia están dadas por la penetración de las masas de aire que arrastran nubosidad producida en la superficie del océano atlántico y mar Caribe y son regidas por los vientos alisios, las depresiones tropicales y las masas de aire polar modificadas.

Según Köppen el clima identificado para el área del proyecto es el con el subtipo de clima $BS_0(h')w(x')$, su clasificación se basan en las condiciones de temperatura (media anual, mes más frio, mes más cálido, oscilación de la temperatura) y precipitación pluvial (total anual, mes más seco, mes más húmedo, régimen de lluvias).

De acuerdo a lo anterior y de las modificaciones hechas por García a la clasificación Köppen, en la parte norte de la península donde se ubica el proyecto, y específicamente el polígono del proyecto se ubica en una zona con el subtipo de clima $BS_0(h')w(x')$ el cual ocupa una pequeña extensión, colindante con la línea de costa, de la porción noroccidental de la entidad, entre las localidades de Sisal y Telchác Puerto. Este subtipo se distingue por ser el más seco de ellos, condición que se refleja en el cociente p/t que varía entre 17.4 y 22.4, muy abajo del límite de 22.9 que lo separa del subtipo $BS_1(h')w(x')$ relativamente menos seco.

En el área que le corresponde, la temperatura media anual varía entre 25.5 y 26.5 y la precipitación total en el año entre 450 y 580 mm aproximadamente, con un porcentaje de lluvia invernal entre 10.5 y 12, además de que la cantidad de lluvia en el mes más húmedo (septiembre) si alcanza a ser 10 veces mayor que la que recibe el mes más seco, tal como sucede en cualquier localidad de la porción occidental de Yucatán, independientemente del monto anual de la precipitación; en adición, el fenómeno canicular muestra una más acentuada y regular manifestación que en otras porciones del estado de Yucatán. La variación anual de las temperaturas medias mensuales oscila entre 4 y 5°C por lo cual se considera isotermal. Asimismo, se observa que la temperatura

media mensual más alta corresponde a mayo, lo que significa que el régimen térmico tiene un comportamiento tipo ganges.

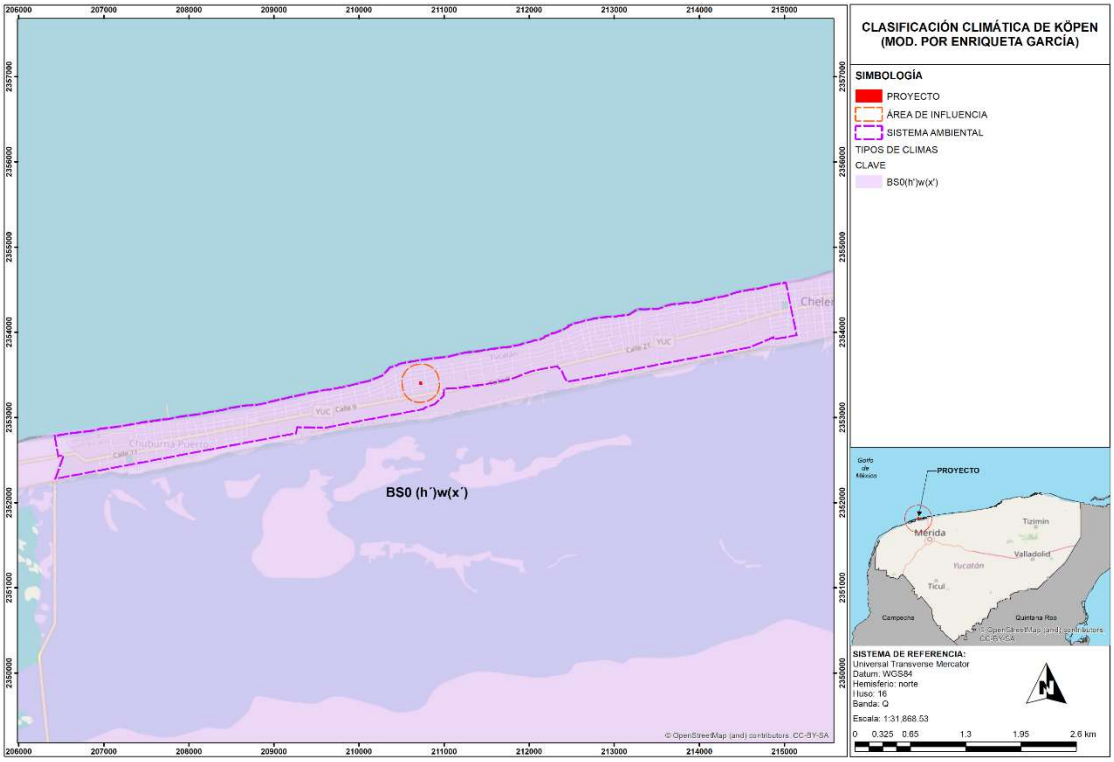


Figura IV.2. Ubicación del predio y área de del sistema ambiental respecto al tipo de clima.

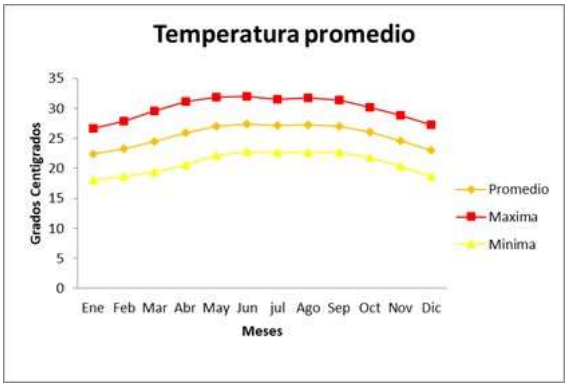
Sin embargo dentro del sistema ambiental delimitado para el proyecto se puede observar otro subtipo de clima el cual corresponde al BS_1(h')w(x') el cual el más extendido de los climas cálido-secos que aparecen en el estado de Yucatán. Salvo la pequeña superficie que le corresponde al subtipo BS_0(h')w(x'), éste conforma totalmente la franja territorial que se despliega a todo lo largo de la costa norte de Yucatán. La principal característica que lo distingue de aquél es su mayor grado de humedad, el cual se expresa en los valores del cociente p/t que varían entre 23.2 y 27.6, superando el límite de 22.9 establecido para separarlos entre sí. Este subtipo climático se caracteriza también porque la temperatura media anual fluctúa entre 24.7 y 26.4°C y la precipitación total en el año lo hace entre poco menos de 600 y 700 mm. El por ciento de lluvia invernal es siempre mayor de 11.0 pero menor de 17.0.

Sin embargo, la precipitación que recibe el mes más húmedo (septiembre) no alcanza a ser 10 veces mayor que la del mes más seco, tal como sucede en las distintas localidades que se encuentran en el centro y oriente de Yucatán, cualquiera que sea el monto anual de su precipitación.

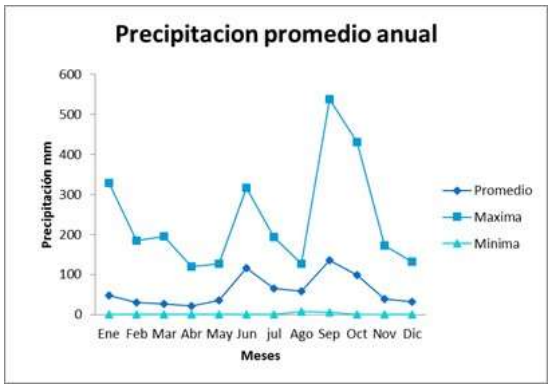
Temperatura Promedio y Precipitación Anual

La temperatura promedio anual es de 25.8 ºC, con variaciones aproximadas de 5 ºC. La temperatura máxima es de 32.4 ºC, y la mínima de 19.5 ºC (en febrero). La precipitación anual se encuentra entre 450 y 580 mm. El principal aporte ocurre en la temporada de lluvias, de mayo a octubre (72 %) y el resto se distribuye en la temporada de nortes, de noviembre a febrero (entre 10.2 y 18 %) y de secas.

La variación interanual de la precipitación depende en gran medida de los sistemas meteorológicos que afectan en escala regional y global; el ENOS y ciclones tropicales entre otros. De acuerdo con el método de Thiessen la precipitación media anual en la estación de estudio es de 556.9 mm. Sin embargo, en los años de 1988 y 1995, y 2002, la precipitación anual fue superior a la media histórica, debido al impacto de los ciclones Gilberto, Roxanne y Opal e Isidore, respectivamente.



Gráfica IV.1. Comportamiento de la temperatura media mensual en la ciudad de Progreso, durante el período: 1981-2010. (Fuente Servicio Meteorológico Nacional, CONAGUA).



Gráfica IV.2. Comportamiento mensual de la precipitación en la ciudad de Progreso, durante el período: 1981-2010. (Fuente Servicio Meteorológico Nacional, CONAGUA).

Vientos e intemperismos severos
En la zona estudiada no se presentan heladas, ni temperaturas menores de 4°C (las temperaturas menores a 4°C son eventos muy extremos y poco frecuentes), tampoco se presenta granizo, solamente en los meses de septiembre a octubre se manifiestan algunos huracanes provenientes del Caribe; sin embargo, en los meses de marzo y abril se presentan temperaturas altas cercanas a los 40 grados centígrados.

Vientos alisios y ondas del este
Los vientos del este o alisios son desplazamientos de grandes masas de aire provenientes de la Celda Anticiclónica o de Alta Presión Bermuda-Azores, localizada en la posición centro-norte del océano atlántico. Estos vientos giran en el hemisferio norte en el sentido de las manecillas del reloj, por efecto del movimiento de rotación del planeta. Atraviesan la porción central del atlántico y el mar Caribe cargándose de humedad.

El sobrecalentamiento del mar en el verano ocasiona que estos vientos se saturen de nubosidad y se enfríen relativamente al chocar con los continentes por lo que provocan las lluvias de verano. Los vientos alisios penetran con fuerza en la Península de Yucatán entre los meses de mayo a octubre y son el principal aporte de lluvia estival. A menudo las ondas del este, perturbaciones tropicales que viajan dentro de la corriente alisia, incrementan la nubosidad y la cantidad de lluvia.

Los principales fenómenos hidrometeorológicos que afectan a la zona, Yucatán son los meteoros tropicales (ciclones tropicales) y frentes fríos. Otros fenómenos de menor incidencia son las sequías, incendios forestales, temperaturas extremas, inundaciones, trombas o turbonadas, granizadas y tormentas eléctricas.

Entre los meteoros más importantes en estos años se encuentran el huracán Gilberto en 1988 de categoría 5, el Roxana, que, en 1995, azotó directamente las costas de la Reserva Sian Ka'an 10 km al sur del Parque Nacional Tulum, causando erosión de playas y duna costera, así como el Wilma en 2005 con categoría 5.

Huracanes
Durante el verano cada año, en los mares tropicales como el Caribe y 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 al de las manecillas del reloj con una trayectoria de este a oeste y posteriormente hacia el norte. Dependiendo del sitio en que se originen tendrá su trayectoria particular pueden llegar a tocar tierra y ocasionar daños de diferente magnitud.

De acuerdo a la regionalización de riesgo de huracanes desarrollada por SEDESOL en conjunto con el Instituto Nacional de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, el área del proyecto se localiza en una región del estado yucateco catalogada con un riesgo de incidencia alto con respecto al total de zonas con riesgo de ocurrencia de huracanes.

Nortes
Los frentes fríos, comúnmente denominados "nortes", llegan a Yucatán a través del Golfo de México. Las masas de viento continental se forman en las latitudes altas de Norteamérica (Estados Unidos y Sur de Canadá) y son arrastradas por las fuertes corrientes de chorro que corren de oeste a este desde el Océano Pacífico.

Durante su desplazamiento, la masa de aire frío desplaza al aire más cálido, causa descensos rápidos en las temperaturas en las regiones por donde transcurre el fenómeno. Año con año en la Península de Yucatán se presenta este tipo de fenómeno meteorológico durante la temporada invernal de octubre a marzo. Los nortes son grandes masas de aire frío que descienden del polo, produciendo al chocar con las masas de aire húmedo tropical, frecuentes chubascos y tormentas eléctricas en la zona intertropical durante el invierno para el hemisferio norte, zona que con frecuencia se desplaza hacia el norte hasta llegar a quedar sobre la Península de Yucatán.

Los nortes ocasionan la lluvia invernal, que en algunos años ha llegado a ser tan elevada que abarca el 15% del total de precipitación anual. La duración del efecto de los nortes puede ser en promedio tres días, tiempo en el que cubre su trayectoria.

El municipio se ubica en una zona tropical, de modo que se ve afectado por diversidad de fenómenos hidrometeorológicos casi todo el año, excepto abril y mayo, considerados meses de "temporada de secas".

Inundaciones

Debido a su ubicación geográfica y sus condiciones físicas, la Península de Yucatán, se ve constantemente expuesta a diversos fenómenos, principalmente de carácter hidrometeorológico. El polígono del proyecto se ubica en la costa en el municipio de Progreso el cual es propenso a inundaciones temporales debidas a eventos climáticos extremos como los huracanes, descritos anteriormente.

En el Estado de Yucatán de manera peculiar no se tienen escorrentías superficiales, aun así se presenta la problemática de inundación debido a otras causas, como son las lluvias extremas o el impacto de marea de tormenta, ocasionadas por la presencia de algún meteoro (ciclón tropical).

Ante la presencia de estos fenómenos, las inundaciones suceden por encharcamiento del agua pluvial debido a lo plano del terreno y al deficiente drenado natural, el agua de las lluvias se acumula en las depresiones del terreno. También, en los terrenos próximos a la costa la influencia de las mareas de tormenta puede extenderse hacia estos generando inundaciones por invasión del agua de mar.

Un factor que contribuye a agravar el problema de las inundaciones en la superficie del terreno en lugares próximos a la costa, es la naturaleza del acuífero. Debido al mal drenaje superficial del terreno en estas zonas el agua de las lluvias solo puede infiltrarse al subsuelo en forma natural y recargar al acuífero, o bien almacenarse en las depresiones del terreno. La elevada transmisividad de la roca superficial permite que el agua pueda infiltrarse de manera rápida en gran parte del acuífero libre; sin embargo, en los terrenos cercanos a la costa existe, por un lado, una roca superficial prácticamente impermeable, a menos que se encuentre fracturada, y la profundidad del nivel del agua subterránea es somera permaneciendo entre 1 y 2.5 m por debajo del nivel del terreno, según sea el mes del año. Cuando el acuífero se encuentra totalmente saturado el agua pluvial ya no puede infiltrarse al subsuelo y permanecerá encharcando, en las depresiones, hasta que por evaporación el agua almacenada desaparezca. Durante este proceso de evaporación, de manera simultánea, el acuífero se irá vaciando hacia el mar. La descarga del acuífero al mar irá vaciando el almacenamiento del acuífero y la infiltración del agua superficialmente almacenada en la superficie del terreno podrá de nuevo infiltrarse al acuífero.

De acuerdo al estudio hidrológico (Ver Anexo 10) realizado en el predio del proyecto, con base al análisis probabilístico de las series de tiempo de los niveles máximos anuales del acuífero se estima que en la zona de estudio la elevación del nivel freático a 1.55 m tiene una probabilidad de ocurrir en el futuro de 0.0055 con un período de recurrencia de 179 años.

Por otra parte, la profundidad de la inundación en las hondonadas para una lluvia con una intensidad de 230 mm/h y correspondiente a un período de retorno de 20 años y duración de 10 minutos varió entre 0.01 a 57 cm en todo el terreno (Ver Anexo 10).

Sequia intraestival o canícula

La sequía de medio verano o canícula es la disminución en la cantidad de lluvia durante el periodo lluvioso, esta merma puede ser de uno, dos o tres meses, este fenómeno varía en su intensidad cada año. Es ocasionado por interferencias de Vaguadas Polares sobre los vientos alisios que disminuyen su fuerza.

Las vaguadas polares son inestabilidades atmosféricas de las capas altas provenientes de los polos y denominadas así por tener forma de >V>, esta condición es conocida en meteorología como retorno al invierno, dependiendo de la fuerza de esta, puede llegar a ocasionar daños en los cultivos.

Radiación solar

La radiación solar está influida por condiciones de nubosidad en esta región. Los valores más altos de radiación solar total se presentan en los meses comprendidos de abril a julio, con 525 ly/día, donde ly=Langley=constante solar=1.4, cal/gr/cm^2/min.

En cuanto a los valores mínimos absolutos de radiación solar total, existe una diferencia entre el norte y sur de la región; para la porción norte los valores mínimos se presentan en diciembre y enero, con 375 ly/día; para la porción sur, se trata de los mismos meses y la variación es de 400 ly/día o sea que los valores registrados en la porción norte son ligeramente más bajos que los de la porción sur, debido a la nubosidad provocada por los nortes que llegan al territorio. A partir de noviembre el valor registrado en la parte norte es menor que para el sur. También para el norte se ha registrado un número menor de días despejados (de 50 a 100 días al año). Es importante señalar que el sitio de proyecto se encuentra ubicado en la parte norte del estado.

Por todo lo anterior, se deduce que la distribución de la radiación solar total en la región durante el año, depende tanto de la posición del sol como de la distribución de la nubosidad en las diferentes estaciones. Los máximos de energía que se reciben en los meses de abril a julio, coincidentes con el desplazamiento aparente del sol hacia el norte, lo que se traduce en días más largos, de creciente energía, distribuida en forma homogénea cuando no existe orografía importante en la región.

El predio donde se desarrollará el proyecto está sujeto a ser impactado por cualquiera de los intemperismos mencionados anteriormente, sin embargo, el proyecto no provocará o incidirá en la presencia de estos intemperismos.

IV.2.1.1.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Geología

La geología superficial de Yucatán se caracteriza por la poca existencia de suelo (20 cm aproximadamente) y se compone, en su mayor parte, de una caliza muy dura formada por la solución y precipitación de carbonato de calcio que cementa granos y fragmentos de conchas cerca de la superficie del terreno (González y otros, 1999).

El subsuelo del estado de Yucatán está constituido por una secuencia de sedimentos calcáreos de origen marino del Terciario Reciente (Butterlin y Bonet, 1960; Bonet y Butterlin, 1962), y ha estado bajo subsidencia lenta pero continua. El Cuaternario aflora las zonas costeras y corresponde a depósitos calcáreos expuestos después de una ligera emersión de la península.

De tal manera que la mayor parte del estado se compone principalmente de calizas del periodo Terciario. Sin embargo, la falta de arcillas y margas del Terciario Superior sobre la caliza provoca que en periodos de lluvias se infiltre rápidamente el agua, disolviendo las rocas y formando un relieve denominado karst o cárstico (CNA, 1997). Desde la superficie hasta los 220m de profundidad se conforma de estratos casi horizontales de calizas masivas, recristalizadas y de buena permeabilidad; después de los 220 m, de capas impermeables de margas y calizos cuyos espesores se extienden varios centenares de metros. En consecuencia, no hay cursos de aguas superficiales; las lluvias saturan el terreno, colman el bajo relieve y se filtran al subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades como grutas, cavernas o sumideros.

En cuanto al subsuelo de la zona costera está formado de rocas carbonatadas solubles de origen marino, con abundantes conductos de disolución y fracturas (Duch-Gary, 1991a); pero también en la planicie costera se forman regosoles: suelos inmaduros resultados de la acumulación de materia calcáreas (conchas) reciente, sin consolidación y escaso en nutrientes.

La región costera es una franja paralela a la costa de más o menos 20 km de ancho, en la que afloran calizas compactas recristalizadas, de ambiente marino en facies de banco y litoral de textura fina a media, dispuesta en capas masivas de color crema y blanco, con abundantes microfósiles conservados en la mayoría de los casos como moldes externos de pelecípodos, así como miliólidos indeterminados. La unidad presenta algunos horizontes calcáreo-arcillosos friables y margas blancas; se encuentran rocas del Cuaternario principalmente (coquinas, suelos residuales, arenas, arcillas y turbas); y comprende playas de barrera y lagunas de inundación, así como una serie de bahías someras en las que se presenta el fenómeno de intrusión salina.

La zona costera está constituida por calizas masivas de moluscos de color blanco a crema del Pleistoceno-Holoceno. Sus afloramientos conforman una banda más o menos amplia a lo largo de la costa, la cual registra un espesor estimado de 80 m y descansa sobre las calizas de la formación Carrillo Puerto del Mioceno Superior-Plioceno.

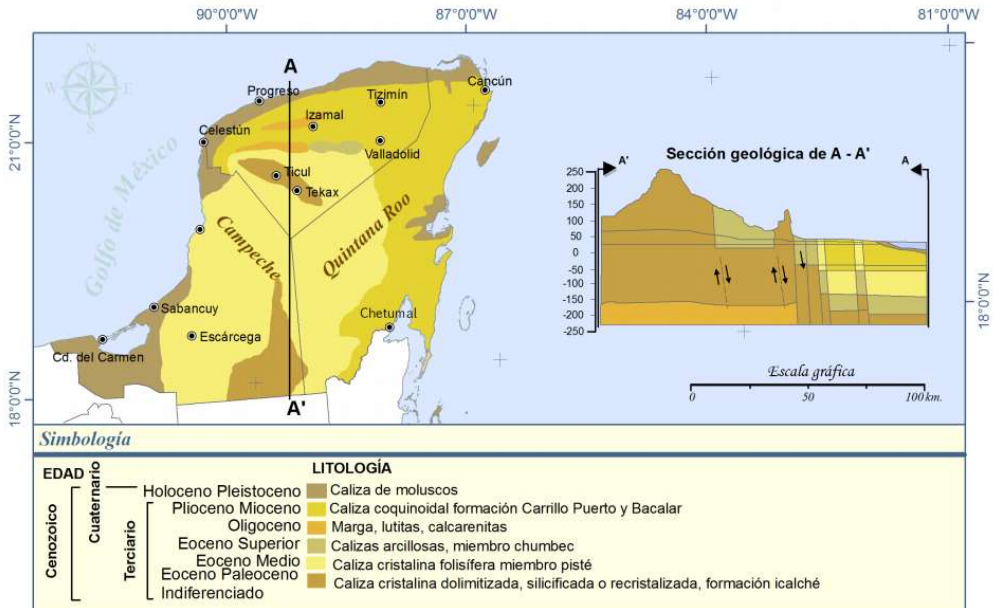


Figura IV.3. Clasificación geológica de la Península de Yucatán.

La litología superficial del área de estudio está conformada por materiales recientes (Holoceno), y por rocas calizas de la plataforma (Pleistoceno), los principales procesos son de disolución de los carbonatos (Karstificación), la meteorización superficial de la roca, la erosión y la acumulación mecánica de sedimentos transportados por la corriente litoral y la acción del viento. Describiendo el proyecto, se localiza en la región denominada Cuaternario no diferenciada, el cual es un afloramiento dispuesto en una franja a lo largo de las costas del Norte y el Oeste de la Península. En general la zona está formada por calizas no diferenciadas con conchas masivas.

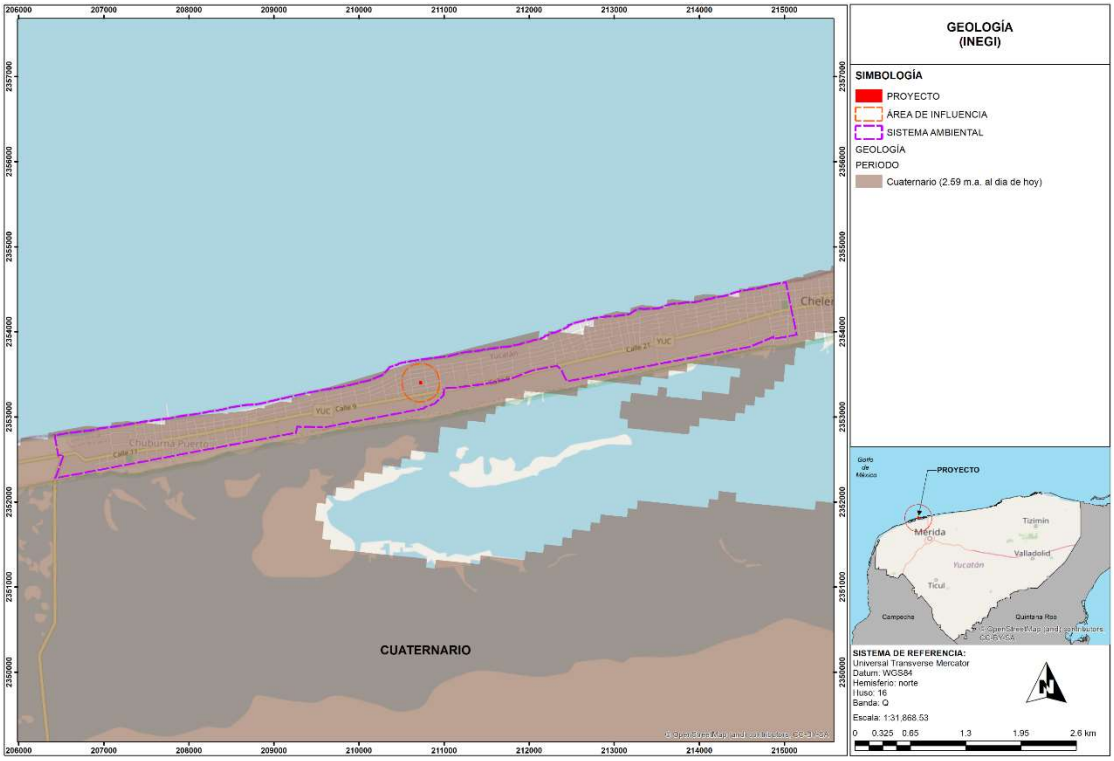


Figura IV.4. Mapa del área de influencia y el predio con respecto a la geología de la península.

Geomorfología

De los tres grupos mayores del sistema geomorfológico que se encuentran en la Península de Yucatán dos están representados en el estado de Yucatán, cada una difiere en la morfología, la edad y el origen de la constitución litológica, la estructura geológica y otros factores (Palacio y Ortiz, 2003; Bautista-Zúñiga *et al,* 2002); los dos grupos presentes para Yucatán son el Sistema carso-tectónico y el Sistema litoral: planicie de cordones litorales líticos y arenosos, isla de barrera, planicie palustre de petenes chicos con forma de gota, planicie palustre costera de inundación marina y bajos intermareales. La península de Yucatán se distingue por su configuración relativamente plana, su escasa elevación sobre el nivel del mar, la ligera inclinación general de sus pendientes, de sus leves contrastes topográficos; vista desde mar abierto, aparece como una delgada línea que apenas se destaca por sobre el horizonte; sus principales elevaciones sólo pueden apreciarse avanzando varios kilómetros tierra adentro, a excepción hecha de una porción de la costa occidental, entre Campeche y Champotón, donde algunas formaciones cerriles hacen contacto con la línea de costa.

Presenta una altura sobre el nivel del mar que varía entre los 2 y 20 m y, no ostenta formaciones orográficas propiamente dichas. La topografía se caracteriza por ser sensiblemente plana en su macro relieve, con ligeras ondulaciones. En su micro relieve se manifiestan pendientes que fluctúan entre el 5 y el 10 %. De forma particular, el área del proyecto en cuestión ocupa una Planicie de plataforma nivelada (5 - 20 m) plana con muy pocas ondulaciones (0-0.5 grados de pendiente) karstificada.

Para el área del sistema ambiental se puede detectar en cuanto a su geomorfología e hidrología que cuenta con un sistema fluvio-palustre el cual se ubica sobre planicies bajas acumulativas que se alojan en cuencas de acumulación marginal. Están expuestas a regímenes de inundación semipermanente y extraordinaria por lo que existe hidromorfismo en los suelos y vegetación hidrófila como vegetación riparia, manglares, popales, tulares, pastizales inundados y selvas bajas y medianas inundables.

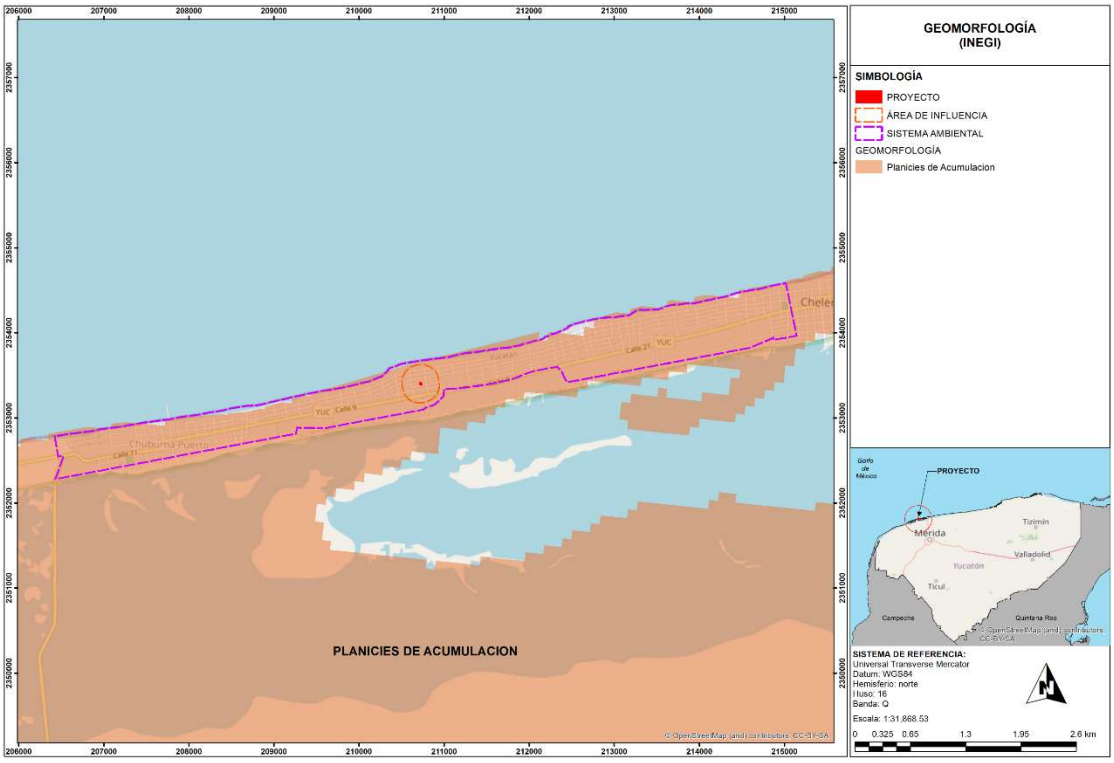


Figura IV.5. Mapa del área de influencia y el predio con respecto a la geomorfología de la península.

IV.2.1.1.3 SUELOS

Los suelos sobre la superficie de la tierra sufren cambios continuamente, los cuales escapan a un estudio casual del suelo. Cada suelo tiene un ciclo de vida en términos del tiempo cronológico. La intemperización del lecho rocoso produce residuos no consolidados que sirven como un material de origen para la evolución del perfil del suelo que finalmente refleja el efecto conjunto del clima, materia viva, relieve y del tiempo.

La exposición del material original a las condiciones del tiempo bajo condiciones favorables dará como resultado el establecimiento de plantas que realizan la fotosíntesis y cuyo crecimiento resultará en la acumulación de algunos residuos orgánicos. Animales, bacterias y hongos posteriormente se unirán en una comunidad biológica y se nutrirán de estos residuos orgánicos.

Con base en los conocimientos sobre los suelos de la Península Yucateca, en general podemos decir que proceden de una base calcárea, distribuidos sin grandes accidentes geográficos y de formación reciente. Los suelos son de origen marino, con rocas calcáreas de reciente formación en el Mioceno y Pleistoceno. El material basal o roca madre está constituido por arenisca calcárea con o sin material conchífero en el cordón litoral,

vastos territorios cubiertos de margas calizas y calcíferas con inclusiones de dolomitas, óxido de hierro y arcillas de origen volcánico en el interior de la península. (Miranda, 1958)

México no cuenta con un sistema de clasificación de suelos propio, lo que origina que se tengan que adoptar sistemas de clasificación desarrollados en otros países. Por tal motivo se adoptó la clasificación propuesta por la FAO/UNESCO en 1968, la cual fue modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, actualmente INEGI) y que es utilizada en la caracterización y cartografía de los suelos. (Bautista, *et al,* 2005).

Las modificaciones generales que se hicieron al sistema FAO/UNESCO dieron como resultado la siguiente clasificación de suelos, presentes en el estado de Yucatán:

- Cambisol (B)
- Cambisol gléyico (Bg)
- Cambisol cálcico (Bk)
- Cambisol crómico (Bc)
- Castañozem (K)
- Gleysol (G)
- Gleysol mólico (Gm)
- Litosol (L)
- Luvisol (L)
- Luvisol crómico (Lc)
- Castañozaem Haplico (Kh)
- Feozem (H)
- Regosol (R)
- Solonchak (Z)
- Vertisol (V)
- Luvisol cálcico (Lc)
- Nitosol (N)
- Nitosol éutrico (Ne)
- Rendzina (E)

De manera particular, la distribución de los tipos de suelos del área del polígono del proyecto, según delimitaciones con el Programa Esri ArcMap Versión 10.0 (Esri Inc, 1999-2010) y conjunto de datos vectoriales del INEGI, este se encuentran dentro del tipo de suelo que se conocen como rendzinas, los cuales se caracterizan por presentan un sencillo perfil, conformado por solo un estrato que se denomina horizonte "A" *mólico,* de no más de 50 cm de espesor, el cual reposa sobre material calcáreo, con más del 405 de carbonato de calcio. Es común observar una clara asociación con los litosoles, son los que ocupan la mayor parte de su extensión superficial, apareciendo también casi en todas las distintas porciones territoriales que lo integran.

En cuanto a su color ha sido conveniente reconocer tres variantes principales: rendzinas negras, cafés y rojas.

Las rendzinas negras se corresponden con aquellos suelos conocidos localmente con los términos *Box-lu'um y Pus-lu'um,* y que por lo regular aparecen localizados en las formaciones dómicas, como son los altillos, montículos y cerros. Son suelos de textura media que muestran, una estructura granular fina o muy fina, débilmente desarrollada. Estos suelos poseen un alto contenido de materia orgánica frecuentemente arriba del 15%, asociado con valores intermedios de capacidad de intercambio de cationes que varian de 20 a 45 meq/100 g. Son moderadamente alcalinos, con pH casi siempre menor de 8 y se distinguen por su fuerte reacción al HCI. Son suelos ricos en bases, principalmente en calcio, magnesio con aproximadamente 30 meq/10O g en el primer caso y entre 5 y 10meq/ I00 g en el segundo, mientras su contenido en fósforo oscila cercano a 3 ppm.

La diferencia entre el *Box-lu'um y el Pus-lu'um* radica en que éste último presenta una notablemente menor cantidad de piedras, tanto superficialmente como en el interior del perfil, motivo por el que los productores

milperos se consideran agraciados cuando durante la siembra encuentran áreas de este suelo dentro de los límites de su milpa pues resulta menos dura su tarea en estas condiciones.

Las rendzinas cafés son conocidas en la entidad con el término maya de *Kancab.* Este tipo de suelo se localizan, por lo regular, en la base de las formaciones dómicas, en colindancia con las negras. Las rendzinas cafés son también de textura media, aunque en su composición se advierte una disminución en el porcentaje de arena. Presentan un desarrollo estructural débil, con tendencia hacia la formación de bloques subangulares finos y muy finos. Son suelos menos alcalinos que las rendzinas negras y aunque son ricos en materia orgánica, su contenido es también menor que el de aquellas, con valores que sobrepasan el 10%. En cuanto a su capacidad de intercambio catiónico, las rendzinas cafés alcanzan poco más de 40 meq/100 g, mientras que la ocupación de ésta con bases intercambiables es ligeramente inferior al 100% No obstante son suelos ricos en calcio y magnesio (31.3 y 10.2 meq/100 g respectivamente), su reacción al HCI es generalmente nula. Tal vez esto se deba a que no existen carbonatos de calcio libres en el perfil, a causa de un mayor grado de lixiviación, lo cual coincide con el dato relativo a su saturación de bases.

Por su parte, las rendzinas rojas son conocidas con el término *Chac lu'um,* que significa *tierra roja.* Se encuentran en los terrenos planos circundantes a las prominencias, en coexistencia con las rendzinas cafés descritas antes, y cuyas diferencias son debidas, probablemente, a efectos topográficos muy localizados. Son de textura media también, aunque muestran el menor desarrollo estructural de los tres. Por otro lado, el pH se ubica ligeramente por encima de la neutralidad y la materia orgánica decrece hasta valores de 6 %; asimismo, la capacidad de intercambio catiónico se desplaza entre 30 y 35 meq/100 g, con un notable descenso del porciento de saturación con bases hasta poco menos de 80, destacándose una disminución simultánea en el contenido de calcio y magnesio.

Hasta donde se ha podido observar, las tres variantes de rendzina, que han sido descritas, guardan entre sí algunas relaciones que parece oportuno comentar. Primero, que el color es una característica indicadora de algunas diferencias que pueden ser de importancia, debido a que se correlaciona directamente con la posición del suelo en el paisaje. Segundo, que el pH tiende a disminuir en razón directa al color del suelo, siendo las rendzinas negras las más alcalinas y las rojas casi neutras, Esto se relaciona en el mismo sentido con el porcentaje de saturación con bases, que disminuye conforme el pH tiende a la neutralidad, y que de manera empírica lá intensidad de la reacción de la matriz del suelo al contacto con el HCI es un claro indicador de tales condiciones. Como se ha visto, mientras que en las rendzinas negras esta reacción es muy fuerte, en las rojas no se aprecia en absoluto. En conclusión, puede señalarse que la posición del perfil sobre el relieve tiene un efecto modificador de la cantidad de agua que recibe el suelo y de la que percola a través del perfil y, en consecuencia, de toda una serie de características y condiciones que hacen notablemente diferentes a unos de otros, tanto en su composición como en su comportamiento cuando son utilizados con propósitos agrícolas.

En ese sentido, puede mencionarse que, desde una perspectiva muy general, las rendzinas negras *(Box-lu'urn o Pus-lu'um)* son las mejores, sobre todo por su elevado nivel de fertilidad natural, lo mismo que su capacidad de retención de humedad, mientras que las cafés y rojas *(Kancab y Chac-lu'um),* en este orden, ocupan las posiciones menos favorables. Sin embargo, cada sistema agrícola tiene sus particularidades, y sus requerimientos técnicos y biológicos pueden satisfacerse de diversas formas y en distintos momentos.

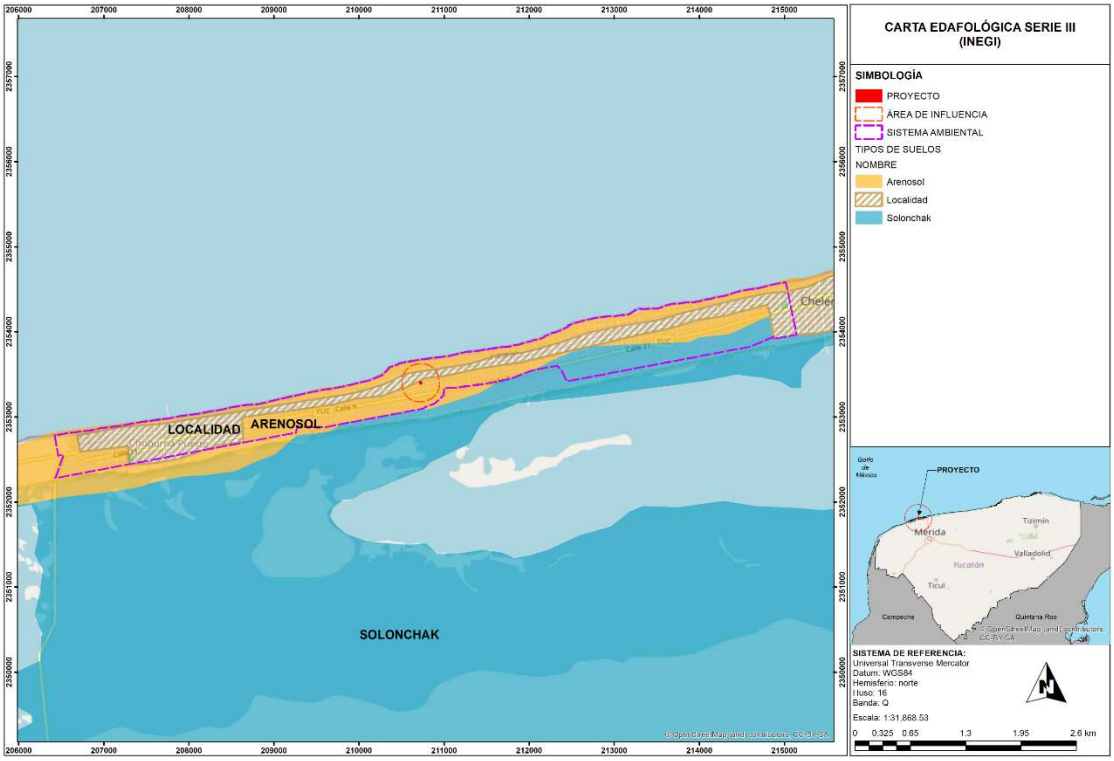


Figura IV.6. Tipos de suelos presentes en el sistema ambiental.

Sin embargo, de acuerdo a nuestra delimitación del sistema ambiental también se pueden observar suelo del tipo Regosol los cuales se caracterizan por ser suelos que no muestran ninguna diferenciación de su perfil en términos de horizontes edáficos bien definidos. En el estado de Yucatán aparecen dos variantes de este tipo de suelo, notablemente diferentes entre sí. La primera de ellas corresponde a los depósitos arenosos de la costa, formados por una sucesión de capas superpuestas de material arenoso de origen conchífero, que en conjunto presentan profundidades mayores de un m. Estos son suelos de colores claros, cuya capa más superficial es de color café amarillento o crema, aclarándose conforme aumenta la profundidad donde aparece dominado el color gris amarillento, casi blanco. Se trata de suelos de textura gruesa, con más de 90% de arena, sin estructura y escaso contenido de materia orgánica, generalmente menor del 1%, y relativamente alcalinos, con valores de pH que varían entre 7.5 y 8.5. Son suelos que a pesar de su cercanía al mar se mantienen libres de sales solubles, aunque no así en el caso del sodio que llega a ocupar poco más del 20% de la capacidad de intercambio catiónico, pues sus valores son por lo regular muy bajos, menores de 3 meq/100 gr. Asimismo, la saturación de bases es del orden del 100% destacando el calcio como el elemento más abundante, seguido del magnesio.

Estos regosoles son suelos poco fértiles debido a la escasa vegetación que crece sobre ellos, lo cual impide la acumulación de materia orgánica humificada. Esta condición, junto con su posición frontal a vientos y mareas, favorece también la inestabilidad de estos suelos, lo que se traduce en la formación de las playas y dunas que caracterizan al cordón litoral de la entidad.

La segunda variante de regosoles que aparece en el estado de Yucatán se distingue de la anterior porque en este caso se trata de suelos someros, no mayores de 50 cm de espesor, formados por materiales de color amarillento oscuro, cuya textura es franca o de migajón arcilloso. Además, estos suelos presentan ya un ligero desarrollo en su estructura, motivado quizá por su mayor contenido de materia orgánica el cual varía entre 4.5 y 15.8% en la

capa más superficial. Estos regosoles generalmente se presentan en fase lítica, salina y sódica, probablemente por su localización en la angosta franja de terrenos que separa la ciénega de la tierra firme propiamente dicha. No obstante, sus múltiples diferencias, a las dos variantes les corresponde la misma denominación completa de Regosol calcárico (Rc), con la que se destaca, ante todo, su alto contenido de carbonato de calcio activo en el perfil.

IV.2.1.1.4 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

Hidrología Superficial

En el estado de la parte Norte de la Península de Yucatán la hidrología superficial es efímera y, sobre todo, dependiente de la dinámica de las aguas subterráneas puesto que aún en los múltiples casos de acuíferos con exposición a cielo abierto, éstos no son otra cosa que resurgimientos del propio manto freático, a causa de depresiones que interceptan su nivel o de hundimientos de las bóvedas de lo que fueron recintos ocupados por antiguos acuíferos subterráneos.

La recarga de origen pluvial es del orden de 9% de la precipitación media anual (BGS y otros, 1995). La evaporación potencial media es de 2255 mm/a. Las pérdidas de agua, que incluyen la evapotranspiración, intercepción por la vegetación y retención en el terreno y en la zona vadosa, representan 80% de la precipitación anual (SARH, 1989). Las variaciones naturales en la disponibilidad del agua pueden deberse tanto a los efectos de la estacionalidad que está regida primordialmente por los eventos de precipitación pluvial, como a variaciones en la distribución espacial y disponibilidad del agua que es dependiente de la profundidad y tipo de suelo.

En la franja costera del norte de la Península de Yucatán, el acuífero continental se mantiene confinado por una capa subterránea impermeable de naturaleza caliza, denominada caliche. De esta forma, el acuífero confinado aflora en los cenotes y manantiales costeros, en aquellos puntos donde esta barrera se encuentra rota, es alrededor de estos afloramientos donde se localizan los petenes.



Figura IV.7. Diagrama conceptual de las principales características de las lagunas costeras de la Península de Yucatán.

Sin embargo, de acuerdo a las delimitaciones realizadas de la hidrografía, donde se obtuvo los diferentes tipos de cuerpos de agua de la región, el polígono del proyecto no posee cuerpos de agua superficiales naturales, sin embargo, colinda con un banco de extracción en húmedo, el cual posee cuerpos de agua artificiales originados por la explotación bajo freático.

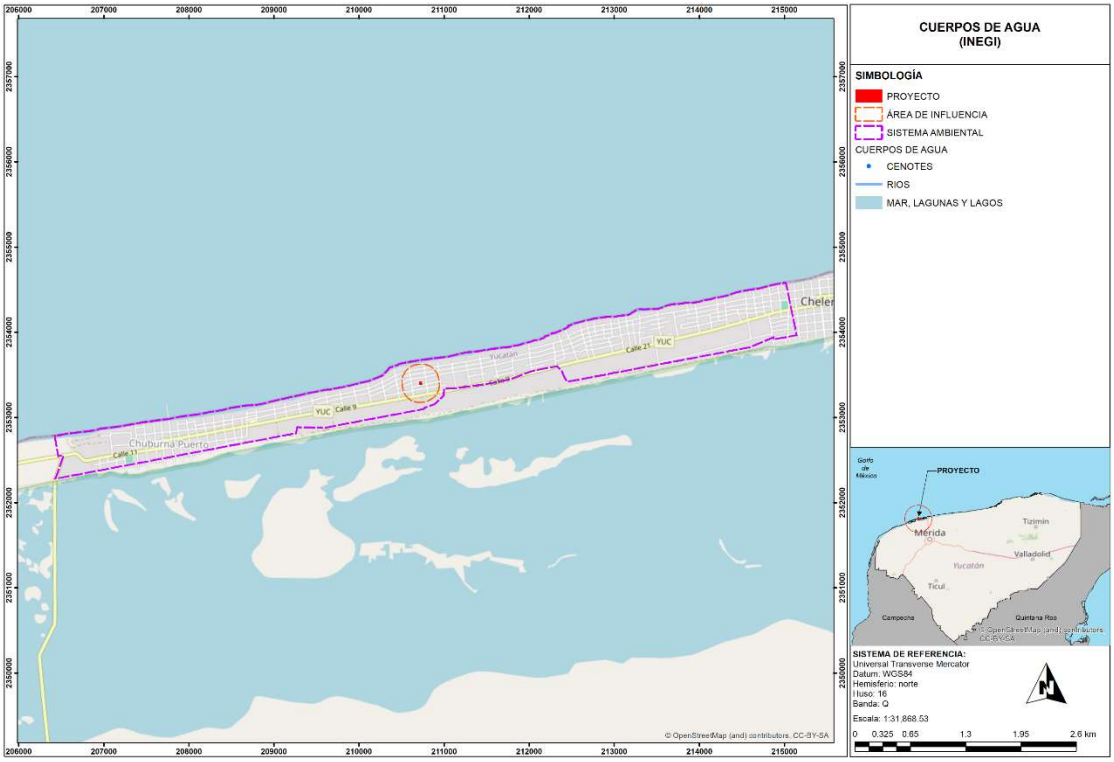


Figura IV.8. Hidrografía en el estado de Yucatán.

Hidrología Subterránea

Debido a la gran permeabilidad y a su morfología se presenta un acuífero calizo con un nivel cercano a la superficie en casi toda la zona. El acuífero formado por calizas de características variadas y depósitos de litoral tiene un espesor medio de 150 m; está limitado inferiormente por rocas arcillosas de baja permeabilidad como margas y lutitas. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de una franja de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos.

El flujo de agua subterránea en la península es a través de fracturas y conductos de disolución que se encuentran a diferentes profundidades del subsuelo. Se tiene que el flujo de agua subterránea en la península, es del centro de la península hacia las costas presentando un comportamiento radial hacia las costas. Generalizando, se puede decir que la dirección es de sur a norte, noreste y noroeste.

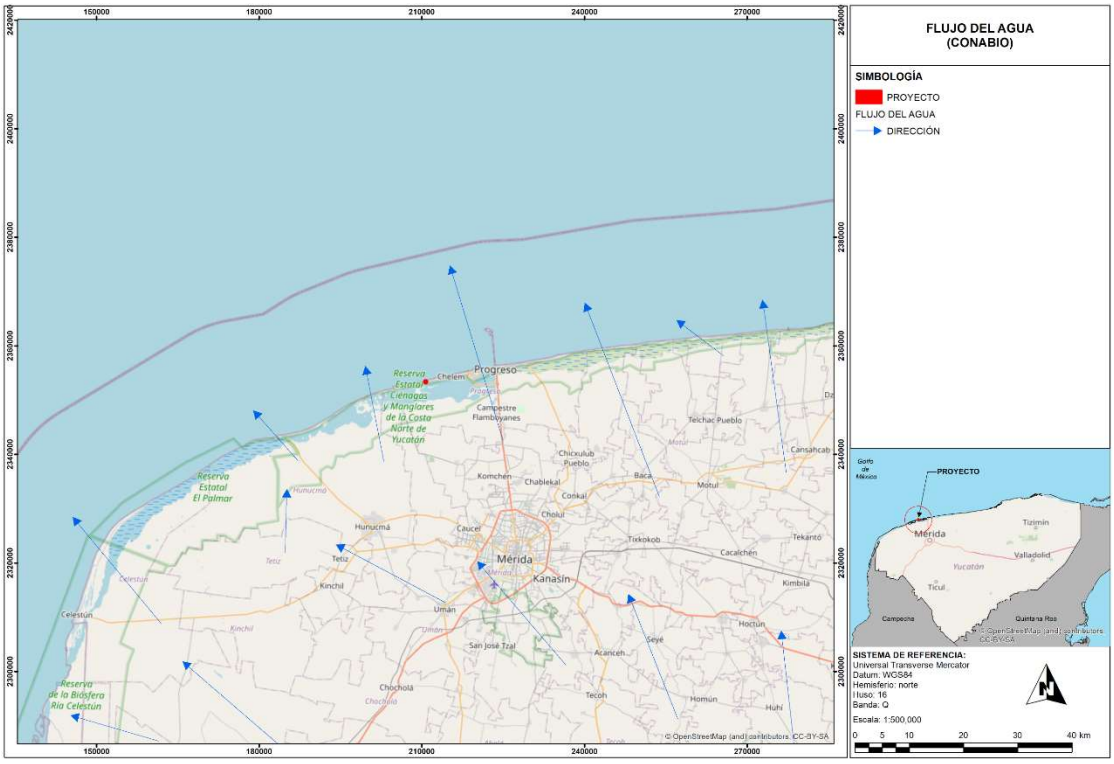


Figura IV.9. Mapa del flujo de agua subterráneo de la península de Yucatán.

IV.2.1.2 MEDIO BIÓTICO

IV.2.1.2.1 VEGETACIÓN TERRESTRE

En el estado de Yucatán se presentan diversas comunidades vegetales que pueden ser clasificadas de forma general en: 1) Vegetación de dunas costeras; 2) Manglar; 3) Selva baja caducifolia; 4) Selva baja espinosa; 5) Selva mediana subcaducifolia; 6) Selva mediana subperennifolia; 7) Selva baja inundable; 8) Sabanas; 9) Petenes; 10) Comunidades de hidrófilas y 11) Vegetación secundaria.

Las comunidades vegetales de dunas costeras se encuentran distribuidas a lo largo de los litorales de todo nuestro país (Moreno-Casasola *et al,* 1998). En el estado de Yucatán, estas comunidades se distribuyen naturalmente en poco menos del 60% de su litoral; cubriendo una extensión aproximada de 290 km^2, cuyo ancho puede variar de 50 a 300 m (Espejel y Rodríguez, 1981).

Actualmente se reconoce que estas comunidades aportan importantes servicios ambientales a la sociedad, siendo el más relevante su función como barrera de protección a la acción de vientos y mareas, protegiendo a las construcciones en caso de tormentas tropicales y huracanes (Miller *et al.,* 2010). También contribuyen a la formación de suelo mediante la acumulación de arena por medio de sus raíces y la materia orgánica de su follaje, evitando la erosión (Wolfe y Nickling, 1993). Además, estas comunidades vegetales proveen refugio, alimento y protección a numerosas especies de insectos, reptiles, aves y mamíferos (Martínez *et al*., 1993; Flores y Espejel, 1994; Torres y Bojórquez, 2002; Durán *et al*., en prensa).

La vegetación de dunas costeras en Yucatán presenta una composición florística interesante ya que comparte numerosos elementos con la flora de las Antillas Mayores y Menores, Florida, el sur de México y Centro América. Espejel (1984) clasifica 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.

Las especies más comunes en las zonas pioneras son: *Atriplex canescens* (Cenizo); *Sesuvium portulacastrum* (Verdolaga de playa), *Ipomoea pes-caprae* (Bejuco de mar), *Cakile lanceolata* (coastal Searocket)*, Euphorbia mesembrianthemifolia* (Sak iits)*, Canavalia rosea (*Frijol de playa), *Suriana marítima* (Tabaquillo), *Tournefortia gnaphalodes (*Sik'imay)*, Ernodea littoralis* (beach-creeper)*, Scaevola plumieri* (Chunup), *Sporobolus virginicus* (Ch'ilibil su'uk)*, Tribulus cistoides* (Abojo amarillo) *y Distichlis spicata* (Huizapol), *Okenia hypogaea* (hierba mora), *Amaranthus greggii* (Gregg's Amaranth), *Croton punctatus* (hierba de jabalí), *Cenchrus echinatus* (Zacate cadillo), *Lycium carolinianum* (saladilla), Standley's bloodleaf (*Iresine heterophylla*) y margarita de mar (*Ambrosia hispida*).

En las crestas de las dunas estabilizadas, donde pega el viento con mayor fuerza, es frecuente encontrar el pico real (*Sideroxylon americanum*), mal de ojo (*Porophyllum punctatum*), tulipán (*Malvaviscus arboreus*), azucena de agua (*Hymenocallis littoralis*), nopal serrano (*Opuntia stricta*), *Crossopetalum rhacoma*, algodón amarillo (*Gossypium hirsutum*), henequén de playa (*Agave angustifolia*), yich kaan (*Dicliptera sexangularis*) y tojitos (*Rivina humilis*).

En cuanto a la zona de matorrales las especies crecen menos tolerantes a cambios medioambientales y generalmente se encuentran dominadas por arbustos y árboles. Las especies más comunes en la zona de matorrales son: *Agave angustifolia (*Henequén de playa*), Bravaisia berlandieriana (*Juluub*), Acanthocereus tetragonus (*Nuum tsutsuy*), Metopium brownei (*Boox cheechem*), Quadrella incana* (kanaan che'*), Gymnanthes lucida* (Ya'ay tiik), *Pithecellobium keyense* (Ya'ax k'aax), *Caesalpinea vesicaria* (Palo de rosa), *Thrinax radiata* (Guano de costa), *Gossypium hirsutum* (Algodón amarillo), *Coccothrinax readdi* (Palma náaj k'aax)*, Bonellia macrocarpa* (Naranjillo), *Pseudophoenix sargentii* (Palma kuka)*, Coccoloba uvifera* (Uva de mar) *entre otras.*

En las hondonadas húmedas y secas son frecuentes el juluub (*B. berlandieriana*), boox cheechem (*M. brownei*), ya'ay tiik (*G. lucida*), pico real (S. americanum), pasto pata de pollo (*Dactyloctenium aegyptium*), huizapol (*D. spicata*), tok'abam (*Chromolaena lundelli*), beach-creeper (*E. littoralis*), tabaquillo (S. maritima), Maracuyá silvestre (*Passiflora foetida*), verdolaga de playa (*S. portulacastrum*), amor seco del monte (*Alternanthera flavescens*), entre otras.

En cuanto a las especies endémicas de playas y dunas costeras para la Península de Yucatán, Moreno-Casasola y Espejel (1986) así como Durán *et al.* (2011) citan diecinueve especies, las cuales son: Sak k'iin che' (*Bonellia albiflora*), Sik'iin k'aax (*Bonellia flammea*), Coastal Searocket (*Cakile lanceolata*), Palma náaj k'aax (*Coccothrinax readii*), Tok'abam (*Chromolaena lundelli*), Kabal muk (*Crossopetalum gaumeri*), Xikin burro (*Croton chichenensis*), K'ab che' (*Diospyros tetrasperma*), Loroco de zope (*Echites yucatanensis*), Xlu'uch che' (*Hintonia octomera*), Xikin soots´ (*Dictyanthus yucatanensis*), Pinta uña (*Neea choriophylla*), Tsakam (*Nopalea gaumeri*), Tsakam soots' (*N. inaperta*), Pitayo viejo nej kisin (*Pilosocereus gaumeri*), Aak'il pak'am (*Selenicereus grandiflorus* ssp. *donkelaarii*), K'ulub (*Pterocereus gaumeri*), y Biznaga pool miis (*Mammillaria gaumeri*). Las dos últimas son exclusivas del estado de Yucatán.

De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, Serie VII (2017), la zona en la cual se pretende establecer el proyecto se clasifica como **Dunas Costeras**

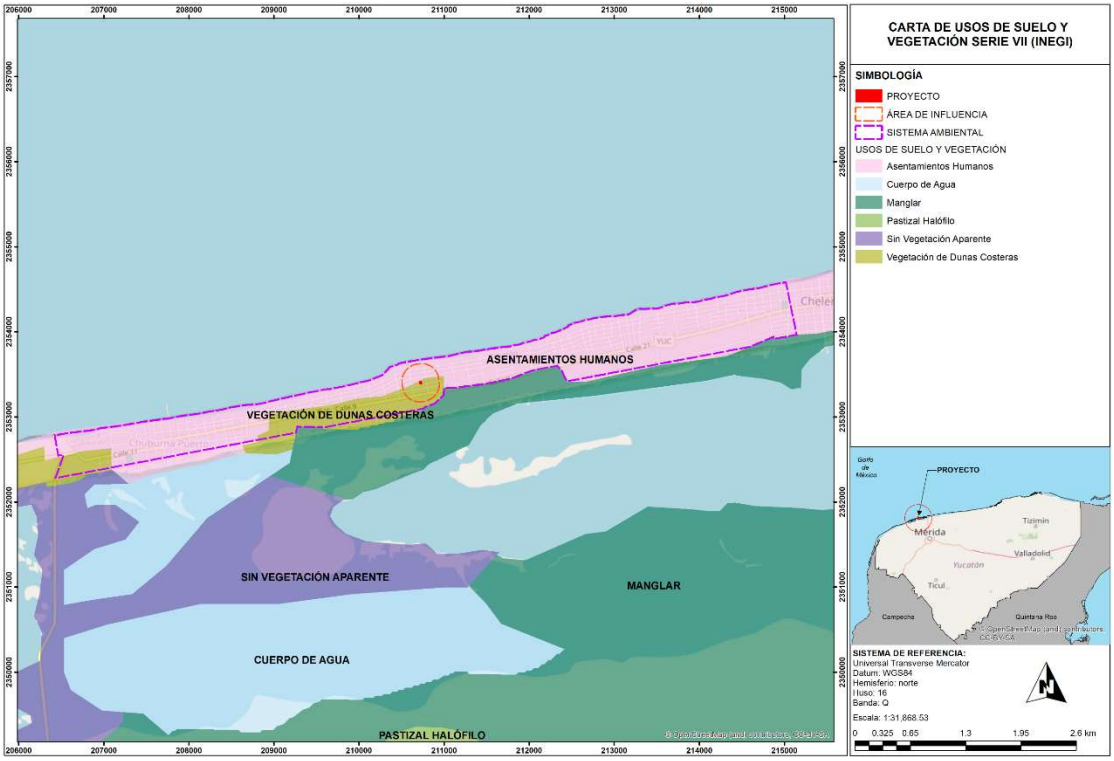


Figura IV.10. Ubicación del proyecto en la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII.

Caracterización de la vegetación

Mediante trabajo de campo, se realizó un muestreo tanto en el Sistema Ambiental (SA) como en el Área de influencia (AI) y el Área del proyecto (Predio) por medio de cuadrantes para determinar la composición florística y el estado de conservación, así como determinar la presencia o ausencia de especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en la vegetación del área del proyecto.

Para el levantamiento de datos fueron definidos cuadrantes de 100m^2 (10m x10m). Se determinaron tres estratos según la forma de vida y característica de las especies de la siguiente forma: herbáceas, arbustos, árboles.

Según sus características, se definieron los estratos considerando lo siguiente:

- Árboles: individuos leñosos perennes con un solo tronco mayor o igual a 7.5 cm de diámetro normal, que tengan una copa más o menos definida.
- Arbustos: plantas leñosas perenne con una altura que sobrepasa generalmente los 0.5 metros, pero no alcanza los 5 metros a su madurez y sin un sólo vástago principal, ni una copa definida. Con un diámetro normal menor a 7.5 cm
- Herbáceas: se consideraron aquellos individuos que no presentaron lignificación, suelen tener altura entre 0 m-1.0 m de altura

Se realizaron muestreos para el registro de los individuos y especies presentes. En el sistema ambiental se realizaron cuatro cuadrantes de muestreo, en el área de influencia cuatro cuadrantes de muestreo y en el área del proyecto se realizaron de igual forma cuatro cuadrantes de muestreo**.** Para el estrato arbóreo se hicieron cuadrantes de 100 m2 (10m x 10m), simultáneamente se realizaron subcuadrantes de 25 m2 (5m x 5m) para el estrato arbustivo y de 4 m2 (2m x 2m) para el estrato herbáceo.

El objetivo de trazar los cuadrantes fue el de identificar las especies presentes, la composición, estructura y diversidad por estratos de las mismas. Durante el muestreo se registró la familia botánica, nombre científico, nombre común de cada especie registrada en el área de muestreo. La identificación taxonómica de las especies de flora silvestre se llevó a cabo mediante el apoyo de los siguientes manuales y claves de identificación:

- Arellano R., Flores JS., Tun G., Cruz M. (2003) Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense Fascículo 20. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Concha, C., Muñoz, T., Luis, J., de Stefano, D., Morillo, R., y Ivón, M. (2010) Flora ilustrada de la Península de Yucatán listado florístico. CICY.
- Duno de Stefano, R., Carnevali Fernández-Concha, G., Ramírez Morillo, I. M., Tapia Muñoz, J. L., Can Itzá, L. L., Hernández-Aguilar, S. y Embray, T. (2010 en adelante), Flora de la Península de Yucatán.

Análisis de composición de la vegetación

Como parte de los trabajos de gabinete se capturaron los registros de campo en una base de datos mediante el programa Microsoft Office Excel 2010. Posteriormente se procedió a realizar los análisis de composición (riqueza, abundancia, equidad), estructura (estimación del Valor de Importancia Relativa (VIR) y diversidad (estimación del índice de Shannon-Wiener (H') y el índice de Pielou (J´). Los resultados más importantes fueron graficados para tener una visualización del comportamiento de las especies de flora silvestre dentro del área de estudio.

Para calcular la cobertura (superficie que cubre del suelo la copa de la planta en m^2) se tomó en cuenta las mediciones de diámetro mayor y diámetro menor en sentido perpendicular, en donde el radio promedio se usa para calcular la superficie en m^2 que después es extrapolado a ha. La cobertura total de la especie será la suma de las coberturas de los individuos.

Los cálculos de la **COBERTURA ABSOLUTA (C_A) Y COBERTURA RELATIVA (C_R)** de las especies presentes en el estrato herbáceo principalmente se realizaron aplicando la siguiente fórmula:

$$C_A = \left(\frac{D_1 + D_2}{4} \right)^2 \times \pi$$

Dónde:
D_1= Diámetro mayor de la copa de la planta (m).
D_2= Diámetro perpendicular a D_1 (m).

$$C_R = \frac{C_{A_i}}{\sum_{i=1}^{n} C_{A_i}} \times 100$$

Para calcular el **ÁREA BASAL ABSOLUTA (AB_A) Y ÁREA BASAL RELATIVA (AB_R)** de las especies arbustivas y arbóreas presentes dentro del área bajo estudio se utilizó la siguiente formula:

$$AB_A = [\sum_{a=1}^{n} \frac{\pi (d)^2}{4}] / T$$

Dónde:
d = Diámetro normal en cm
a = Árbol vivo, desde 1 hasta n

$$AB_R = \frac{AB_{A_i}}{\sum_{i=1}^{n} AB_{A_i}} \times 100$$

FRECUENCIA ABSOLUTA (F_A) Y FRECUENCIA RELATIVA (F_R). Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

F_A=Número de cuadros en donde se encontró la especie/Número total de cuadros muestreados.

$$F_R = \frac{F_{A_i}}{\sum_{i=1}^{n} F_{A_i}} \times 100$$

DENSIDAD ABSOLUTA (D_A) Y DENSIDAD RELATIVA (D_R). Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

D_A= Es el número de individuos de la especie área total muestreada.

$$D_R = \frac{D_{A_j}}{\sum_{i=1}^{n} D_{A_i}} \times 100$$

VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA (VIR). El VIR se obtuvo con lo siguiente:

$$VIR = AB_R + F_R + D_R$$

Para el caso de la estimación del **ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H') Y EL ÍNDICE DE PIELOU (J')** se obtuvieron con las siguientes formulas:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

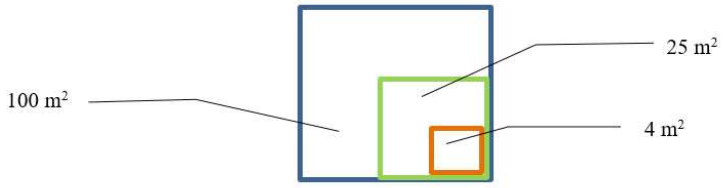
Donde H' max= ln (S)

Ubicación de los puntos de muestreo

Se realizó un levantamiento de datos en 4 cuadrantes de muestreo para determinar el estado actual de la vegetación presente en el predio, AI y SA. Para el estrato arbóreo se hicieron cuadrantes de 100 m2 (10m x 10m), simultáneamente se realizaron subcuadrantes de 25 m2 (5m x 5m) para el estrato arbustivo y de 4 m2 (2m x 2m) para el estrato herbáceo.

Cada sitio de muestreo se referenció con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q. A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo.

Cada sitio se referenció registrando el punto de muestreo con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q, se registraron todas las especies posibles presentes en el área del proyecto, y se clasificaron en tres estratos: Herbáceas, Arbustos y Arbóreas. Se realizó una comparación de las especies identificadas con la lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Esquema de los cuadrantes realizados.

Datos obtenidos

Con el objetivo de comparar el estado de la vegetación del área del proyecto (Predio) con el del mismo ecosistema presente en el Área de Influencia (AI) y en el Sistema Ambiental (SA), se realizaron muestreos siguiendo la misma metodología en cada ubicación, garantizando así la comparabilidad de los datos obtenidos.

MUESTREOS REALIZADOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL (SA)

A continuación, se presentan los resultados de los muestreos realizados en el sistema ambiental (SA), con el fin de comparar la diversidad obtenida en los sitios de muestreo realizados en el SA con los resultados de los muestreos realizados en el área de influencia (AI) y área del proyecto (AP)

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo en el SA.

Tabla IV.1. Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q).

Sitio	Vértice	X	Y
1	1	210512.7614	2353189.6057
	2	210509.7387	2353199.1380
	3	210519.2709	2353202.1607
	4	210522.2936	2353192.6284
2	1	210552.2449	2353191.5799
	2	210549.2222	2353201.1121
	3	210558.7544	2353204.1348
	4	210561.7771	2353194.6026
3	1	210625.9473	2353171.1801
	2	210622.9246	2353180.7123
	3	210632.4569	2353183.7350
	4	210635.4796	2353174.2028
4	1	210583.1736	2353173.8123
	2	210580.1509	2353183.3446
	3	210589.6831	2353186.3673
	4	210592.7058	2353176.8350

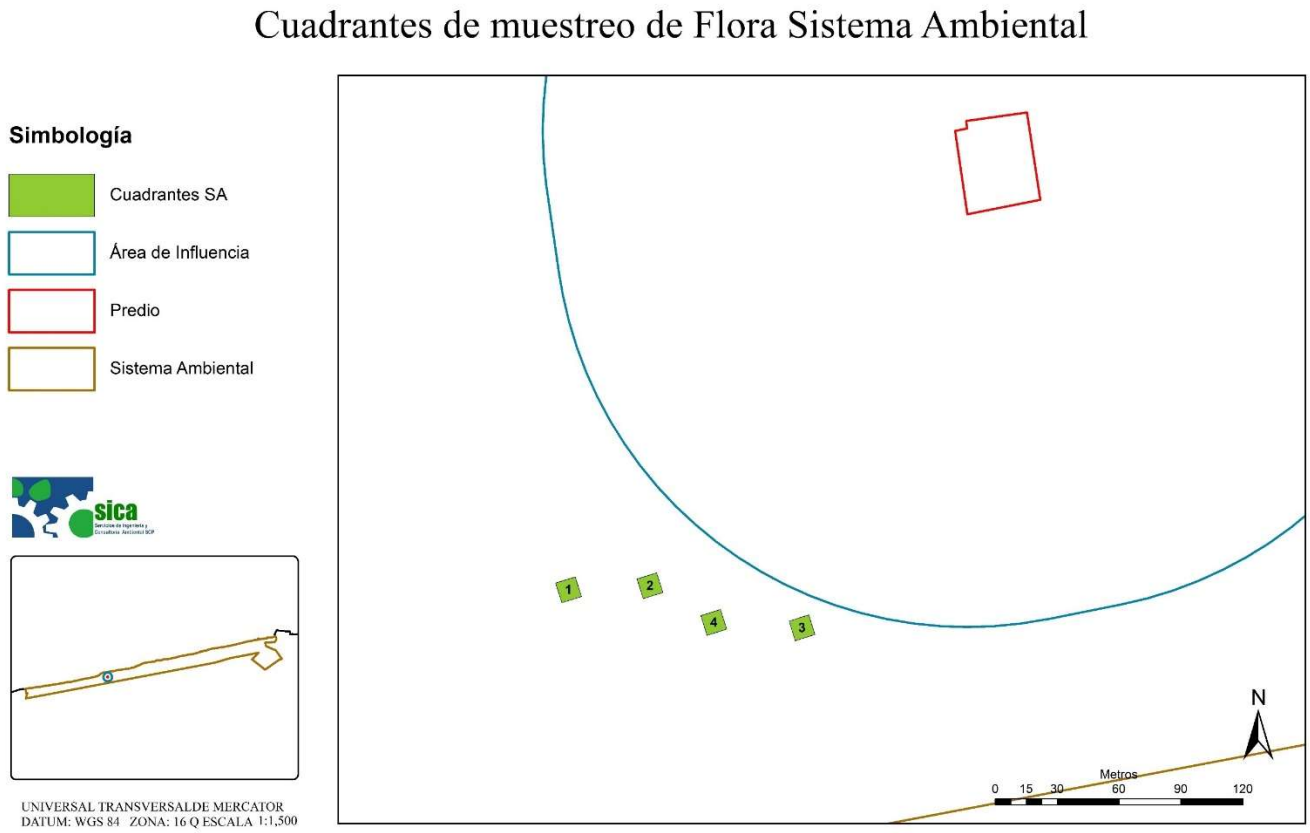


Figura IV.11. Distribución de los sitios de muestreo en el SA.

Resultado de los muestreos realizados

Listado de especies registradas en el SA

En los sitios de muestreo se registraron 16 familias, 28 géneros y 28 especies, a continuación, se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo:

Tabla IV.2. Listado de especies registradas en el SA.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Julub	Nativa	
Acanthaceae	*Justicia carthaginensis*	Bisilche'	Nativa	
Amaranthaceae	*Alternanthera flavescens*	Sak-mul	Nativa	
Apocynaceae	*Calotropis procera*	Manzana de Sodoma	Introducida	
Apocynaceae	*Echites umbellatus*	Chak kansel	Nativa	
Apocynaceae	*Gonolobus barbatus*	Xtuch kajoy	Nativa	
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Coco	Introducida	
Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Muuch' kook	Nativa	
Asteraceae	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	Nativa	
Asteraceae	*Porophyllum punctatum*	Ukíil	Nativa	
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	K'opte	Nativa	
Boraginaceae	*Heliotropium curassavicum*	Sina'an xiiw	Nativa	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059
Boraginaceae	*Varronia bullata*	Nich' ma'ax	Nativa	
Cactaceae	*Opuntia stricta*	Tsakam	Nativa	
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waxim	Nativa	
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Ja'abin	Nativa	
Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	Ya'ax k'aax	Nativa	
Fabaceae	*Tara vesicaria*	Ya'ax k'iin che'	Nativa	
Malvaceae	*Gossypium hirsutum*	Taman ch'up	Nativa	Pr
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	Nativa	
Malvaceae	*Waltheria indica*	Sak mis bil	Nativa	
Meliaceae	*Azadirachta indica*	Neem	Introducida	
Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Caña de jabalí	Nativa	
Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Túubok	Nativa	
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Ni' che'	Nativa	
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	Nativa	
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	Mulche'	Nativa	
Scrophulariaceae	*Capraria biflora*	Claudiosa	Nativa	

NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr = Protección especial

Tabla IV.3. Distribución de las especies por estrato.

# DE ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	PRESENCIA Y AUSENCIA DE ESPECIES POR ESTRATO (X=presencia, 0=ausencia)		
		HERBÁCEO	ARBUSTIVO	ARBÓREO
1	*Bravaisia berlandieriana*	0	X	0
2	*Justicia carthaginensis*	X	0	0
3	*Alternanthera flavescens*	X	0	0
4	*Calotropis procera*	0	0	X
5	*Echites umbellatus*	X	0	0
6	*Gonolobus barbatus*	X	0	0
7	*Cocos nucifera*	0	0	X
8	*Ambrosia hispida*	X	0	0
9	*Melanthera nivea*	X	0	0
10	*Porophyllum punctatum*	X	0	0
11	*Cordia dodecandra*	0	0	X
12	*Heliotropium curassavicum*	X	0	0
13	*Varronia bullata*	0	X	0
14	*Opuntia stricta*	X	0	0
15	*Leucaena leucocephala*	0	0	X
16	*Piscidia piscipula*	0	0	X
17	*Pithecellobium keyense*	0	X	0
18	*Tara vesicaria*	0	X	0
19	*Gossypium hirsutum*	0	X	0
20	*Malvaviscus arboreus*	0	X	0
21	*Waltheria indica*	X	0	0
22	*Azadirachta indica*	0	0	X
23	*Cyrtopodium macrobulbon*	X	0	0
24	*Passiflora foetida*	X	0	0

# DE ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	PRESENCIA Y AUSENCIA DE ESPECIES POR ESTRATO (X=presencia, 0=ausencia)		
		HERBÁCEO	ARBUSTIVO	ARBÓREO
25	*Coccoloba uvifera*	0	X	0
26	*Bonellia macrocarpa*	0	X	0
27	*Sideroxylon americanum*	0	X	0
28	*Capraria biflora*	X	0	0

Resultados del muestreo de diversidad

A continuación, se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos en los sitios de muestreo realizados en el SA.

Especies en el estrato herbáceo en el SA

En el estrato herbáceo se registraron 13 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de Valor de Importancia relativa (VIR):

Tabla IV.4. Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo.

Nombre científico	DENSIDAD RELATIVA (%)	COBERTURA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Opuntia stricta	14.844	25.406	11.111	51.361
Passiflora foetida	10.938	15.451	11.111	37.499
Melanthera nivea	10.156	7.388	11.111	28.655
Alternanthera flavescens	11.719	5.406	11.111	28.235
Heliotropium curassavicum	9.375	4.324	8.333	22.033
Echites umbellatus	6.250	8.829	5.556	20.635
Porophyllum punctatum	7.031	7.297	5.556	19.884
Waltheria indica	6.250	6.487	5.556	18.292
Ambrosia hispida	10.156	2.296	5.556	18.007
Gonolobus barbatus	3.125	4.414	8.333	15.873
Cyrtopodium macrobulbon	1.563	6.487	5.556	13.605
Capraria biflora	3.906	4.054	5.556	13.516
Justicia carthaginensis	4.688	2.162	5.556	12.405
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

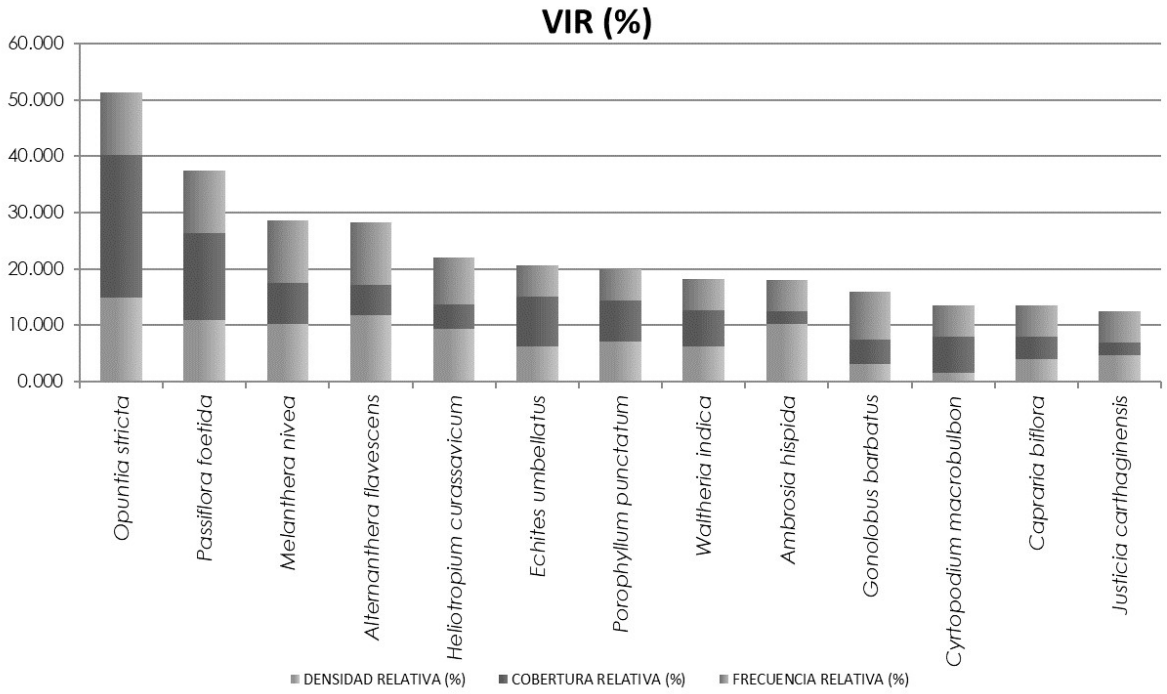


Figura IV.12. Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del SA.

De acuerdo con lo anterior, se puede observar que las especies más representativas por sus coberturas registradas dentro del estrato herbáceo fueron las especies *Opuntia stricta* (25.41%), *Passiflora foetida* (15.45%) y *Echites umbellatus* (8.83%). Así mismo, las especies *Opuntia stricta* (14.84%), *Alternanthera flavescens* (11.72%) y *Passiflora foetida* (10.94%) fueron las más importantes por sus densidades. Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del SA fueron *Opuntia stricta* (11.11%), *Passiflora foetida* (11.11%), *Melanthera nivea* (11.11%) y *Alternanthera flavescens* (11.11%).

De manera particular, se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del SA las especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) son *Opuntia stricta* (51.36%), *Passiflora foetida* (37.50%) y *Melanthera nivea* (28.66%), seguidas por *Alternanthera flavescens* (28.24%) y *Heliotropium curassavicum* (22.03%).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para el estrato herbáceo dentro del SA:

Tabla IV.5. Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato herbáceo.

NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA	ABUND RELATIVA (PI)	LN (PI)	-(PI) X LN (PI)
Opuntia stricta	19.0000	0.1484	-1.9076	0.28316
Passiflora foetida	14.0000	0.1094	-2.2130	0.24204
Melanthera nivea	13.0000	0.1016	-2.2871	0.23228
Alternanthera flavescens	15.0000	0.1172	-2.1440	0.25125
Heliotropium curassavicum	12.0000	0.0938	-2.3671	0.22192
Echites umbellatus	8.0000	0.0625	-2.7726	0.17329
Porophyllum punctatum	9.0000	0.0703	-2.6548	0.18667
Waltheria indica	8.0000	0.0625	-2.7726	0.17329
Ambrosia hispida	13.0000	0.1016	-2.2871	0.23228

NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA	ABUND RELATIVA (PI)	LN (PI)	-(PI) X LN (PI)
Gonolobus barbatus	4.0000	0.0313	-3.4657	0.10830
Cyrtopodium macrobulbon	2.0000	0.0156	-4.1589	0.06498
Capraria biflora	5.0000	0.0391	-3.2426	0.12666
Justicia carthaginensis	6.0000	0.0469	-3.0603	0.14345
Total	**128**	**1**		**2.43957**

Tabla IV.6. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo.

ESTRATO HERBÁCEO	
Riqueza (S)	13
Shannon-Wiener (H')	2.4396
H' Máxima	2.5649
Pielou (J)	0.9511
H' max - H'	0.1254

Las especies en el estrato por afectar en el SA poseen una riqueza específica de 13 especies, las cuales presentan un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 2.4396, lo que indica una diversidad media para este estrato. La máxima diversidad que pueden alcanzar las especies en el estrato herbáceo en el SA es de 2.5649, mientras que la equidad de Pielou (J) es de 0.9511, lo que indica una distribución bastante equitativa entre las especies presentes. La diferencia entre la diversidad máxima y la calculada (H' max – H') es de 0.1254, lo que sugiere que el estrato está cercano a alcanzar su máxima diversidad potencial.

Especies en el estrato arbustivo

Las especies en el estrato arbustivo registraron una riqueza específica de 10 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV.7. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo.

NOMBRE CIENTÍFICO	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	VIR
Pithecellobium keyense	16.9014	54.8077	11.1111	82.8202
Sideroxylon americanum	25.3521	14.4231	14.8148	54.5900
Malvaviscus arboreus	11.2676	8.9744	7.4074	27.6494
Gossypium hirsutum	5.6338	6.7308	11.1111	23.4757
Leucaena leucocephala	8.4507	2.8846	11.1111	22.4464
Coccoloba uvifera	5.6338	5.1282	11.1111	21.8731
Varronia bullata	7.0423	1.6026	11.1111	19.7559
Bonellia macrocarpa	5.6338	1.2821	11.1111	18.0270
Tara vesicaria	8.4507	1.9231	7.4074	17.7812
Bravaisia berlandieriana	5.6338	2.2436	3.7037	11.5811
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

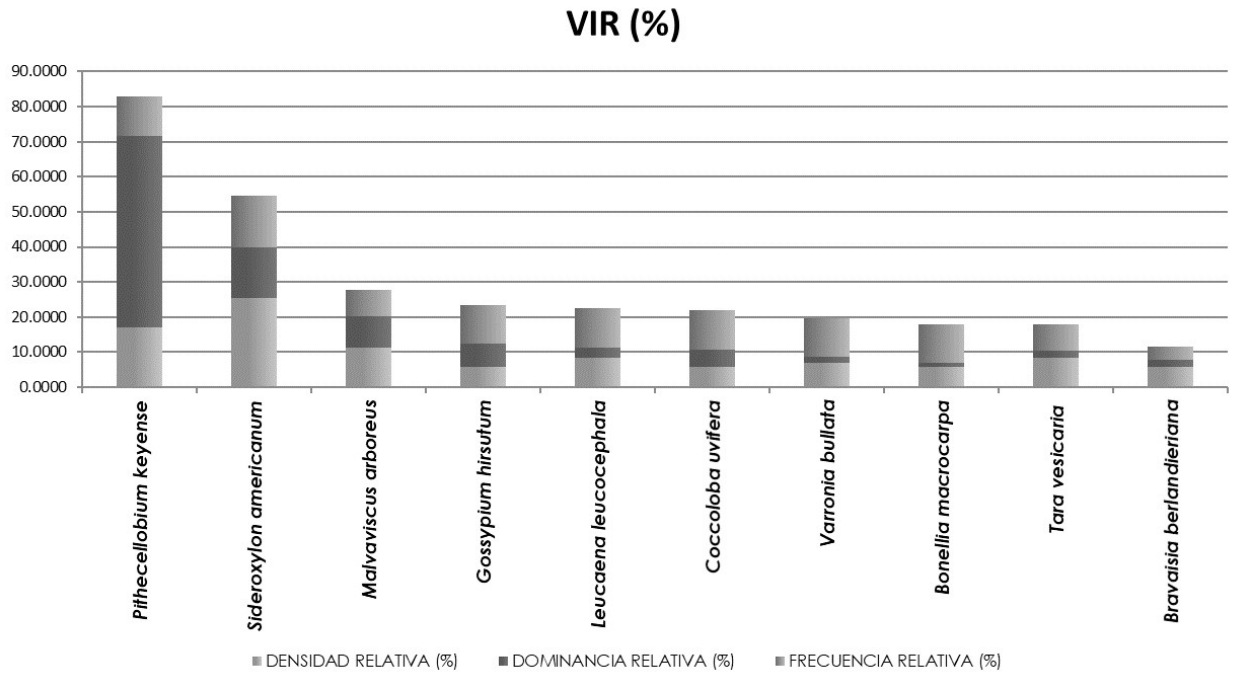


Figura IV.13. Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo.

De acuerdo con lo anterior, se puede observar que las especies más representativas por sus coberturas registradas dentro del estrato arbustivo fueron las especies *Pithecellobium keyense* (54.81%), *Sideroxylon americanum* (14.42%) y *Malvaviscus arboreus* (8.97%). Así mismo, las especies *Sideroxylon americanum* (25.35%), *Pithecellobium keyense* (16.90%) y *Malvaviscus arboreus* (11.27%) fueron las más importantes por sus densidades. Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del SA fueron *Pithecellobium keyense* (11.11%), *Sideroxylon americanum* (14.81%) y un grupo de especies que comparten la misma frecuencia relativa del 11.11%, entre ellas *Gossypium hirsutum*, *Leucaena leucocephala*, *Coccoloba uvifera*, *Varronia bullata* y *Bonellia macrocarpa*.

De manera particular, se puede indicar que dentro del estrato arbustivo del SA estudio las especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) son *Pithecellobium keyense* (82.82%), *Sideroxylon americanum* (54.59%) y *Malvaviscus arboreus* (27.65%), seguidas por *Gossypium hirsutum* (23.48%), *Leucaena leucocephala* (22.45%) y *Coccoloba uvifera* (21.87%).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies con estrato arbustivo:

Tabla IV.8. Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies en el estrato arbustivo.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Pithecellobium keyense	12	0.1690	-1.7778	0.3005
Sideroxylon americanum	18	0.2535	-1.3723	0.3479
Malvaviscus arboreus	8	0.1127	-2.1832	0.2460
Gossypium hirsutum	4	0.0563	-2.8764	0.1620
Leucaena leucocephala	6	0.0845	-2.4709	0.2088
Coccoloba uvifera	4	0.0563	-2.8764	0.1620
Varronia bullata	5	0.0704	-2.6532	0.1868
Bonellia macrocarpa	4	0.0563	-2.8764	0.1620
Tara vesicaria	6	0.0845	-2.4709	0.2088
Bravaisia berlandieriana	4	0.0563	-2.8764	0.1620
TOTAL	**71**	**1.0000**		**2.1470**

Tabla IV.9. Indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo

ESTRATO ARBUSTIVO	
Riqueza (S)	10
Shannon-Wiener (H')	2.1470
H' Máxima	2.3026
Pielou (J)	0.9324
H' max - H'	0.1555

Las especies en el estrato arbustivo en el SA poseen una riqueza específica de 10 especies, las cuales presentan un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 2.1470, lo que indica una diversidad media para este estrato. La máxima diversidad que pueden alcanzar las especies en el estrato arbustivo en el SA es de 2.3026, mientras que la equidad de Pielou (J) es de 0.9324, lo que indica una distribución bastante equitativa entre las especies presentes. La diferencia entre la diversidad máxima y la calculada (H' max – H') es de 0.1555, lo que sugiere que el estrato está cercano a alcanzar su máxima diversidad potencial.

Especies en el estrato arbóreo en el SA

Las especies en el estrato arbóreo registraron una riqueza específica de 25 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV.10. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbóreo.

NOMBRE CIENTÍFICO	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Cocos nucifera	36.6667	72.6436	28.5714	137.8817
Cordia dodecandra	40.0000	20.9725	28.5714	89.5439
Piscidia piscipula	13.3333	3.3108	28.5714	45.2155
Calotropis procera	6.6667	2.3133	7.1429	16.1228
Azadirachta indica	3.3333	0.7598	7.1429	11.2360
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

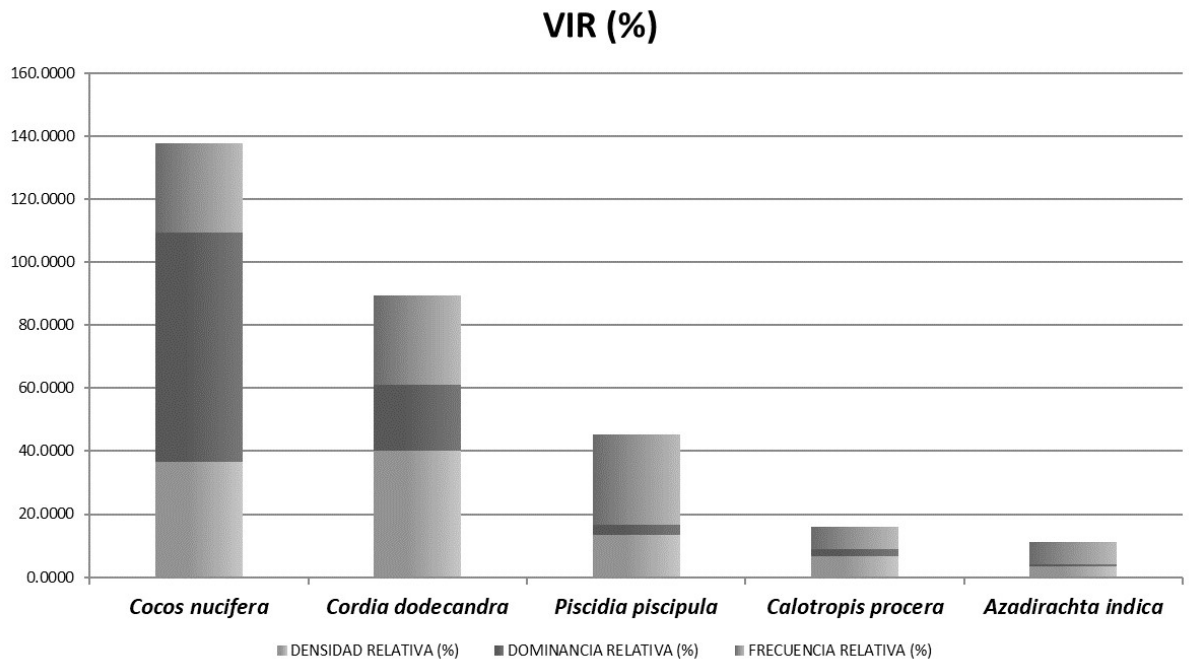


Figura IV.14. Valores de VIR de las especies en el estrato arbóreo.

De acuerdo con lo anterior, se puede observar que las especies más representativas por sus coberturas registradas dentro del estrato arbóreo fueron las especies *Cocos nucifera* (72.64%), *Cordia dodecandra* (20.97%) y *Piscidia piscipula* (3.31%). Así mismo, las especies *Cordia dodecandra* (40.00%), *Cocos nucifera* (36.67%) y *Piscidia piscipula* (13.33%) fueron las más importantes por sus densidades. Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del SA fueron *Cocos nucifera*, *Cordia dodecandra* y *Piscidia piscipula*, cada una con una frecuencia relativa del 28.57%, seguidas por *Calotropis procera* y *Azadirachta indica* (7.14% cada una).

De manera particular, se puede indicar que dentro del estrato arbóreo del predio bajo estudio las especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR**)** son *Cocos nucifera* (137.88%), *Cordia dodecandra* (89.54%) y *Piscidia piscipula* (45.22%), seguidas por *Calotropis procera* (16.12%) y *Azadirachta indica* (11.24%).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies con estrato arbóreo:

Tabla IV.11. Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies en el estrato arbóreo.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Cocos nucifera	11	0.3667	-1.0033	0.3679
Cordia dodecandra	12	0.4000	-0.9163	0.3665
Piscidia piscipula	4	0.1333	-2.0149	0.2687
Calotropis procera	2	0.0667	-2.7081	0.1805
Azadirachta indica	1	0.0333	-3.4012	0.1134
Total	**30**	**1**		**1.2970**

Tabla IV.12. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbóreo.

ESTRATO ARBÓREO	
Riqueza (S)	5
Shannon-Wiener (H')	1.2970
H' Máxima	1.6094
Pielou (J)	0.8058
H' max - H'	0.3125

Las especies en el estrato arbóreo en el SA poseen una riqueza específica de 5 especies, las cuales presentan un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 1.2970, lo que indica una diversidad baja para este estrato. La máxima diversidad que pueden alcanzar las especies en el estrato arbóreo en el SA es de 1.6094, mientras que la equidad de Pielou (J) es de 0.8058, lo que indica una distribución bastante equitativa entre las especies presentes. La diferencia entre la diversidad máxima y la calculada (H' max – H') es de 0.3125, lo que sugiere que el estrato aún no alcanza su máxima diversidad potencial.

MUESTREOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo en el área de influencia (AI)

Tabla IV.13. Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q).

Sitio	Vértice	X	Y
1	1	210759.8664	2353393.5052
	2	210758.9195	2353403.4602
	3	210768.8745	2353404.4072
	4	210769.8215	2353394.4521
2	1	210754.9452	2353413.9839
	2	210753.9982	2353423.9390
	3	210763.9533	2353424.8860
	4	210764.9002	2353414.9309
3	1	210760.9777	2353369.8514
	2	210760.0307	2353379.8064
	3	210769.9858	2353380.7534
	4	210770.9328	2353370.7983
4	1	210714.6838	2353362.4336
	2	210713.7369	2353372.3886
	3	210723.6919	2353373.3356
	4	210724.6389	2353363.3805

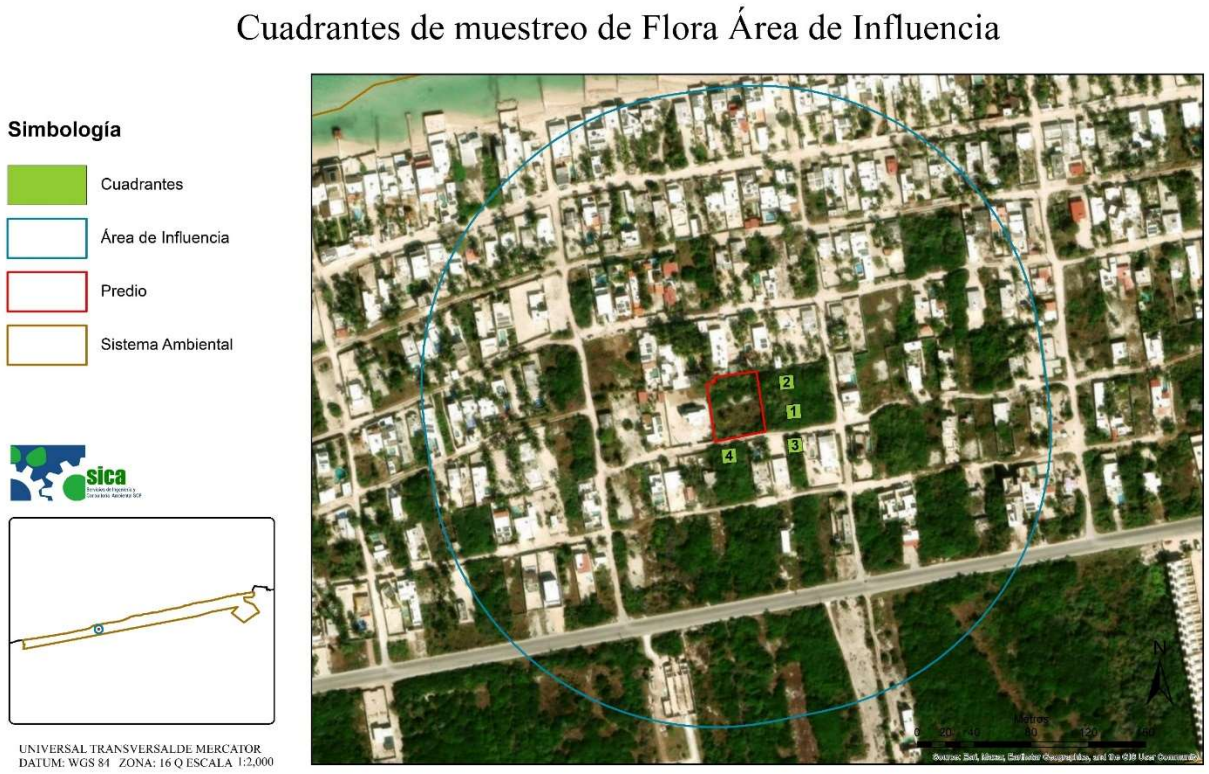


Figura IV.15. Distribución de los sitios de muestreo en el AI.

Resultado de los muestreos realizados en el AI

Listado de especies registradas

En los sitios de muestreo se registraron 14 familias, 19 géneros y 19 especies, a continuación, se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo dentro de la AI.

Tabla IV.14. Listado de especies registradas.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Julub	Nativa	
Acanthaceae	*Justicia carthaginensis*	Bisilche'	Nativa	
Amaranthaceae	*Alternanthera flavescens*	Sak-mul	Nativa	
Apocynaceae	*Calotropis procera*	Manzana de Sodoma	Introducida	
Apocynaceae	*Echites umbellatus*	Chak kansel	Nativa	
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Coco	Introducida	
Asteraceae	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	Nativa	
Asteraceae	*Porophyllum punctatum*	Ukíil	Nativa	
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	K'opte	Nativa	
Cactaceae	*Opuntia stricta*	Tsakam	Nativa	
Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	Ya'ax k'aax	Nativa	
Malvaceae	*Gossypium hirsutum*	Taman ch'up	Nativa	Pr
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Bisil	Nativa	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059
Malvaceae	*Waltheria indica*	Sak mis bil	Nativa	
Orchidaceae	*Cyrtopodium macrobulbon*	Caña de jabalí	Nativa	
Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Túubok	Nativa	
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Ni' che'	Nativa	
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	Nativa	
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	Mulche'	Nativa	

Tabla IV.15. Distribución de las especies por estrato.

# DE ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	PRESENCIA Y AUSENCIA DE ESPECIES POR ESTRATO (X=presencia, 0=ausencia)		
		HERBÁCEO	ARBUSTIVO	ARBÓREO
1	*Bravaisia berlandieriana*	0	X	0
2	*Justicia carthaginensis*	X	0	0
3	*Alternanthera flavescens*	X	0	0
4	*Calotropis procera*	0	0	X
5	*Echites umbellatus*	X	0	0
6	*Cocos nucifera*	0	0	X
7	*Melanthera nivea*	X	0	0
8	*Porophyllum punctatum*	X	0	0
9	*Cordia dodecandra*	0	0	X
10	*Opuntia stricta*	X	0	0
11	*Pithecellobium keyense*	0	X	0
12	*Gossypium hirsutum*	0	X	0
13	*Malvaviscus arboreus*	0	X	0
14	*Waltheria indica*	X	0	0
15	*Cyrtopodium macrobulbon*	X	0	0
16	*Passiflora foetida*	X	0	0
17	*Coccoloba uvifera*	0	0	X
18	*Bonellia macrocarpa*	0	X	0
19	*Sideroxylon americanum*	0	X	0

Resultados del muestreo de diversidad en el AI

A continuación, se presenta la distribución de las especies encontradas por en los sitios de muestreo realizados en el AI

Estrato herbáceo en el AI

En el estrato herbáceo del AI se registraron 9 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de Valor de Importancia relativa (VIR):

Tabla IV.16. Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo.

NOMBRE CIENTÍFICO	DENSIDAD RELATIVA (%)	COBERTURA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Opuntia stricta	22.222	45.016	14.286	81.524
Justicia carthaginensis	20.635	15.048	14.286	49.969
Echites umbellatus	9.524	9.453	14.286	33.263
Passiflora foetida	7.937	10.289	14.286	32.512
Alternanthera flavescens	15.873	5.145	7.143	28.161
Waltheria indica	7.937	5.788	10.714	24.439
Porophyllum punctatum	6.349	4.630	10.714	21.694
Melanthera nivea	7.937	2.572	10.714	21.223
Cyrtopodium macrobulbon	1.587	2.058	3.571	7.217
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

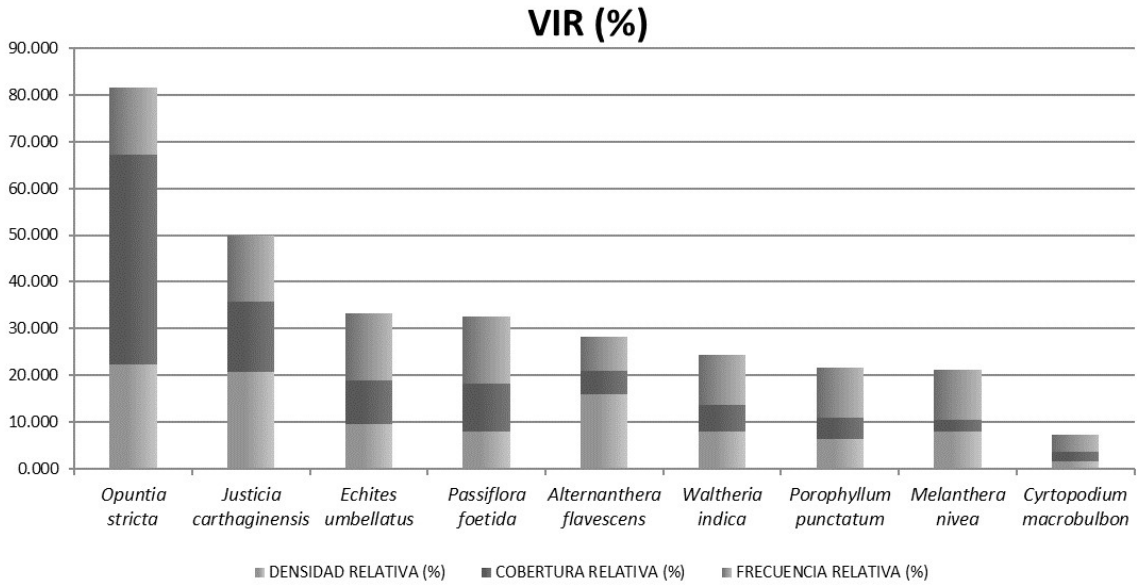


Figura IV.16. Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del área de influencia

De acuerdo con lo anterior, se puede observar que las especies más representativas por sus coberturas registradas dentro del estrato herbáceo fueron *Opuntia stricta* (45.02%), *Justicia carthaginensis* (15.05%) y *Passiflora foetida* (10.29%). Así mismo, las especies *Opuntia stricta* (22.22%), *Justicia carthaginensis* (20.64%) y *Alternanthera flavescens* (15.87%) fueron las más importantes por sus densidades. Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del AI bajo estudio fueron *Opuntia stricta*, *Justicia carthaginensis, Echites umbellatus* y *Passiflora foetida*, cada una con una frecuencia relativa del 14.29%.

De manera particular, se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del AI bajo estudio las especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) son *Opuntia stricta* (81.52%), *Justicia carthaginensis* (49.97%) y *Echites umbellatus* (33.26%).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies con estrato herbáceo:

Tabla IV.17. Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato herbáceo del área de influencia

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Opuntia stricta	14	0.2222	-1.5041	0.33424
Justicia carthaginensis	13	0.2063	-1.5782	0.32566
Echites umbellatus	6	0.0952	-2.3514	0.22394
Passiflora foetida	5	0.0794	-2.5337	0.20109
Alternanthera flavescens	10	0.1587	-1.8405	0.29215
Waltheria indica	5	0.0794	-2.5337	0.20109
Porophyllum punctatum	4	0.0635	-2.7568	0.17504
Melanthera nivea	5	0.0794	-2.5337	0.20109
Cyrtopodium macrobulbon	1	0.0159	-4.1431	0.06576
Total	**63**	**1**		**2.02005**

Tabla IV.18. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del AI.

ESTRATO HERBÁCEO	
Riqueza (S)	9
Shannon-Wiener (H')	2.0201
H' Máxima	2.1972
Pielou (J)	0.9194
H' max - H'	0.1772

Las especies en el estrato herbáceo en el AI poseen una riqueza específica de 9 especies, las cuales presentan un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 2.0201, lo que indica una diversidad moderada para este estrato. La máxima diversidad que pueden alcanzar las especies en el estrato herbáceo en el AI es de 2.1972, mientras que la equidad de Pielou (J) es de 0.9194, lo que indica una distribución bastante equitativa entre las especies presentes. La diferencia entre la diversidad máxima y la calculada (H' max – H') es de 0.1772, lo que sugiere que el estrato aún no alcanza su máxima diversidad potencial.

Estrato arbustivo del AI

Las especies en el estrato arbustivo registraron una riqueza específica de 6 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV.19. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el AI.

NOMBRE CIENTÍFICO	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	VIR
Sideroxylon americanum	25.9740	49.3958	17.3913	92.7612
Pithecellobium keyense	20.7792	43.4034	17.3913	81.5739
Bravaisia berlandieriana	20.7792	2.8101	17.3913	40.9806
Malvaviscus arboreus	18.1818	2.4588	17.3913	38.0319
Bonellia macrocarpa	7.7922	1.0538	17.3913	26.2373
Gossypium hirsutum	6.4935	0.8781	13.0435	20.4151
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

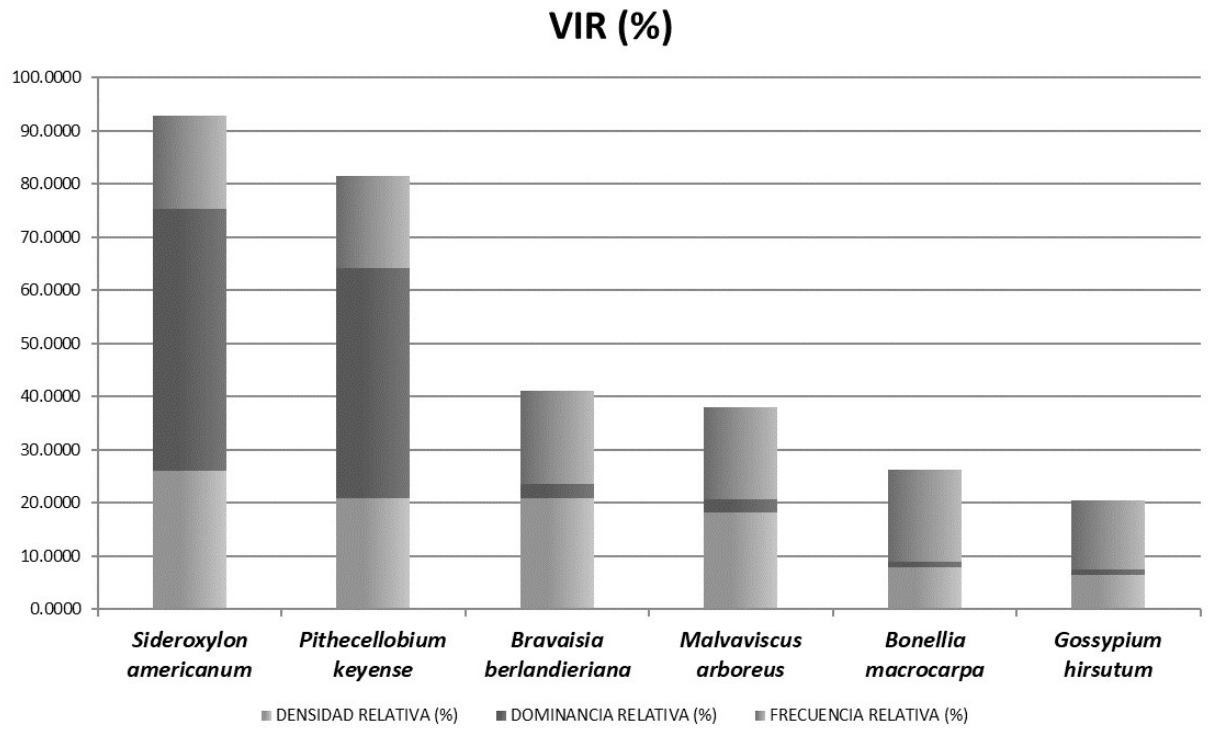


Figura IV.17. Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del área de influencia

De acuerdo con lo anterior, se puede observar que las especies más representativas por sus dominancias registradas dentro del estrato arbustivo fueron *Sideroxylon americanum* (49.40%) y *Pithecellobium keyense* (43.40%). Así mismo, las especies *Sideroxylon americanum* (25.97%), *Pithecellobium keyense* (20.78%) y *Bravaisia berlandieriana* (20.78%) fueron las más importantes por sus densidades. Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del área de influencia bajo estudio fueron *Sideroxylon americanum*, *Pithecellobium keyense*, *Bravaisia berlandieriana*, *Malvaviscus arboreus* y *Bonellia macrocarpa*, cada una con una frecuencia relativa del 17.39%.

De manera particular, se puede indicar que dentro del estrato arbustivo del AI bajo estudio, las especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) son *Sideroxylon americanum* (92.76%), *Pithecellobium keyense* (81.57%) y *Bravaisia berlandieriana* (40.98%).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies del estrato herbáceo:

Tabla IV.20. Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies en el estrato arbustivo del AI

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Sideroxylon americanum	20	0.2597	-1.3481	0.3501
Pithecellobium keyense	16	0.2078	-1.5712	0.3265
Bravaisia berlandieriana	16	0.2078	-1.5712	0.3265
Malvaviscus arboreus	14	0.1818	-1.7047	0.3100
Bonellia macrocarpa	6	0.0779	-2.5520	0.1989
Gossypium hirsutum	5	0.0649	-2.7344	0.1776
Total	**77**	**1.0000**		**1.6895**

Tabla IV.21. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del AI

ESTRATO ARBUSTIVO	
Riqueza (S)	6
Shannon-Wiener (H')	1.6895
H' Máxima	1.7918
Pielou (J)	0.9429
H' max - H'	0.1023

Las especies en el estrato arbustivo en el AI poseen una riqueza específica de 6 especies, las cuales presentan un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 1.6895, lo que indica una diversidad baja para este estrato. La máxima diversidad que pueden alcanzar las especies en el estrato arbustivo en el AI es de 1.7918, mientras que la equidad de Pielou (J) es de 0.9429, lo que indica una distribución bastante equitativa entre las especies presentes. La diferencia entre la diversidad máxima y la calculada (H' max – H') es de 0.1023, lo que sugiere que el estrato aún no alcanza su máxima diversidad potencial.

Estrato arbóreo en el AI

Las especies en el estrato arbóreo registraron una riqueza específica de 4 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV.22. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbóreo en el AI.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Coccoloba uvifera	63.6364	48.3356	36.3636	148.3356
Cocos nucifera	13.6364	12.9289	27.2727	53.8380
Cordia dodecandra	13.6364	21.4122	18.1818	53.2304
Calotropis procera	9.0909	17.3233	18.1818	44.5960
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

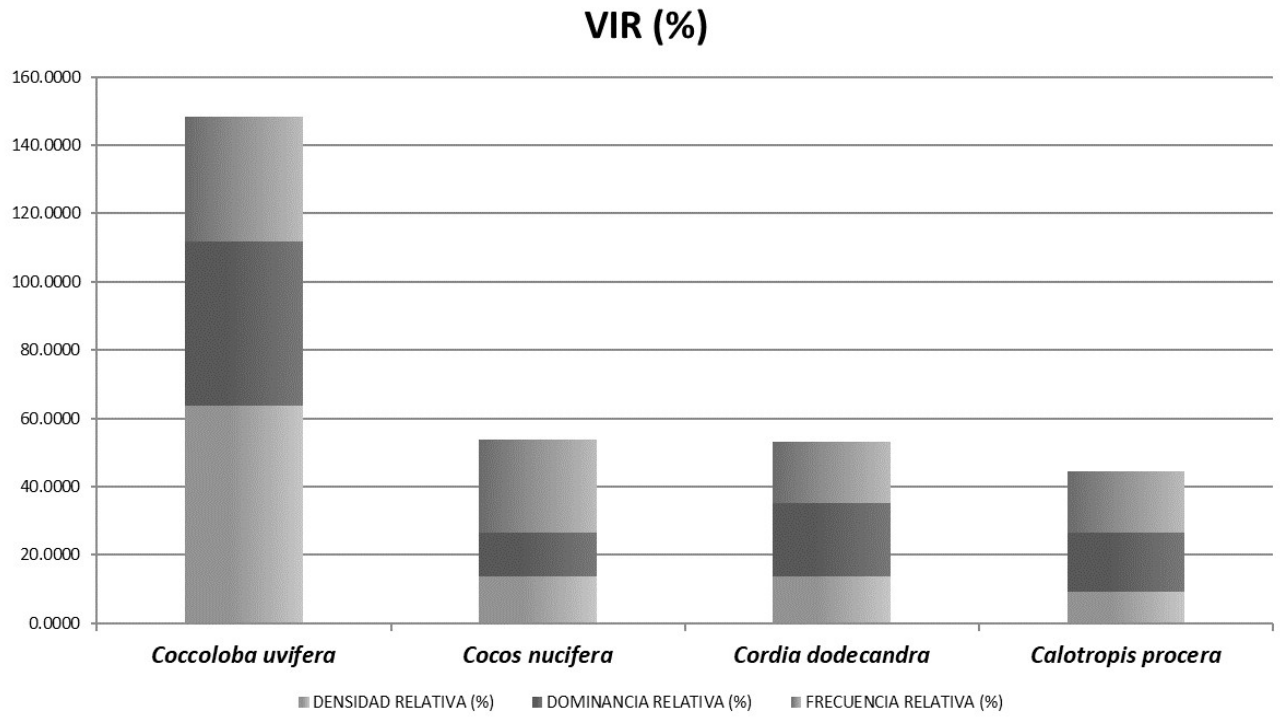


Figura IV.18. Valores de VIR de las especies en el estrato arbóreo encontrado dentro del área de influencia

De acuerdo con lo anterior, se puede observar que las especies más representativas por sus coberturas registradas dentro del estrato arbóreo fueron *Coccoloba uvifera* (63.64%), *Cocos nucifera* (13.64%) y *Cordia dodecandra* (13.64%). Así mismo, las especies *Coccoloba uvifera* (48.34%), *Cordia dodecandra* (21.41%) y *Calotropis procera* (17.32%) fueron las más importantes por sus densidades.

Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del AI bajo estudio fueron *Coccoloba uvifera* (36.36%), *Cocos nucifera* (27.27%) y *Cordia dodecandra* (18.18%). De manera particular, se puede

indicar que dentro del estrato arbóreo del AI las especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) son *Coccoloba uvifera* (148.34%), *Cocos nucifera* (53.84%) y *Cordia dodecandra* (53.23%).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies con estrato arbóreo dentro del AI:

Tabla IV.23. Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies en el estrato arbóreo del AI

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Coccoloba uvifera	14	0.6364	-0.4520	0.2876
Cocos nucifera	3	0.1364	-1.9924	0.2717
Cordia dodecandra	3	0.1364	-1.9924	0.2717
Calotropis procera	2	0.0909	-2.3979	0.2180
Total	**22**	**1**		**1.0490**

Tabla IV.24. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbóreo del AI.

ESTRATO ARBÓREO	
Riqueza (S)	4
Shannon-Wiener (H')	1.0490
H' Máxima	1.3863
Pielou (J)	0.7567
H' max - H'	0.3373

Las especies en el estrato arbóreo en el AI poseen una riqueza específica de 4 especies, las cuales presentan un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 1.0490, lo que indica una diversidad baja para este estrato. La máxima diversidad que pueden alcanzar las especies en el estrato arbóreo en el AI es de 1.3863, mientras que la equidad de Pielou (J) es de 0.7567, lo que indica una distribución moderadamente desigual entre las especies presentes. La diferencia entre la diversidad máxima y la calculada (H' max – H') es de 0.3373, lo que sugiere que el estrato aún no alcanza su máxima diversidad potencial.

MUESTREOS REALIZADOS EN EL ÁREA DEL PREDIO

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo en el área del proyecto

Tabla IV.25. Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q).

Sitio	Vértice	X	Y
1	1	210727.0153	2353409.1253
	2	210725.4857	2353419.0076
	3	210735.3681	2353420.5371
	4	210736.8976	2353410.6548
2	1	210709.5527	2353405.6328
	2	210708.0232	2353415.5151
	3	210717.9055	2353417.0446
	4	210719.4351	2353407.1623
3	1	210712.0927	2353385.6302

Sitio	Vértice	X	Y
	2	210710.5632	2353395.5126
	3	210720.4456	2353397.0421
	4	210721.9751	2353387.1597
4	1	210729.0790	2353387.8527
	2	210727.5495	2353397.7351
	3	210737.4318	2353399.2646
	4	210738.9614	2353389.3822

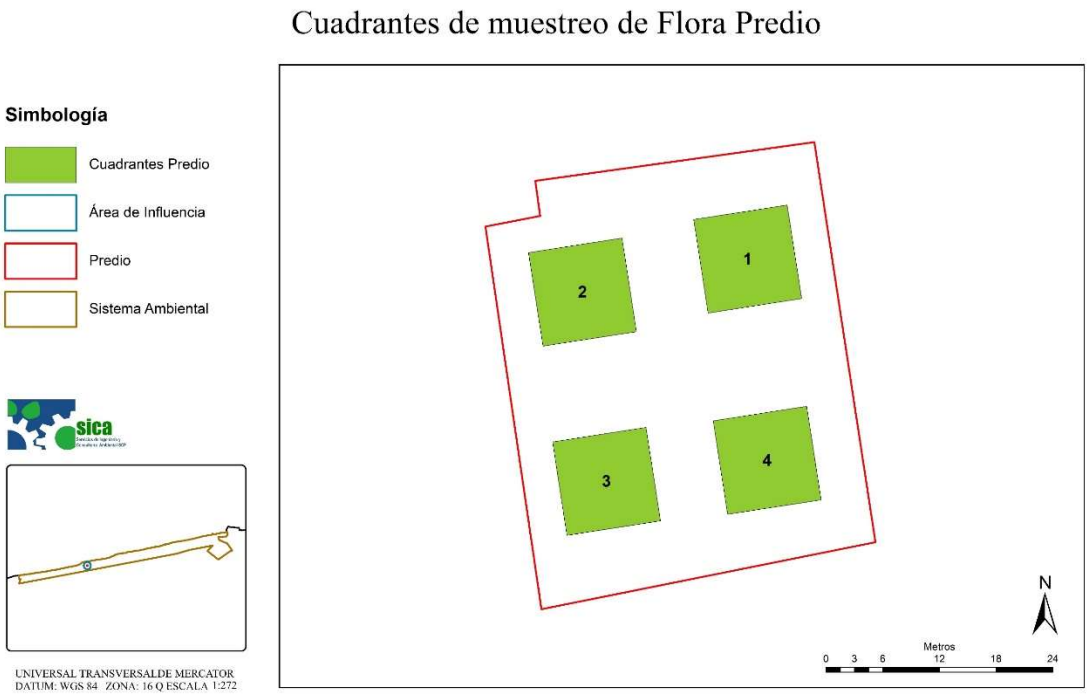


Figura IV.19. Distribución de los sitios de muestreo en el predio del proyecto

Resultado de los muestreos realizados en el predio del proyecto

Listado de especies registradas

En los sitios de muestreo se registraron 11 familias, 16 géneros y 16 especies, a continuación, se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo dentro del área del proyecto.

Tabla IV.26. Listado de especies registradas.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM059
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Julub	Nativa	
Amaranthaceae	*Alternanthera flavescens*	Sak-mul	Nativa	
Apocynaceae	*Calotropis procera*	Manzana de Sodoma	Introducida	
Apocynaceae	*Echites umbellatus*	Chak kansel	Nativa	
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Coco	Introducida	
Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Muuch' kook	Nativa	
Asteraceae	*Melanthera nivea*	Levisa xiiw	Nativa	
Asteraceae	*Porophyllum punctatum*	Ukíil	Nativa	
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waxim	Nativa	
Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	Ya'ax k'aax	Nativa	
Fabaceae	*Tara vesicaria*	Ya'ax k'iin che'	Nativa	
Malvaceae	*Waltheria indica*	Sak mis bil	Nativa	
Meliaceae	*Azadirachta indica*	Neem	Introducida	
Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Túubok	Nativa	
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Ni' che'	Nativa	
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Chak sik'iix le'	Nativa	

Tabla IV.27. Distribución de las especies por estrato.

# DE ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	PRESENCIA Y AUSENCIA DE ESPECIES POR ESTRATO (X=presencia, 0=ausencia)		
		HERBÁCEO	ARBUSTIVO	ARBÓREO
1	*Bravaisia berlandieriana*	0	X	0
2	*Alternanthera flavescens*	X	0	0
3	*Calotropis procera*	0	0	X
4	*Echites umbellatus*	X	0	0
5	*Cocos nucifera*	0	0	X
6	*Ambrosia hispida*	X	0	0
7	*Melanthera nivea*	X	0	0
8	*Porophyllum punctatum*	X	0	0
9	*Leucaena leucocephala*	0	0	X
10	*Pithecellobium keyense*	0	X	0
11	*Tara vesicaria*	0	X	0
12	*Waltheria indica*	X	0	0
13	*Azadirachta indica*	0	0	X
14	*Passiflora foetida*	X	0	0
15	*Coccoloba uvifera*	0	X	0
16	*Bonellia macrocarpa*	0	X	0

Resultados del muestreo de diversidad en el Predio

A continuación, se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos (aunque la forma de vida final sea diferente) en los sitios de muestreo realizados en predio.

Herbáceo en el Predio

En el estrato herbáceo del Predio se registraron 7 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de Valor de Importancia relativa (VIR):

Tabla IV.28. Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo.

NOMBRE CIENTÍFICO	DENSIDAD RELATIVA (%)	COBERTURA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Alternanthera flavescens	21.053	24.544	17.647	63.244
Melanthera nivea	15.789	19.237	11.765	46.791
Ambrosia hispida	21.053	5.307	17.647	44.006
Porophyllum punctatum	15.789	15.920	11.765	43.475
Passiflora foetida	10.526	16.584	11.765	38.875
Echites umbellatus	7.895	12.438	17.647	37.980
Waltheria indica	7.895	5.970	11.765	25.630
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

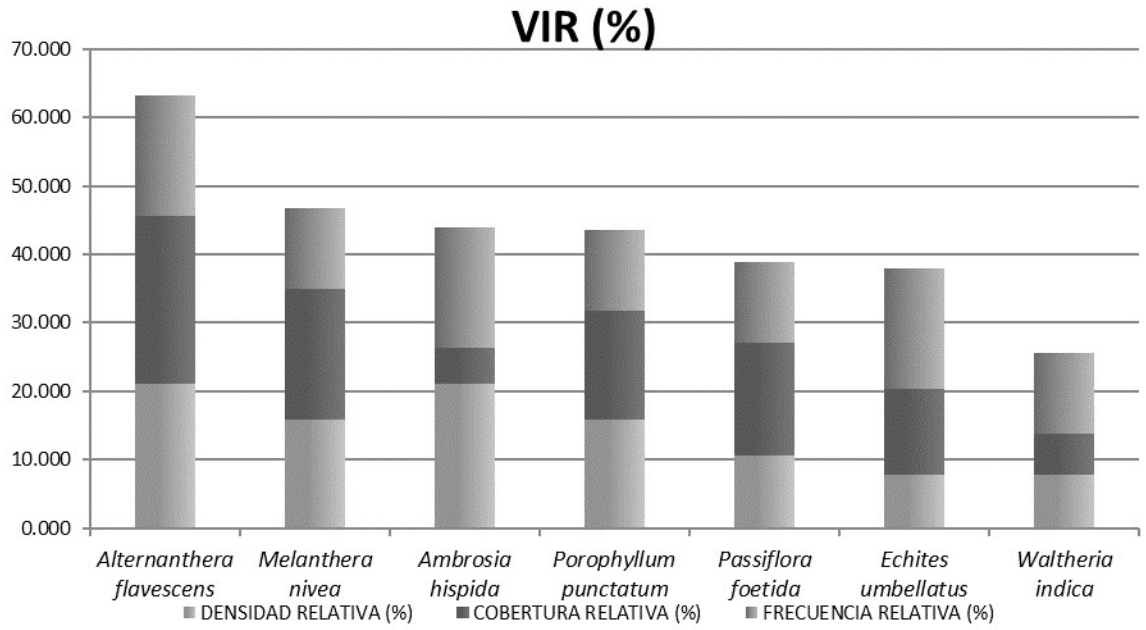


Figura IV.20. Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del predio de estudio

De acuerdo con lo anterior, se puede observar que las especies más representativas por sus coberturas registradas dentro del estrato herbáceo fueron *Alternanthera flavescens* (24.54%), *Melanthera nivea* (19.24%) y *Passiflora foetida* (16.58%). Así mismo, las especies *Alternanthera flavescens* (21.05%), *Ambrosia hispida* (21.05%) y *Melanthera nivea* (15.79%) fueron las más importantes por sus densidades. Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron *Alternanthera flavescens*, *Ambrosia hispida* y *Echites umbellatus*, cada una con una frecuencia relativa del 17.65%.

De manera particular, se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del predio bajo estudio las especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) son *Alternanthera flavescens* (63.24%), *Melanthera nivea* (46.79%) y *Ambrosia hispida* (44.01%).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies con estrato herbáceo:

Tabla IV.29. Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato herbáceo del predio de estudio

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Alternanthera flavescens	8	0.2105	-1.5581	0.32803
Melanthera nivea	6	0.1579	-1.8458	0.2914
Ambrosia hispida	8	0.2105	-1.5581	0.3280
Porophyllum punctatum	6	0.1579	-1.8458	0.2914
Passiflora foetida	4	0.1053	-2.2513	0.2369
Echites umbellatus	3	0.0789	-2.5390	0.2004
Waltheria indica	3	0.0789	-2.5390	0.2004
Total	**38**	**1**		**1.8768**

Tabla IV.30. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del predio de estudio.

ESTRATO HERBÁCEO	
Riqueza (S)	7
Shannon-Wiener (H')	1.8768
H' Máxima	1.9459
Pielou (J)	0.9645
H' max - H'	0.0691

Las especies en el estrato herbáceo en el predio poseen una riqueza específica de 7 especies, las cuales presentan un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 1.8768, lo que indica una diversidad moderada para este estrato. La máxima diversidad que pueden alcanzar las especies en el estrato herbáceo en el predio es de 1.9459, mientras que la equidad de Pielou (J) es de 0.9645, lo que indica una distribución muy equitativa entre las especies presentes. La diferencia entre la diversidad máxima y la calculada (H' max – H') es de 0.0691, lo que sugiere que el estrato se encuentra muy cerca de alcanzar su máxima diversidad potencial.

Estrato arbustivo del predio

Las especies en el estrato arbustivo registraron una riqueza específica de 6 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV.31. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el predio.

NOMBRE CIENTÍFICO	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	VIR
Pithecellobium keyense	55.5556	69.8089	30.7692	156.1337
Tara vesicaria	20.9877	27.3357	23.0769	71.4003
Bonellia macrocarpa	6.1728	0.8818	15.3846	22.4393
Coccoloba uvifera	2.4691	0.8608	15.3846	18.7146
Leucaena leucocephala	8.6420	0.5879	7.6923	16.9221
Bravaisia berlandieriana	6.1728	0.5249	7.6923	14.3900
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

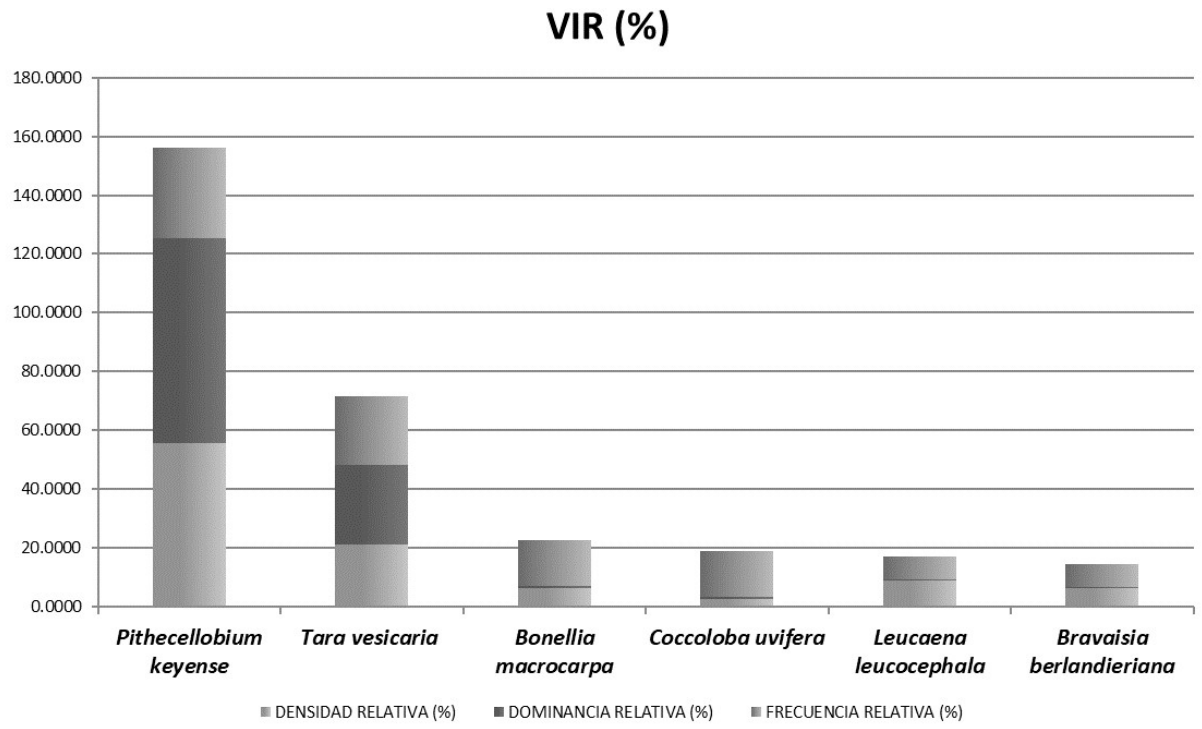


Figura IV.21. Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del predio de estudio

De acuerdo con lo anterior, se puede observar que las especies más representativas por su dominancia registrada dentro del estrato arbustivo fueron *Pithecellobium keyense* (69.81%), *Tara vesicaria* (27.34%) y *Bonellia macrocarpa* (0.88%). Así mismo, las especies *Pithecellobium keyense* (55.56%), *Tara vesicaria* (20.99%) y *Leucaena leucocephala (*8.64%) fueron las más importantes por sus densidades. Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del Predio bajo estudio fueron *Pithecellobium keyense* (30.77%), *Tara vesicaria* (23.08%) y *Bonellia macrocarpa* junto con *Coccoloba uvifer*a (15.38% cada una).

De manera particular, se puede indicar que dentro del estrato arbustivo del predio bajo estudio las especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) son *Pithecellobium keyense* (156.13%), *Tara vesicaria* (71.40%) y *Bonellia macrocarpa* (22.44%).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies del estrato herbáceo:

Tabla IV.32. Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Pithecellobium keyense	45	0.5556	-0.5878	0.3265
Tara vesicaria	17	0.2099	-1.5612	0.3277
Bonellia macrocarpa	5	0.0617	-2.7850	0.1719
Coccoloba uvifera	2	0.0247	-3.7013	0.0914
Leucaena leucocephala	7	0.0864	-2.4485	0.2116
Bravaisia berlandieriana	5	0.0617	-2.7850	0.1719
Total	**81**	**1.0000**		**1.3010**

Tabla IV.33. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio

ESTRATO ARBUSTIVO	
Riqueza (S)	6
Shannon-Wiener (H')	1.3010
H' Máxima	1.7918
Pielou (J)	0.7261
H' max - H'	0.4907

Las especies en el estrato arbustivo en el predio poseen una riqueza específica de 6 especies, las cuales presentan un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 1.3010, lo que indica una diversidad moderada para este estrato. La máxima diversidad que pueden alcanzar las especies en el estrato arbustivo en el predio es de 1.7918, mientras que la equidad de Pielou (J) es de 0.7261, lo que indica una distribución moderadamente equitativa entre las especies presentes. La diferencia entre la diversidad máxima y la calculada (H' max – H') es de 0.4907, lo que sugiere que el estrato aún no alcanza su máxima diversidad potencial.

Estrato arbóreo del predio

Las especies en el estrato arbóreo registraron una riqueza específica de 3 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV.34. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbóreo en el predio del proyecto

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Calotropis procera	50.0000	48.5437	33.3333	131.8770
Cocos nucifera	25.0000	46.6766	33.3333	105.0100
Azadirachta indica	25.0000	4.7797	33.3333	63.1130
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

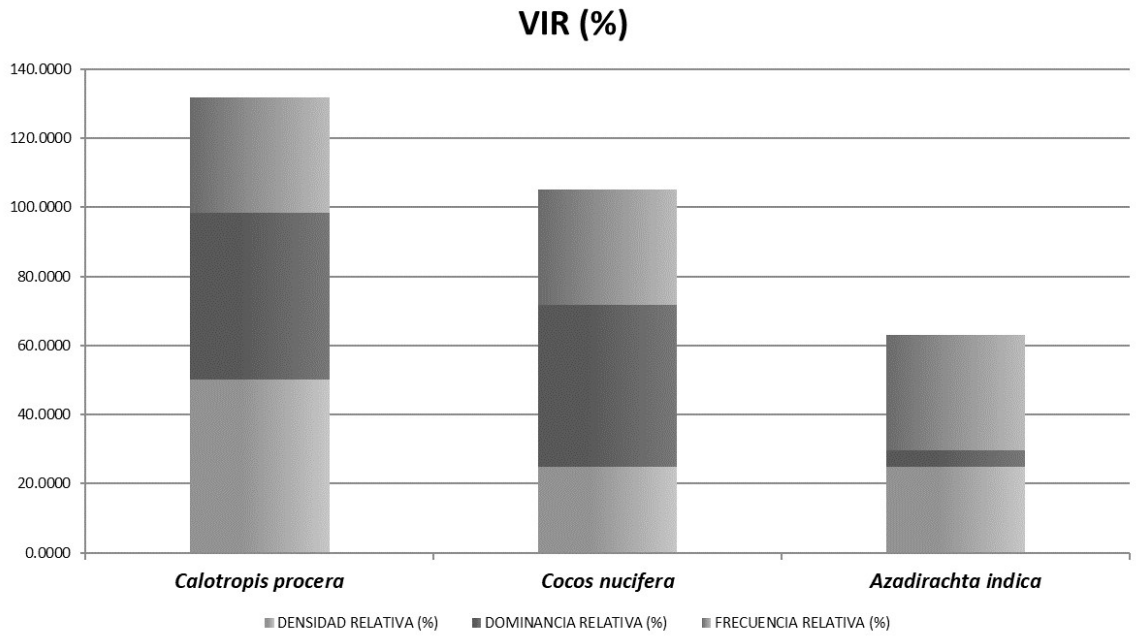


Figura IV.22. Valores de VIR de las especies en el estrato arbóreo encontrado dentro del área del proyecto

De acuerdo con lo anterior, se puede observar que las especies más representativas por sus coberturas registradas dentro del estrato arbóreo fueron *Calotropis procera (50.00%)*, *Cocos nucifera (25.00%)* y *Azadirachta indica (25.00%)*. Así mismo, las especies *Calotropis procera (48.54%)*, *Cocos nucifera (46.68%)* y *Azadirachta indica (4.78%)* fueron las más importantes por sus densidades. Por último, las especies con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron *Calotropis procera (33.33%)*, *Cocos nucifera (33.33%)* y *Azadirachta indica (33.33%)*. De manera particular, se puede indicar que dentro del estrato arbóreo del predio las especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) son *Calotropis procera (131.88%)*, *Cocos nucifera (105.01%)* y *Azadirachta indica (63.45%)*.

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies con estrato arbóreo dentro del predio

Tabla IV.35. Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies en el estrato arbóreo del predio

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Calotropis procera	2	0.5000	-0.6931	0.3466
Cocos nucifera	1	0.2500	-1.3863	0.3466
Azadirachta indica	1	0.2500	-1.3863	0.3466
Total	**4**	**1**		**1.0397**

Tabla IV.36. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbóreo del predio

ESTRATO ARBÓREO	
Riqueza (S)	3
Shannon-Wiener (H')	1.0397
H' Máxima	1.0986
Pielou (J)	0.9464
H' max - H'	0.0589

Las especies en el estrato arbóreo en el predio poseen una riqueza específica de 3 especies, las cuales presentan un índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 1.0397, lo que indica una diversidad baja para este estrato. La máxima diversidad que pueden alcanzar las especies en el estrato arbóreo en el predio es de 1.0986, mientras que la equidad de Pielou (J) es de 0.9464, lo que indica una distribución muy equitativa entre las especies presentes. La diferencia entre la diversidad máxima y la calculada (H' max – H') es de 0.0589, lo que sugiere que el estrato está cerca de alcanzar su máxima diversidad potencial.

COMPARACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS DE LOS MUESTREOS DEL SA, AI Y EL ÁREA DEL PROYECTO

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se registraron un total de 7 especies para el área del predio, 9 especies para el área de influencia y 13 especies para el sistema ambiental. Todas las especies presentes en el predio de estudio estuvieron representadas igualmente en el sistema ambiental y/o en el área de influencia.

Tabla IV.37. VIR de las especies registradas en el estrato herbáceo de la SA, AI y del predio.

ESTRATO HERBACEO			
NOMBRE CIENTÍFICO	PREDIO (VIR%)	SA (VIR%)	AI (VIR%)
Alternanthera flavescens	63.2436	28.2354	28.1606
Melanthera nivea	46.7913	28.6549	21.2231
Ambrosia hispida	44.0065	18.0073	0.0
Porophyllum punctatum	43.4746	19.8842	21.6937
Passiflora foetida	38.8748	37.4993	32.5116
Echites umbellatus	37.9796	20.6345	33.2629
Waltheria indica	25.6296	18.2922	24.4386
Opuntia stricta	0.0	51.3607	81.5240
Justicia carthaginensis	0.0	12.4053	49.9689
Cyrtopodium macrobulbon	0.0	13.6047	7.2166

ESTRATO HERBACEO			
NOMBRE CIENTÍFICO	PREDIO (VIR%)	SA (VIR%)	AI (VIR%)
Heliotropium curassavicum	0.0	22.0327	0.0
Gonolobus barbatus	0.0	15.8728	0.0
Capraria biflora	0.0	13.5159	0.0

Por otro lado, de acuerdo a las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato herbáceo se tiene que la diversidad según este índice es mayor en el sistema ambiental (H´=2.43) y el área de influencia (H ´=2.02) a comparación del predio (H´=1.87), tal y como se observa en la siguiente tabla.

Tabla IV.38. Riqueza y diversidad en el predio, AI y SA del estrato herbáceo.

Estrato Herbáceo	Predio	AI	SA
Riqueza (S)	7	9	13
Shannon-Wiener (H')	1.8768	2.0201	2.4396
H' Máxima	1.9459	2.1972	2.5649
Pielou (J)	0.9645	0.9194	0.9511
H' max - H'	0.0691	0.1772	0.1254

Los valores de equidad según el índice de Pielou (J) fueron relativamente similares en las tres comunidades estudiadas, siendo en todos los casos superior a 0.9. Lo anterior indica una alta equidad y una falta de especies ampliamente dominantes en los ecosistemas estudiados.

Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato herbáceo del SA es más es más diversa que el área del proyecto

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se registraron un total de 6 especies para el área del predio, 6 especies para el área de influencia y 10 especies para el sistema ambiental. Todas las especies presentes en el predio de estudio estuvieron representadas igualmente en el sistema ambiental y/o en el área de influencia.

Tabla IV.39. Especies registradas en el estrato arbustivo del SA y del predio.

ESTRATO ARBUSTIVO			
NOMBRE CIENTÍFICO	PREDIO VIR (%)	SA VIR (%)	AI VIR (%)
Pithecellobium keyense	156.1337	82.8202	81.5738
Tara vesicaria	71.4003	17.7812	0.0000
Bonellia macrocarpa	22.4393	18.0270	26.2372
Coccoloba uvifera	18.7146	21.8731	0.0000
Leucaena leucocephala	16.9221	22.4464	0.0000
Bravaisia berlandieriana	14.3900	11.5811	40.9805
Sideroxylon americanum	0.0000	54.5900	92.7611
Malvaviscus arboreus	0.0000	27.6494	38.0319
Gossypium hirsutum	0.0000	23.4757	20.4151
Varronia bullata	0.0000	19.7559	0.0000

Por otro lado, de acuerdo a las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato herbáceo se tiene que la diversidad según este índice es mayor en el sistema ambiental (H´=2.14) y el área de influencia (H ´=1.68) en comparación con el predio (H´=1.30), tal y como se observa en la siguiente tabla.

Tabla IV.40. Riqueza y diversidad en el predio y SA del estrato arbustivo.

Estrato arbustivo	Predio	AI	SA
Riqueza (S)	6	6	10
Shannon-Wiener (H')	1.3010	1.6895	2.1470
H' Máxima	1.7918	1.7918	2.3026
Pielou (J)	0.7261	0.9429	0.9324
H' max - H'	0.4907	0.1023	0.1555

Los valores de equidad según el índice de Pielou (J) fueron relativamente similares en el Sistema ambiental y el área de influencia, siendo en estos casos superior a 0.9. Lo anterior indica una alta equidad y una falta de especies ampliamente dominantes en los ecosistemas estudiados. Por otro lado, en el área de estudio el valor de Pielou (J) es de 0.72, lo que indica una baja equitatividad de especies en comparación a las otras comunidades analizadas (SA y AI).

Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato arbustivo del SA y AI es más diversa y equitativa que el área del proyecto.

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se registraron un total de 3 especies para el área del predio, 4 especies para el área de influencia y 5 especies para el sistema ambiental. Todas las especies presentes en el predio de estudio estuvieron representadas igualmente en el sistema ambiental y/o en el área de influencia.

Tabla IV.41. Especies registradas en el estrato arbóreo del SA, AI y del predio.

ESTRATO ARBUSTIVO			
NOMBRE CIENTÍFICO	PREDIO VIR (%)	SA VIR (%)	AI VIR (%)
Calotropis procera	131.8770	16.1228	44.5959
Cocos nucifera	105.0100	137.8817	53.838
Azadirachta indica	63.1130	11.2360	0.0000
Cordia dodecandra	0.0000	89.5439	53.2304
Piscidia piscipula	0.0000	45.2155	0.0000
Coccoloba uvifera	0.0000	0.0000	148.335

Por otro lado, de acuerdo a las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato arbóreo se tiene que la diversidad según este índice es mayor en el sistema ambiental (H´=2.14) y el área de influencia (H ´=1.04) a comparación del predio (H´=1.03), tal y como se observa en la siguiente tabla.

Tabla IV.42. Riqueza y diversidad en el predio, AI y SA del estrato arbóreo.

Estrato arbóreo	Predio	AI	SA
Riqueza (S)	3	4	10
Shannon-Wiener (H')	1.0397	1.0490	2.1470
H' Máxima	1.0986	1.3863	2.3026
Pielou (J)	0.9464	0.7567	0.9324
H' max - H'	0.0589	0.3373	0.1555

Los valores de equidad según el índice de Pielou (J) fueron relativamente similares en el Sistema ambiental y el área del proyecto, siendo en estos casos superior a 0.9. Lo anterior indica una alta equidad y una falta de especies ampliamente dominantes en los ecosistemas estudiados. Por otro lado, en el área de influencia el valor de Pielou (J) es de 0.75, lo que indica una baja equitatividad de especies en comparación a las otras comunidades analizadas (SA y predio).

Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato arbóreo del SA y AI es más diversa que el área pretendida para el presente proyecto.

- **Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad Ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia.**

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Dentro del área del predio no se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARMAT-2010. En el área de influencia se encontró a la especie *Gossypium hirsutum* bajo la categoría Protección especial (Pr). De igual forma en el área del Sistema Ambiental se presentó la especie *Gossypium hirsutum*. Dicha especie es de amplia distribución en la península de Yucatán. Cabe resaltar que ninguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARMAT-2010 será afectada por el presente proyecto.

Especies endémicas.

Dentro del área del predio del proyecto no se encontraron especies endémicas para la Península de Yucatán. De igual forma, tanto en el área de influencia como en el sistema ambiental no se encontraron especies consideradas endémicas para la península de Yucatán.

Conclusión del muestreo de Flora realizado

- La superficie del polígono bajo estudio, donde se desarrollará el proyecto, corresponde a una zona previamente sometida a diversas actividades antropogénicas, por lo que el estado de conservación de la vegetación se considera bajo.
- No se encontraron especies consideradas endémicas para la Península de Yucatán en el área del proyecto.
- No se encontraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARMAT-2010 en el área del proyecto.
- El sitio del proyecto alberga principalmente especies vegetales características de ambientes perturbados, junto con especies introducidas en la región (*Cocos nucifera, Azadirachta indica, Calotropis procera*). En consecuencia, el área no constituye un sitio con vegetación natural de relevancia ecológica. Es importante destacar que la zona de estudio se encuentra inmersa en una matriz urbana, donde la vegetación original ha sido en gran medida eliminada.
- De manera general, se concluye que las especies vegetales presentes en el área pretendida para desarrollar el proyecto son típicas de ambientes modificados e impactados, creciendo especies arbóreas de ornato consideradas introducidas a la Península de Yucatán. Por lo que se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades de las especies vegetales del área del proyecto.

IV.2.1.2.2 FAUNA TERRESTRE

México es un país de megadiversidad, estatus que comparte con países como Brasil, Perú, Colombia, Indonesia, Madagascar, entre otros. Ocupa el primer lugar en la riqueza reptiles, el cuarto en anfibios, el segundo en mamíferos y el onceavo en aves (Rodríguez et al, 2003). Además de su riqueza en especies, México tiene un alto porcentaje de especies endémicas, colocándolo en tercer lugar después de Indonesia y Australia.

La diversidad de especies se encuentra distribuida heterogéneamente. En muchos grupos, el número de especies disminuye al aumentar la latitud o la altitud (Pianka 1966, Kucera 1978, Humphrey y Bonaccorso 1979, Graham 1983). También, el paisaje puede jugar un papel importante; la complejidad del hábitat, determinada por una mayor variación ambiental, sea climática, topográfica o en tipos de vegetación, propicia que los hábitats heterogéneos contengan una mayor riqueza de especies, tanto florística como faunística, en comparación con aquellos hábitats homogéneos (Vargas-Contreras y Hernandez-Huerta 2001).

Además, entre los mecanismos que promueven los patrones de distribución se mencionan el cambio de parámetros abióticos (temperatura, humedad, precipitación y altitud), la reducción del área efectiva, la complejidad y la productividad biológica de los hábitats, entre otros factores bióticos correlacionados (Graham 1983, Rosenzweig 1992, Sánchez-Cordero 2001). Sin embargo, los estudios sobre este tema son aún incipientes en México.

Como se ha mencionado, dentro del predio bajo estudio se cuenta con una cobertura de vegetación secundaria derivada de selva baja espinosa caducifolia con vocación forestal. Lo que de cierta manera contribuye a la presencia de diversos nichos y áreas de oportunidad para el desarrollo de la fauna silvestre. Esto es relevante

puesto que las especies presentes en el área del proyecto son predominantemente las de afinidad terrestre, asociadas a este tipo ecosistema.

Con el fin de obtener el mayor reconocimiento posible de la fauna y otras características de la región, se revisaron listados y trabajos elaborados previamente en las áreas de influencia del proyecto. En la siguiente tabla se presenta una comparación de la fauna silvestre con ocurrencia regional y local.

Tabla IV.43. Comparativo de la fauna silvestre regional y local.

GRUPO	MÉXICO	PENÍNSULA	YUCATÁN
Anfibios	361	43	18
Reptiles	804	139	87
Aves	1,100	550	456
Mamíferos	550	151	129
TOTAL	**2,712**	**883**	**662**

Por último, para determinar las especies de vertebrados terrestres presentes en el predio bajo estudio, se procedió a realizar una valoración de la fauna. Los monitoreos estuvieron dirigidos para cada grupo de vertebrado (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), así como también las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables vigentes. Por lo que en este estudio se presentan las condiciones que se observaron dentro del predio, derivadas de las actividades de muestreo.

Metodología de muestreo para cada grupo de fauna

En este apartado se presentan las metodologías utilizadas para el estudio faunístico realizado en el Sistema Ambiental (SA), el Área de Influencia (IA), así como para los muestreos realizados dentro del polígono del proyecto.

El trabajo de campo se realizó en dos épocas del año considerado la temporada de lluvia en los meses de septiembre y durante los meses de nortes correspondiente a los meses de noviembre del 2025, y cuya duración fue de seis días, tres días de muestreo para cada una temporada.

Dichas visitas tuvieron como objetivo la toma de datos sobre presencias y abundancias de la fauna silvestre, así como generar información de base que permita analizar la composición actual de las comunidades de fauna silvestre presentes en el polígono del proyecto.

Lo anterior nos permite obtener información robusta y al mismo tiempo nos permitirá una comparación válida de la información. De esta manera se podrá comprender el posible impacto sobre las comunidades de fauna silvestre en el área del polígono del proyecto con respecto a las condiciones que prevalecen en el área de influencia.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Como primera aproximación se realizó una revisión de la literatura especializada en diferentes fuentes como son libros, revistas científicas, inventarios de fauna silvestre, programas de manejo de reservas estatales y en su caso de áreas naturales protegidas federales, así como de fichas informativas de áreas prioritarias para la conservación de fauna. Esta documentación contempla desde las descripciones de la región biogeográfica denominada Provincia biótica de la Península de Yucatán (PBPY), pasando por la información disponible a nivel estatal y concluyendo en la información específica para la región de la cuenca definida para el presente proyecto.

Como parte complementaria, y para fortalecer la información de la diversidad de especies presentes a nivel local y al interior del Sistema Ambiental, se revisaron los registros de especies presentes en bases de datos nacionales en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO (2022a), así como los registros de observaciones ubicadas en la plataforma de naturalista (Naturalista, 2022).

DISEÑO DE MUESTREO PARA EL TRABAJO DE CAMPO

La determinación de los métodos, los sitios de muestreo, el número de biólogos involucrados y el tiempo necesario para llevar a cabo el estudio faunístico, se realizó con base en el análisis del ciclo biológico de las especies a estudiar, tipo de vegetación y de la cartografía del área de estudio (imagen de satélite, modelo digital de elevación y carta de uso de suelo y vegetación).

Durante cada temporada de muestreo, se implementó de manera sistemática el mismo diseño y el mismo esfuerzo para cada grupo de fauna para cumplir con los supuestos de cada método y poder analizar la información con suficiencia estadística.

El método principal utilizado fue el de conteo en transectos, el cual permite estimar la presencia, abundancia, riqueza, actividad y densidad poblacional de las especies (Buckland *et al.*, 1993; Wallace, 1999). La implementación de este método es funcional para todos los grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), además de ser de bajo costo y mantener un requerimiento de personal bajo-medio, se puede cubrir áreas extensas en periodos de tiempo cortos. Con esta metodología el observador camina a velocidad constante en el llamado transecto, donde se registran todos los organismos y rastros observados, este método de registro es eficaz pues al estar el observador en movimiento evita contar dos veces al mismo individuo (De la Maza *et al.*, 2013). Por su parte, el conteo de rastros de la fauna silvestre dentro del recorrido de transectos, presenta ciertas ventajas pues corresponde a métodos de fácil aplicación en el campo, no representa disturbio a los individuos, y se puede aplicar en diferentes hábitats, además de proveer registros persistentes (Aguirre-León, 2011).

El registro de las especies fue por medio de la observación directa o visual (anfibios, reptiles, aves, mamíferos medianos), auditiva (para el caso de aves y anfibios), así como por medio de registros indirectos (huellas, excretas, madrigueras, huesos, nidos, entre otros), los cuales se contemplaron únicamente para obtener la información de la riqueza total y verificar la presencia de aquellas especies que no pudieran ser registradas mediante métodos directos.

MUESTREO EN POLÍGONO DEL PROYECTO

HERPETOFAUNA

Los métodos que aquí se describen se aplican de manera general a estas dos clases de vertebrados, sin embargo, las variantes en los métodos que se utilizaron tienen que ver con los hábitos de vida de cada grupo y las características específicas del hábitat del predio del proyecto.

La mayoría de las especies de anfibios muestran actividad máxima después de la puesta del sol y su búsqueda durante las horas de luz resulta a menudo poco productiva. Al depender los anfibios de ambientes húmedos, muchas especies de ranas, sapos y salamandras viven asociados a cuerpos de agua, permanentes y temporales, donde pueden ser observados con mayor frecuencia (Gallina y López-González, 2011).

Por su parte, los reptiles tienen un mayor rango de actividad. La mayoría de las serpientes son de hábitos nocturnos, las iguanas y lagartijas prefieren horarios de actividad durante el día, sin embargo, todas las especies de este grupo pueden observarse en las horas luz debido a que son organismos ectotérmicos, y su temperatura corporal depende y varía con la del medio ambiente (Calderón-Mandujano *et al*., 2009).

Anfibios

Los recorridos se realizaron en los horarios crepusculares posterior a la puesta del sol entre las 19:00 y las 22:00 hrs (Casas-Andreu *et al*., 1991 y Gallina, *et al*., 2011), que corresponde a los horarios de mayor actividad para el grupo de anfibios. Se determino un transecto con una longitud de 130 m lineales y un ancho de banda definido de 5 metros (2.5 m por lado del transecto). La velocidad del recorrido se mantuvo constante de 15 min por cada 65 m. Durante los recorridos se registraron los individuos observados y de ser posible sus vocalizaciones (registro auditivo de cantos para anuros).

Reptiles

El horario de muestreo para especies con actividad diurna, generalmente reptiles (iguanas y lagartijas), fue de 09:00 a 13:00 hrs. (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña, *et al*., 1999). El horario para las especies con actividad nocturna se estableció a partir de las 18:00 a las 22:00 horas, este fue aplicado especialmente para serpientes (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña *et al*., 1999).

Durante los recorridos los organismos se buscaron en los diferentes tipos de microhábitats; bajo rocas, sobre y bajo troncos, así como sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos (Casas-Andreu *et al*., 1991), esto fue llevado a cabo en todo lo largo y ancho de cada uno de los transectos determinados, cabe señalar que al ir avanzando cada objeto movido fue nuevamente colocado en su lugar original, para evitar que los microhábitats no se alteren, y estos pudiesen ser revisados de nueva cuenta en los muestreos realizados posteriormente en el predio del proyecto.

El esfuerzo de muestreo se midió por unidad de superficie cubierta en hectáreas (ha) durante los recorridos (# transectos x 130 m de longitud x 5 m de ancho) esfuerzo fue similar en cada temporada de muestreo (lluvias y nortes). Durante cada temporada se realizaron dos visitas en cada transecto determinado, por lo que al final del muestreo se realizaron cuatro recorridos. En total se cubrió una superficie de 2,600 m^2. Cabe señalar que esta superficie fue replicada en el sistema ambiental, en el área de influencia y dentro del predio de proyecto.

AVES

Los registros se realizaron de manera visual o auditiva considerando a todos los individuos que estuvieran dentro de un ancho de banda de 5 m (2.5 m por lado). Este ancho de banda fue definido con el fin de asegurar la identificación y el registro de todos los individuos presentes dentro del interior del polígono del proyecto. Los individuos que estuvieran fuera del ancho de banda, no fueron contabilizados para estimar las abundancias, pero si se registraron para verificar la presencia de las especies e incluirlas en los listados taxonómicos.

En total se estableció un transecto de 130 m de largo con un ancho de banda de 5 m. Se cubrió una distancia total de 520 metros lineales y abarcando un área total de 2,600 m^2 en cada uno de los sitios, esto fue en el SA, en al AI y al interior del predio. Los recorridos iniciaron en las horas de mayor actividad de las aves (07:000 a 10:00 hrs y 17:000 a las 19:00 hrs).

Los registros fueron efectuados por biólogos con amplio conocimiento de la avifauna de la zona, para disminuir el sesgo en las detecciones por efecto del observador, un mismo observador se encargó siempre de realizar los mismos transectos a lo largo de todo el estudio. Para la observación de aves se utilizaron binoculares Vortex (8 X 42) y Bushnell (10 X 42).

La identificación de las especies fue por observación directa (visual) e indirecta (auditiva) y con ayuda de las guías de campo para especies residentes (Howell y Webb, 1995) para especies residentes y para especies migratorias (Nacional Geographic society, 1987 y Sibley, 2014). La nomenclatura empleada fue la establecida por CONABIO (2022b). La vigencia de los nombres científicos de los organismos identificados se comprobó con el listado de la American Ornithological Society (2019).

MAMÍFEROS

Como se ha señalado de manera previa, la presencia de los mamíferos de talla mediana y grande se registró mediante métodos directos (observaciones) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (2009) y Aranda (2012).

El esfuerzo de muestreo para el grupo de mamíferos estuvo definido por un transecto recorrido con una longitud de 130 m, y con un ancho de banda de 5 m (2.5 m por lado) considerando que el predio, el área de influencia y el sistema ambiental se encuentran dentro de un área urbana, lo cual dificulta el registrar algún individuo de este grupo. En total se recorrieron 520 metros lineales y se cubrió un área de 2,600 m^2 en cada uno de los sitios de muestreo (SA, AI, predio), esto quiere decir que en cada temporada se recorrieron 260 m lineales y se abarco una superficie de 1,300 m^2.

Los recorridos se realizaron de día (07:000 a 11:00 hrs). La estimación de las abundancias y densidades se efectuó en base al número de registros obtenidos de manera visual, empleando el método de transecto en franja descrito por Mandujano y Aranda (1993) y Aranda (2012). La nomenclatura taxonómica se basó en Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012). La identificación de especies se hizo con base a las guías de campo Reid, (2009) y Aranda (2012).

SITIOS DE MUESTREO

Sitios de muestreo dentro del Sistema Ambiental

Tabla IV.44. Coordenadas del transecto de muestreo en el sistema ambiental.

TRANSECTO	Coordenadas inicio		Coordenadas fin	
	X	Y	X	Y
TR-1	210515.82	2353197.98	210558.50	2353098.76



Figura IV.1. Sitios de muestreo de la fauna silvestre en el sistema ambiental.

Sitios de muestreo dentro del Área de Influencia

Tabla IV.45. Coordenadas de sitio de muestreo dentro del área de influencia del proyecto.

TRANSECTO	Coordenadas inicio		Coordenadas fin	
	X	Y	X	Y
TR-1	210725.15	2353270.41	210690.90	2353264.84



Figura IV.2. Sitios de muestreo de la fauna silvestre en el área de influencia del proyecto.

Sitios de muestreo dentro del Polígono del Proyecto

Tabla IV.46. Coordenadas de sitio de muestreo dentro del área de influencia del proyecto.

TRANSECTO	Coordenadas inicio		Coordenadas fin	
	X	Y	X	Y
TR-1	210730.81	2353383.84	210731.00	2353409.90



Figura IV.23. Ubicación de los sitios de muestreo establecidos dentro del predio del proyecto.

Análisis de Datos

Riqueza de especies

Número de especies presentes en una un hábitat, ecosistema, paisaje, área o región determinado.

Abundancia

Expresada como el número total de individuos de las diferentes especies encontradas en un área determinada.

Índices de Diversidad

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'): Determina la diversidad de especies de un hábitat. Considera que los individuos son muestreados al azar y todas las especies están representadas en las muestras (Moreno 2001). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

H'= -ΣPi * Ln Pi

Donde:

Pi = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural.

Índice de Equidad de Pielou (J): Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

J = H'/H' máx
Donde:
H'= Índice de diversidad de Shannon-Wiener
H' máx.= Ln (S).
S= número de especies.

RESULTADOS

Resultados obtenidos de la REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

De acuerdo a la revisión de bibliografía consultada, así como de acuerdo a los muestreos realizados en el área del proyecto y sus zonas de influencia dentro del sistema ambiental, se logró verificar la presencia de 150 especies de vertebrados terrestres, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 135 especies, seguida del grupo de los reptiles con 13 especies, los mamíferos con dos especies y por último para el grupo de los anfibios no se registraron especies.

Tabla IV.47. Especies registradas mediante revisión bibliográfica en el SA delimitado.

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	
Reptilia	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática		Exótica Invasora
Reptilia	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe		Exótica Invasora
Reptilia	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr	Endémica
Reptilia	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco		
Reptilia	*Boa imperator*	Mazacuata	A	
Reptilia	*Conophis lineatus*	Culebra guardacaminos lineada		
Reptilia	*Masticophis mentovarius*	Culebra chirriadora neotropical		
Reptilia	*Oxybelis fulgidus*	Culebra bejuquilla verde		
Reptilia	*Oxybelis potosiensis*	Bejuquillo café		
Reptilia	*Symphimus mayae*	Culebra labios blancos maya	Pr	
Reptilia	*Thamnophis proximus*	Culebra acuática centroamericana	A	
Reptilia	*Agkistrodon russeolus*	Cantil yucateco		
Mammalia	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño		
Mammalia	*Tamandua mexicana*	Tamandúa norteño	P	
Aves	*Elanoides forficatus*	Milano tijereta	Pr	
Aves	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán pico de gancho	Pr	
Aves	*Ictinia mississippiensis*	Milano de Mississippi	Pr	
Aves	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora		
Aves	*Spatula discors*	Cerceta alas azules		
Aves	*Amazilia rutila*	Colibrí canelo		
Aves	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí vientre canelo		
Aves	*Anthracothorax prevostii*	Colibrí garganta negra		
Aves	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí		
Aves	*Doricha eliza*	Colibrí tijereta mexicano	P	Endémica
Aves	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor		

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Aves	*Cathartes burrovianus*	Zopilote sabanero	Pr	
Aves	*Cathartes aura*	Zopilote aura		
Aves	*Anarhynchus nivosus*	Chorlo nevado	A	
Aves	*Anarhynchus wilsonia*	Chorlo pico grueso		
Aves	*Charadrius melodus*	Chorlo chiflador	P	
Aves	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmeado		
Aves	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío		
Aves	*Pluvialis squatarola*	Chorlo gris		
Aves	*Chlidonias niger*	Charrán negro		
Aves	*Gelochelidon nilotica*	Charrán pico grueso		
Aves	*Hydroprogne caspia*	Charrán del Caspio		
Aves	*Larus delawarensis*	Gaviota pico anillado		
Aves	*Larus fuscus*	Gaviota sombría		
Aves	*Larus smithsonianus*	Gaviota plateada americana		
Aves	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora		
Aves	*Onychoprion fuscatus*	Charrán albinegro		
Aves	*Rynchops niger*	Rayador americano		
Aves	*Sterna forsteri*	Charrán de Forster		
Aves	*Sterna hirundo*	Charrán común		
Aves	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr	
Aves	*Thalasseus maximus*	Charrán real		
Aves	*Thalasseus sandvicensis*	Charrán de Sandwich		
Aves	*Himantopus mexicanus*	Monjita americana		
Aves	*Recurvirostra americana*	Avoceta americana		
Aves	*Actitis macularius*	Playero alzacolita		
Aves	*Arenaria interpres*	Vuelvepiedras rojizo		
Aves	*Calidris alba*	Playero blanco		
Aves	*Calidris alpina*	Playero dorso rojo		
Aves	*Calidris canutus*	Playero rojo		
Aves	*Calidris fuscicollis*	Playero rabadilla blanca		
Aves	*Calidris mauri*	Playero occidental	A	
Aves	*Calidris minutilla*	Playero diminuto		
Aves	*Calidris pusilla*	Playero semipalmeado		
Aves	*Limnodromus griseus*	Costurero pico corto		
Aves	*Limnodromus scolopaceus*	Costurero pico largo		
Aves	*Limosa fedoa*	Picopando canelo	A	
Aves	*Limosa haemastica*	Picopando del Este		
Aves	*Numenius americanus*	Zarapito pico largo		
Aves	*Phalaropus tricolor*	Falaropo pico largo		
Aves	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor		
Aves	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla mayor		
Aves	*Tringa semipalmata*	Playero pihuiuí		
Aves	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Pr	
Aves	*Columba livia*	Paloma asiática bravía		Exotica Invasora
Aves	*Columbina passerina*	Tortolita pico rojo		
Aves	*Streptopelia decaocto*	Paloma de Collar Turca		Exotica Invasora
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		
Aves	*Zenaida aurita*	Huilota caribeña	Pr	
Aves	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño		
Aves	*Momotus lessonii*	Momoto corona negra		
Aves	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Aves	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos		
Aves	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón		
Aves	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca		
Aves	*Rallus crepitans*	Rascón costero del Atlántico	A	
Aves	*Piranga olivacea*	Piranga escarlata		
Aves	*Piranga rubra*	Piranga roja		
Aves	*Passerina cyanea*	Colorín azul		
Aves	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado		
Aves	*Spiza americana*	Arrocero americano		
Aves	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo		
Aves	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico		
Aves	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra mesoamericana		
Aves	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta		
Aves	*Progne subis*	Golondrina azulnegra		
Aves	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas		
Aves	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera		
Aves	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento		
Aves	*Dives dives*	Tordo cantor		
Aves	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor		
Aves	*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore		
Aves	*Icterus spurius*	Calandria castaña		
Aves	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos		
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor		
Aves	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical		
Aves	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris		
Aves	*Leiothlypis peregrina*	Chipe peregrino		
Aves	*Mniotilta varia*	Chipe trepador		
Aves	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado		
Aves	*Setophaga coronata*	Chipe garganta blanca		
Aves	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla		
Aves	*Setophaga palmarum*	Chipe playero		
Aves	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo		
Aves	*Setophaga ruticilla*	Pavito migratorio		
Aves	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero		
Aves	*Spizella pallida*	Gorrión pálido		
Aves	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca		
Aves	*Polioptila albiventris*	Perlita yucateca		Endémica
Aves	*Thamnophilus doliatus*	Batará barrado		
Aves	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgris		
Aves	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	P	Endémica
Aves	*Contopus virens*	Papamoscas del Este		
Aves	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste		
Aves	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas gritón		
Aves	*Myiozetetes similis*	Luisito común		
Aves	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito		
Aves	*Todirostrum cinereum*	Mosquerito espatulilla común		
Aves	*Tyrannus couchii*	Tirano cuir		
Aves	*Tyrannus dominicensis*	Tirano gris		
Aves	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí		
Aves	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro		
Aves	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Aves	*Ardea alba*	Garza blanca		
Aves	*Ardea herodias*	Garza morena		
Aves	*Ardea ibis*	Garza ganadera occidental		Exótica Invasora
Aves	*Butorides virescens*	Garcita verde		
Aves	*Cochlearius cochlearius*	Garza cucharón		
Aves	*Egretta caerulea*	Garza azul		
Aves	*Egretta rufescens*	Garza rojiza	P	
Aves	*Egretta thula*	Garza dedos dorados		
Aves	*Egretta tricolor*	Garza tricolor		
Aves	*Nyctanassa violacea*	Garza nocturna corona clara		
Aves	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre mexicana	Pr	
Aves	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano blanco americano		
Aves	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café		
Aves	*Eudocimus albus*	Ibis blanco		
Aves	*Platalea ajaja*	Espátula rosada		
Aves	*Phoenicopterus ruber*	Flamenco americano	A	
Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		
Aves	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano		
Aves	*Bubo virginianus*	Búho cornudo		
Aves	*Fregata magnificens*	Fragata tijereta		
Aves	*Nannopterum auritum*	Cormorán orejudo		
Aves	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán neotropical		

NOM-059: Pr: especie bajo protección especial; A: especie amenazada; P: especie en peligro de extinción; E. especie probablemente extinta. **DISTR:** Endémico de la Península de Yucatán; Exótica Invasora.

Resultados obtenidos en los sitios de muestreo del SISTEMA AMBIENTAL

Para el análisis estadístico únicamente se tomaron en cuenta las especies que fueron avistadas y/o registradas dentro del transecto establecido. Por lo que de acuerdo a esto se registraron 10 órdenes de 23 familias distribuidas en 36 especies, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 30 especies, seguida del grupo de reptiles con cinco especies, seguido de los mamíferos con una especie y por último para el grupo de los anfibios no se registraron especies, tal y como se pude observar en la tabla siguiente.

Tabla IV.48. Listado de especies registradas en los sitios de muestreo establecidos.

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	
Reptilia	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática		Exótica Invasora
Reptilia	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe		Exótica Invasora
Reptilia	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr	Endémica
Reptilia	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco		
Mammalia	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño		
Aves	*Amazilia rutila*	Colibrí canelo		
Aves	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí vientre canelo		
Aves	*Doricha eliza*	Colibrí tijereta mexicano	P	Endémica
Aves	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor		
Aves	*Columbina passerina*	Tortolita pico rojo		
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		
Aves	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		
Aves	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos		
Aves	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca		

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Aves	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo		
Aves	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico		
Aves	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento		
Aves	*Dives dives*	Tordo cantor		
Aves	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor		
Aves	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos		
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor		
Aves	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical		
Aves	*Mniotilta varia*	Chipe trepador		
Aves	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla		
Aves	*Setophaga palmarum*	Chipe playero		
Aves	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo		
Aves	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero		
Aves	*Polioptila albiventris*	Perlita yucateca		Endémica
Aves	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	P	Endémica
Aves	*Myiozetetes similis*	Luisito común		
Aves	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí		
Aves	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro		
Aves	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	
Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		
Aves	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano		

NOM-059: Pr: especie bajo protección especial; A: especie amenazada; P: especie en peligro de extinción; E. especie probablemente extinta. **DISTR:** Endémico de la Península de Yucatán; Exótica Invasora.

A continuación, se presenta los resultados por grupos de vertebrados.

Anfibios

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. La mayoría de las especies pasan por fases larvarias acuáticas en las que se produce el intercambio gaseoso en branquias externas. La metamorfosis a adultos, por lo general de forma terrestre, da lugar al desarrollo de los pulmones. Estos pulmones primitivos son relativamente ineficaces en comparación con los de otros vertebrados terrestres, de manera que la respiración se complementa con el intercambio de gases que se produce a través de la piel. La piel tiene una gran cantidad de glándulas que segregan una serie de productos que ayudan a mantener una superficie de intercambio suficientemente húmeda; sin embargo, los anfibios han restringido su hábitat a zonas y sitios húmedos, donde se observa la presencia de cuerpos de agua.

Es por esto que para el presente estudio no se pudo registrar especies de este grupo, en ninguno de los sitios muestreados, incluidos el área de influencia, el predio del proyecto, así como el sistema ambiental.

Reptiles

A partir de la información disponible y de los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Campbell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se reconoce que en el estado de Yucatán se distribuyen 87 especies: 2 de cocodrilos; 5 de tortugas marinas; 7 de tortugas terrestres o de agua dulce; 6 de gekkonidos; 20 de lagartijas; y 47 de serpientes.

De acuerdo a lo anterior y a los muestreos realizados, en al área de influencia del proyecto se verifico la presencia de cinco especies de reptiles dentro del transecto previamente determinado, siendo el grupo de las lagartijas el mejor representado, por lo que estos registros representan el 06% de las especies registradas para la región (Brito-Castillo, 1998; Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

Tabla IV.49. Abundancias totales de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos.

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	(p_i)	Ln (p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Ctenosaura similis	2	0.10	-2.30	0.23
Hemidactylus frenatus	1	0.05	-3.00	0.15
Anolis sagrei	5	0.25	-1.39	0.35
Sceloporus cozumelae	4	0.20	-1.61	0.32
Aspidoscelis angusticeps	8	0.40	-0.92	0.37
TOTAL	**20**			**1.42**

ABT: abundancia total; **(p_i):** abundancia relativa **LN:** logaritmo natural; **H´:** formula de Shannon Wiener.

Se registraron dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana rayada (C. similis) y la lagartija espinosa de Cozumel (*S. cozumelae*). En lo que respecta a las especies endémicas de la región, se registró una sola especie, la lagartija espinosa de Cozumel (*S. cozumelae*).

La especie mas abundante fue el Huico yucateco (*A. angusticeps*) el cual obtuvo un total de ocho ejemplares registrados durante todo el muestreo.

Este grupo poseen una distribución de J´=0.88, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 1.61 y la H´ calculada fue de 1.42, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio.

Tabla IV.50. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles.

REPTILES	
RIQUEZA (S)	5
H' CALCULADA	1.42
H' MÁXIMA= Ln (S)	1.61
EQUIDAD (J)= H / H MAX	0.88

Todas estas especies son comunes en la región, de amplia distribución y cuya adaptación a la perturbación en las selvas ha sido reportada (Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

Aves

Dentro de los puntos de conteo se verifico la presencia de 30 especies que hacen uso directo de los fragmentos de vegetación presentes en el transecto establecido dentro del SA. Esto representa el 21% de las especies con distribución reportada en la región para este tipo de hábitat (141 especies), el 06% de las especies registradas para el Estado de Yucatán (471 especies) y el 05% de especies de aves que han sido reportadas para la península con alrededor de 564 especies (Chable-Santos, 2009; Herrera-González, 2009; MacKinnon, 2017).

Tabla IV.51. Abundancias totales de las especies de aves verificadas durante el muestreo.

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Amazilia rutila	3	0.02	-3.714	0.09
Amazilia yucatanensis	2	0.02	-4.119	0.07
Doricha eliza	1	0.01	-4.812	0.04
Chordeiles acutipennis	2	0.02	-4.119	0.07
Columbina passerina	7	0.06	-2.866	0.16
Zenaida asiatica	8	0.07	-2.733	0.18
Crotophaga sulcirostris	6	0.05	-3.02	0.15
Caracara plancus	1	0.01	-4.812	0.04
Colinus nigrogularis	4	0.03	-3.426	0.11
Cardinalis cardinalis	4	0.03	-3.426	0.11
Spinus psaltria	3	0.02	-3.714	0.09
Agelaius phoeniceus	2	0.02	-4.119	0.07
Dives dives	9	0.07	-2.615	0.19
Icterus cucullatus	3	0.02	-3.714	0.09
Molothrus aeneus	4	0.03	-3.426	0.11
Quiscalus mexicanus	12	0.10	-2.327	0.23
Mimus gilvus	16	0.13	-2.04	0.27
Mniotilta varia	1	0.01	-4.812	0.04
Setophaga dominica	2	0.02	-4.119	0.07

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Setophaga palmarum	2	0.02	-4.119	0.07
Setophaga petechia	1	0.01	-4.812	0.04
Passerculus sandwichensis	3	0.02	-3.714	0.09
Polioptila albiventris	5	0.04	-3.203	0.13
Campylorhynchus yucatanicus	4	0.03	-3.426	0.11
Myiozetetes similis	4	0.03	-3.426	0.11
Tyrannus melancholicus	4	0.03	-3.426	0.11
Tyrannus tyrannus	2	0.02	-4.119	0.07
Vireo pallens	2	0.02	-4.119	0.07
Melanerpes aurifrons	4	0.03	-3.426	0.11
Dryobates scalaris	2	0.02	-4.119	0.07
TOTAL	**123**			**3.14**

ABT: abundancia total; **(p_i):** abundancia relativa; **LN:** logaritmo natural; **H´:** formula de Shannon Wiener.

En total se contabilizaron 123 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: el cenzontle tropical (*M. gilvus*) con 16 ejemplares avistados, el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) con 12 ejemplares registrado y el tordo cantor (*D. dives*) con nueves individuos.

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se registraron tres especies, el colibrí tijereta mexicano (*D. eliza*), la matraca yucateca (*C. yucatanicus*) y el vireo manglero (*V. pallens*).

Con respecto a las especies endémicas a la provincia biótica de la Península de Yucatán fueron registradas de igual forma tres especies, el colibrí tijereta mexicano (*D. eliza*), la matraca yucateca (*C. yucatanicus*) y la perlita yucateca (*P. albiventris*).

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 3.40 y la H´ calculada fue de 3.14, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio. Este grupo poseen una distribución de J´=0.92, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

Tabla IV.52. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves.

AVES	
RIQUEZA (S)	30
H' CALCULADA	3.14
H' MÁXIMA=Ln (S)	3.40
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.92

Todas estas especies resultan ser muy comunes de las selvas tropicales de la región (Howell y Web, 1995) y se han visto favorecidas por la presencia de las actividades agropecuarias y por la presencia de fragmentos con vegetación semiabierta y de sucesiones secundarias en etapas tempranas de recuperación y los cuales se ven favorecidos principalmente por áreas donde el estrato arbustivo está bien representado o en zonas donde existen pastizales inducidos como en la zonas ganaderas y agrícolas (Howell y Webb, 1995).

Mamíferos

La lista sistemática de los mamíferos de Yucatán incluye 128 especies (99 terrestres y 29 marinos), comprendidas en 97 géneros (78 terrestres y 19 marinas), 37 familias (29 terrestres y 8 marinas). Los órdenes con mayor número de especies son Chiroptera (43), Cetácea (27) y Rodentia (19), que juntos representan el 69.5% de la mastofauna del estado (Sosa-Escalante, 2014).

De acuerdo al muestreo realizado, se registró únicamente una especie, el tlacuache norteño (*D. virginiana*), la cual es una especie frecuente en áreas urbanas porque es un generalista oportunista: aprovecha recursos humanos (basura, restos de comida, jardines), usa refugios urbanos (techos, bodegas, drenajes) y reduce su área de movimiento cuando los recursos están cerca, lo que le permite mantener mejor condición corporal y altas tasas de ocupación en parches urbanos—además su actividad y abundancia se relacionan fuertemente con la disponibilidad de agua y estructura del paisaje urbano y con la presencia/ausencia de depredadores humanos-modificados (Wright *et al*., 2012; Fidino *et al*., 2016; Veon *et al*., 2023; USGS, 2023; Walsh *et al*., 2023).

Esta no resulto ser endémica de la provincia biótica de la Península de Yucatán, ni se encuentra catalogada bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Resultados obtenidos en los sitios de muestreo del ÁREA DE INFLUENCIA

Para el análisis estadístico únicamente se tomaron en cuenta las especies que fueron avistadas y/o registradas dentro del transecto establecido. Por lo que de acuerdo a esto se registraron seis órdenes de 18 familias distribuidas en 30 especies, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 25 especies, seguida del grupo de reptiles con cinco especies, y por último para los grupos de los mamíferos y los anfibios no se registraron especies, tal y como se pude observar en la tabla siguiente.

Tabla IV.53. Listado de especies registradas en los sitios de muestreo establecidos.

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	
Reptilia	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática		Exótica Invasora
Reptilia	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe		Exótica Invasora
Reptilia	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr	Endémica
Reptilia	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco		
Aves	*Amazilia rutila*	Colibrí canelo		
Aves	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí vientre canelo		
Aves	*Columbina passerina*	Tortolita pico rojo		
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		
Aves	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		
Aves	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico		
Aves	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento		
Aves	*Dives dives*	Tordo cantor		
Aves	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor		
Aves	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos		
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor		
Aves	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical		
Aves	*Mniotilta varia*	Chipe trepador		
Aves	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla		
Aves	*Setophaga palmarum*	Chipe playero		
Aves	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo		
Aves	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero		
Aves	*Polioptila albiventris*	Perlita yucateca		Endémica
Aves	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	P	Endémica
Aves	*Myiozetetes similis*	Luisito común		
Aves	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí		
Aves	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro		
Aves	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	
Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		
Aves	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano		

NOM-059: Pr: especie bajo protección especial; A: especie amenazada; P: especie en peligro de extinción; E. especie probablemente extinta. **DISTR:** Endémico de la Península de Yucatán; Exótica Invasora.

A continuación, se presenta los resultados por grupos de vertebrados.

Anfibios

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. La mayoría de las especies pasan por fases larvarias acuáticas en las que se produce el intercambio gaseoso en branquias externas. La metamorfosis a adultos, por lo general de forma terrestre, da lugar al desarrollo de los pulmones. Estos pulmones primitivos son relativamente ineficaces en comparación con los de otros vertebrados terrestres, de manera que la respiración se complementa con el intercambio de gases que se produce a través de la piel. La piel tiene una gran cantidad de glándulas que segregan una serie de productos que ayudan a mantener una superficie

de intercambio suficientemente húmeda; sin embargo, los anfibios han restringido su hábitat a zonas y sitios húmedos, donde se observa la presencia de cuerpos de agua.

Es por esto que para el presente estudio no se pudo registrar especies de este grupo, en ninguno de los sitios muestreados, incluidos el área de influencia, el predio del proyecto, así como el sistema ambiental.

Reptiles

A partir de la información disponible y de los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Campbell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se reconoce que en el estado de Yucatán se distribuyen 87 especies: 2 de cocodrilos; 5 de tortugas marinas; 7 de tortugas terrestres o de agua dulce; 6 de gekkonidos; 20 de lagartijas; y 47 de serpientes.

De acuerdo a lo anterior y a los muestreos realizados, en al área de influencia del proyecto se verifico la presencia de cinco especies de reptiles dentro del transecto previamente determinado, siendo el grupo de las lagartijas el mejor representado, por lo que estos registros representan el 06% de las especies registradas para la región (Brito-Castillo, 1998; Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

Tabla IV.54. Abundancias totales de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos.

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	(p_i)	Ln (p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Ctenosaura similis	3	0.17	-1.79	0.30
Hemidactylus frenatus	1	0.06	-2.89	0.16
Anolis sagrei	5	0.28	-1.28	0.36
Sceloporus cozumelae	3	0.17	-1.79	0.30
Aspidoscelis angusticeps	6	0.33	-1.10	0.37
TOTAL	**18**			**1.48**

ABT: abundancia total; **(p_i):** abundancia relativa **LN:** logaritmo natural; **H´:** formula de Shannon Wiener.

Se registraron dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana rayada (C. similis) y la lagartija espinosa de Cozumel (*S. cozumelae*). En lo que respecta a las especies endémicas de la región, se registró una sola especie, la lagartija espinosa de Cozumel (*S. cozumelae*).

Las especies más abundante fue el huico yucateco (*A. angusticeps*) el cual obtuvo un total de seis ejemplares registrados durante todo el muestreo, así como el abaniquillo pardo del Caribe (*A. sagrei*) con cinco individuos registrados.

Este grupo poseen una distribución de J´=0.92, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 1.61 y la H´ calculada fue de 1.48, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio.

Tabla IV.55. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del predio bajo estudio.

REPTILES	
RIQUEZA (S)	5
H' CALCULADA	1.48
H' MÁXIMA= Ln (S)	1.61
EQUIDAD (J)= H / H MAX	0.92

Todas estas especies son comunes en la región, de amplia distribución y cuya adaptación a la perturbación en las selvas ha sido reportada (Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

Aves

Dentro de los puntos de conteo se verifico la presencia de 30 especies que hacen uso directo de los fragmentos de vegetación presentes en el transecto establecido dentro del SA. Esto representa el 21% de las especies con distribución reportada en la región para este tipo de hábitat (141 especies), el 06% de las especies registradas para el Estado de Yucatán (471 especies) y el 05% de especies de aves que han sido reportadas para la península con alrededor de 564 especies (Chable-Santos, 2009; Herrera-González, 2009; MacKinnon, 2017).

Tabla IV.56. Abundancias totales de las especies de aves verificadas mediante el muestreo

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Amazilia rutila	2	0.02	-3.761	0.09
Amazilia yucatanensis	2	0.02	-3.761	0.09
Columbina passerina	6	0.07	-2.663	0.19
Zenaida asiatica	7	0.08	-2.508	0.20
Crotophaga sulcirostris	4	0.05	-3.068	0.14
Spinus psaltria	2	0.02	-3.761	0.09
Agelaius phoeniceus	1	0.01	-4.454	0.05
Dives dives	7	0.08	-2.508	0.20
Icterus cucullatus	2	0.02	-3.761	0.09
Molothrus aeneus	3	0.03	-3.356	0.12
Quiscalus mexicanus	9	0.10	-2.257	0.24
Mimus gilvus	11	0.13	-2.056	0.26
Mniotilta varia	1	0.01	-4.454	0.05
Setophaga dominica	2	0.02	-3.761	0.09
Setophaga palmarum	2	0.02	-3.761	0.09
Setophaga petechia	1	0.01	-4.454	0.05

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Passerculus sandwichensis	2	0.02	-3.761	0.09
Polioptila albiventris	4	0.05	-3.068	0.14
Campylorhynchus yucatanicus	2	0.02	-3.761	0.09
Myiozetetes similis	4	0.05	-3.068	0.14
Tyrannus melancholicus	4	0.05	-3.068	0.14
Tyrannus tyrannus	1	0.01	-4.454	0.05
Vireo pallens	2	0.02	-3.761	0.09
Melanerpes aurifrons	3	0.03	-3.356	0.12
Dryobates scalaris	2	0.02	-3.761	0.09
TOTAL	**86**			**2.98**

ABT: abundancia total; **(p_i):** abundancia relativa; **LN:** logaritmo natural; **H´:** formula de Shannon Wiener.

En total se contabilizaron 86 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: el cenzontle tropical (*M. gilvus*) con 11 ejemplares avistados, el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) con nueve ejemplares registrado y por último el tordo cantor (*D. dives*) y la paloma alas blancas (*Z. asiatica*) con siete individuos registrados cada una.

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se registraron dos especies, la matraca yucateca (*C. yucatanicus*) y el vireo manglero (*V. pallens*). Con respecto a las especies endémicas a la provincia biótica de la Península de Yucatán fueron registradas de igual forma dos especies, la matraca yucateca (*C. yucatanicus*) y la perlita yucateca (*P. albiventris*).

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 3.22 y la H´ calculada fue de 2.98, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio. Este grupo poseen una distribución de J´=0.93, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

Tabla IV.57. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del predio bajo estudio.

AVES	
RIQUEZA (S)	25
H' CALCULADA	2.98
H' MÁXIMA=Ln (S)	3.22
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.93

Todas estas especies resultan ser muy comunes de las selvas tropicales de la región (Howell y Web, 1995) y se han visto favorecidas por la presencia de las actividades agropecuarias y por la presencia de fragmentos con vegetación semiabierta y de sucesiones secundarias en etapas tempranas de recuperación y los cuales se ven favorecidos principalmente por áreas donde el estrato arbustivo está bien representado o en zonas donde existen pastizales inducidos como en la zonas ganaderas y agrícolas (Howell y Webb, 1995).

Mamíferos

La lista sistemática de los mamíferos de Yucatán incluye 128 especies (99 terrestres y 29 marinos), comprendidas en 97 géneros (78 terrestres y 19 marinas), 37 familias (29 terrestres y 8 marinas). Los órdenes con mayor número de especies son Chiroptera (43), Cetácea (27) y Rodentia (19), que juntos representan el 69.5% de la mastofauna del estado (Sosa-Escalante, 2014).

De acuerdo al muestreo realizado, en el predio no se registraron especies de este grupo. La ausencia de mamíferos en un predio ubicado dentro de una zona urbana suele deberse a que la alta perturbación humana, la fragmentación del hábitat y la pérdida de elementos ecológicos clave (cobertura vegetal, refugios y fuentes de agua) reducen significativamente la probabilidad de ocupación de fauna silvestre. La presencia de ruido, tránsito vehicular, mascotas domésticas, iluminación artificial y actividad humana constante actúa como factores de exclusión, inhibiendo el movimiento y permanencia de muchas especies (McKinney, 2006; Francis & Barber, 2013). Asimismo, la desconexión entre parches de vegetación y la falta de corredores biológicos limitan el desplazamiento y aumentan el riesgo de depredación o atropellamiento, condiciones que hacen que los mamíferos eviten predios altamente urbanizados y prefieran áreas verdes más extensas o con menor disturbio (Bateman y Fleming, 2012; Aronson *et al*., 2016).

Resultados obtenidos en los sitios de muestreo del PREDIO DEL PROYECTO

Para el análisis estadístico únicamente se tomaron en cuenta las especies que fueron avistadas y/o registradas dentro del transecto establecido. Por lo que de acuerdo a esto se registraron seis órdenes de 18 familias distribuidas en 30 especies, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 25 especies, seguida del grupo de reptiles con cinco especies, y por último para los grupos de los mamíferos y los anfibios no se registraron especies, tal y como se pude observar en la tabla siguiente.

Tabla IV.58. Listado de especies registradas en los sitios de muestreo establecidos.

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	
Reptilia	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática		Exótica Invasora
Reptilia	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe		Exótica Invasora
Reptilia	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr	Endémica
Reptilia	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco		
Aves	*Amazilia rutila*	Colibrí canelo		
Aves	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí vientre canelo		
Aves	*Columbina passerina*	Tortolita pico rojo		
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		
Aves	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		
Aves	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico		

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DISTR
Aves	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento		
Aves	*Dives dives*	Tordo cantor		
Aves	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor		
Aves	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos		
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor		
Aves	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical		
Aves	*Mniotilta varia*	Chipe trepador		
Aves	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla		
Aves	*Setophaga palmarum*	Chipe playero		
Aves	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo		
Aves	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero		
Aves	*Polioptila albiventris*	Perlita yucateca		Endémica
Aves	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	P	Endémica
Aves	*Myiozetetes similis*	Luisito común		
Aves	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí		
Aves	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro		
Aves	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	
Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		
Aves	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano		

NOM-059: Pr: especie bajo protección especial; A: especie amenazada; P: especie en peligro de extinción; E. especie probablemente extinta. **DISTR:** Endémico de la Península de Yucatán; Exótica Invasora.

A continuación, se presenta los resultados por grupos de vertebrados.

Anfibios

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. La mayoría de las especies pasan por fases larvarias acuáticas en las que se produce el intercambio gaseoso en branquias externas. La metamorfosis a adultos, por lo general de forma terrestre, da lugar al desarrollo de los pulmones. Estos pulmones primitivos son relativamente ineficaces en comparación con los de otros vertebrados terrestres, de manera que la respiración se complementa con el intercambio de gases que se produce a través de la piel. La piel tiene una gran cantidad de glándulas que segregan una serie de productos que ayudan a mantener una superficie de intercambio suficientemente húmeda; sin embargo, los anfibios han restringido su hábitat a zonas y sitios húmedos, donde se observa la presencia de cuerpos de agua.

Es por esto que para el presente estudio no se pudo registrar especies de este grupo, en ninguno de los sitios muestreados, incluidos el área de influencia, el predio del proyecto, así como el sistema ambiental.

Reptiles

A partir de la información disponible y de los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Campbell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se reconoce que en el estado de Yucatán se distribuyen 87 especies: 2 de cocodrilos; 5 de tortugas marinas; 7 de tortugas terrestres o de agua dulce; 6 de gekkonidos; 20 de lagartijas; y 47 de serpientes.

De acuerdo a lo anterior y a los muestreos realizados, en al área de influencia del proyecto se verifico la presencia de cinco especies de reptiles dentro del transecto previamente determinado, siendo el grupo de las lagartijas el mejor representado, por lo que estos registros representan el 06% de las especies registradas para la región (Brito-Castillo, 1998; Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

Tabla IV.59. Abundancias totales de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos.

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	(p_i)	Ln (p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Ctenosaura similis	3	0.17	-1.79	0.30
Hemidactylus frenatus	1	0.06	-2.89	0.16
Anolis sagrei	5	0.28	-1.28	0.36
Sceloporus cozumelae	3	0.17	-1.79	0.30
Aspidoscelis angusticeps	6	0.33	-1.10	0.37
TOTAL	**18**			**1.48**

ABT: abundancia total; **(p_i):** abundancia relativa **LN:** logaritmo natural; **H´:** formula de Shannon Wiener.

Se registraron dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana rayada (C. similis) y la lagartija espinosa de Cozumel (*S. cozumelae*). En lo que respecta a las especies endémicas de la región, se registró una sola especie, la lagartija espinosa de Cozumel (*S. cozumelae*).

Las especies más abundante fue el huico yucateco (*A. angusticeps*) el cual obtuvo un total de seis ejemplares registrados durante todo el muestreo, así como el abaniquillo pardo del Caribe (*A. sagrei*) con cinco individuos registrados.

Este grupo poseen una distribución de J´=0.92, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 1.61 y la H´ calculada fue de 1.48, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio.

Tabla IV.60. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del predio bajo estudio.

REPTILES	
RIQUEZA (S)	5
H' CALCULADA	1.48
H' MÁXIMA= Ln (S)	1.61
EQUIDAD (J)= H / H MAX	0.92

Todas estas especies son comunes en la región, de amplia distribución y cuya adaptación a la perturbación en las selvas ha sido reportada (Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

Aves

Dentro de los puntos de conteo se verifico la presencia de 25 especies que hacen uso directo de los fragmentos de vegetación presentes en el transecto establecido dentro del SA. Esto representa el 12% de las especies con distribución reportada en la región para este tipo de hábitat (141 especies), el 04% de las especies registradas para el Estado de Yucatán (471 especies) y el 03% de especies de aves que han sido reportadas para la península con alrededor de 564 especies (Chable-Santos, 2009; Herrera-González, 2009; MacKinnon, 2017).

Tabla IV.61. Abundancias totales de las especies de aves verificadas mediante el muestreo

NOMBRE CIENTÍFICO	ABT	p_i	Ln(p_i)	H´=-(p_i) x Ln (p_i)
Amazilia rutila	2	0.04	-3.332	0.12
Columbina passerina	6	0.11	-2.234	0.24
Zenaida asiatica	6	0.11	-2.234	0.24
Crotophaga sulcirostris	3	0.05	-2.927	0.16
Spinus psaltria	2	0.04	-3.332	0.12
Dives dives	4	0.07	-2.639	0.19
Icterus cucullatus	2	0.04	-3.332	0.12
Molothrus aeneus	2	0.04	-3.332	0.12
Quiscalus mexicanus	8	0.14	-1.946	0.28
Mimus gilvus	8	0.14	-1.946	0.28
Setophaga palmarum	1	0.02	-4.025	0.07
Setophaga petechia	1	0.02	-4.025	0.07
Polioptila albiventris	4	0.07	-2.639	0.19
Myiozetetes similis	2	0.04	-3.332	0.12
Tyrannus melancholicus	2	0.04	-3.332	0.12
Vireo pallens	2	0.04	-3.332	0.12
Melanerpes aurifrons	1	0.02	-4.025	0.07
TOTAL	**56**			**2.62**

ABT: abundancia total; **(p_i):** abundancia relativa; **LN:** logaritmo natural; **H´:** formula de Shannon Wiener.

En total se contabilizaron 56 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: el cenzontle tropical (*M. gilvus*) y el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) con ocho ejemplares registrado cada una, y por último la tortolita pico rojo (*C. talpacoti*) y la paloma alas blancas (*Z. asiatica*) con seis individuos registrados cada una.

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se una sola especie, el vireo manglero (*V. pallens*). Con respecto a las especies endémicas a la provincia biótica de la Península de Yucatán fue registrada de igual forma una especie, la perlita yucateca (*P. albiventris*).

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 2.83 y la H´ calculada fue de 2.62, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio. Este grupo poseen una distribución de J´=0.92, con el cual se puede indicar que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

Tabla IV.62. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del predio bajo estudio.

AVES	
RIQUEZA (S)	17
H' CALCULADA	2.62
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.83
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.92

Todas estas especies resultan ser muy comunes de las selvas tropicales de la región (Howell y Web, 1995) y se han visto favorecidas por la presencia de las actividades agropecuarias y por la presencia de fragmentos con vegetación semiabierta y de sucesiones secundarias en etapas tempranas de recuperación y los cuales se ven favorecidos principalmente por áreas donde el estrato arbustivo está bien representado o en zonas donde existen pastizales inducidos como en la zonas ganaderas y agrícolas (Howell y Webb, 1995).

Análisis de la información

La fauna de la zona de estudio puede ser considerada como un conjunto local, ya que se presentan un gran número de especies con amplia distribución, por lo que la probabilidad de que se registren las mismas especies en dos sitios, es elevada (Arita y Rodríguez 2002; Arita y Vázquez-Domínguez, 2003).

Esto ha sido explicado como resultado de la topografía homogénea, la falta de barreras geográficas y la baja heterogeneidad de hábitats (Vázquez-Domínguez y Arita, 2010). También se reconoce que las semejanzas existentes en las características geológicas, fisiográficas, edáficas, hidrológicas, de vegetación y clima, presentan un gradiente de Norte a Sur y son factores importantes en el desarrollo de una fauna peculiar y en la presencia de un efecto de peninsularidad o de Simpson (Barrera, 1962; Simpson, 1964) ya que esta supone que mientras más lejos se esté del borde y se vaya más hacia tierra adentro se podrá encontrar una mayor diversidad biológica. También, el paisaje puede jugar un papel importante; la complejidad del hábitat, determinada por una mayor variación ambiental, sea climática, topográfica o en tipos de vegetación, propicia que los hábitats heterogéneos contengan una mayor riqueza de especies, tanto florística como faunística, en comparación con aquellos hábitats homogéneos (Vargas-Contreras y Hernández-Huerta 2001).

Por otra parte, la fragmentación del hábitat involucra efectos del borde y de la matriz, que determinan la manera como el fragmento evoluciona luego de la perturbación (Gascon & Lovejoy, 1998). Estos efectos pueden ser atribuidos a cambios en los patrones de hábitat y, de manera independiente, a la pérdida de hábitat, implicando cuatro efectos (Fahrig, 2003): a) disminución de la cantidad de hábitat; b) aumento en el aislamiento; c) incremento en el número de parches de hábitat original; y, d) reducción del área en estos parches.

Por lo que la creación de un borde incrementa la cantidad de luz incidente que promueve el crecimiento de plantas y cambia la estructura alrededor del bosque (Murcia, 1995; Jules & Ratchcke, 1999). Hacia los límites del fragmento se incrementa la densidad de especies de borde (Hunter, 1996; Bender *et al.,* 1998) que toleran ambientes más secos, con temperaturas más altas y con mayor grado de exposición al viento proveniente de la matriz (Chen *et al.,* 1992; Murcia, 1995). Estas variables cambian dependiendo de la edad, orientación y aspecto del borde (Kapos *et al.,* 1997; Turton & Freiburger, 1997), y evolucionan con el tiempo a medida que el borde se cierra por el crecimiento de vegetación secundaria (Camargo & Kapos, 1995). De esta manera, el proceso de la fragmentación del hábitat presenta una dinámica compleja, en espacio y tiempo para las comunidades (Lovejoy, 1999; Schlaepfer & Gavin, 2001; Lehtinen *et al.,* 2003).

Lo anterior concuerda con lo encontrado en el polígono del proyecto debido a que este es utilizado para la ganadería extensiva, así como para la siembra de pastizales lo que ocasiona una fragmentación del hábitat, sumado a su cercanía a la costa, lo que explica la baja riqueza de especies presentes al interior del predio, con menos del 30% de las especies con distribución potencial y que han sido descritas para región.

En lo que respecta a la composición de las comunidades de fauna, la mayoría de las especies verificadas se consideran especies generalistas y sin necesidades específicas para la alimentación, reproducción y anidación. Muchas de estas especies han sido descritas como comunes de las selvas tropicales, incluidas las selvas bajas y en algunos de los casos están asociadas a selvas con cierto avance de recuperación como es el caso de especies como la lagartija arcoíris (*H. undulata*), especies de aves como el halcón huaco (*H. cachinans*), el perico pecho sucio (*E. nana*), la paloma arroyera (*L. verrauxi*), el cuclillo canela (*P. cayana*), el carpintero cheje (*M. aurifrons*), el cardenal (*C. cardinalis*), el rascador oliváceo (*A. rufivirgatus*) y como especies de mamíferos medianos especies como la zorrita gris (*U. cinereoargenteus*) el mapache (*P. lotor*), el tejón (*N. narica*) e inclusive el venado cola blanca (*O. virginianus*) (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee,

2000; Chable-Santos, *et al.,* 2006; Gonzalez-Martinez, 2006; Chable-Santos, 2009; Herrera-Gonzalez, 2009; Chable-Santos y Sosa-Escalante, 2010).

Por otra parte, a pesar de que muchas de estas especies son más frecuentes de observar en selvas con algún grado de recuperación como acahuales, muchas veces presentan una gran capacidad para adecuarse a selvas con etapas tempranas de recuperación. En mucho de los casos estas especies pueden llegar a adaptarse a fragmentos reducidos de selvas y con un alto grado de perturbación como son las áreas cercanas a las zonas urbanas y rurales (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000; Chable-Santos, *et al.,* 2006).

Por lo que se pude concluir que el sitio del proyecto y su área de influencia directa no conforman alguna zona de reproducción y/o alimentación significativa de fauna terrestre relevante o en riesgo. La ausencia de especies de aves como los trepatroncos, las tángaras y algunas especies de mosqueros con requerimientos específicos como el mosquero de anteojos (*Tolmomyias sulphurescens*), trogones (*T. melanocephalus* y *T. violaceus*) podrían estar indicando que el estado del fragmento de vegetación se encuentra muy impactado por la influencia de las actividades ganaderas que se realizan al interior del sitio. Lo anterior se debe a que las especies mencionadas se encuentran normalmente en zonas donde los estratos de vegetación y su cobertura forestal presentan grados menores de impacto y no han sido totalmente modificados, proporcionando de este modo sitios de refugio y/o anidación para estas y otras especies.

Sin embargo, esta información, podría estarnos indicando que la selva presente en el sito mantiene cierto grado de conservación y/o algún grado avanzado de recuperación permitiendo la permanencia de algunas especies importantes.

Especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas de la región

En este estudio se reportan cuatro especies en alguna categoría de riesgo según la Norma Mexicana y siete especies endémicas de la Región Península de Yucatán dentro del sistema ambiental (SA), de estas dentro de nuestro predio del proyecto se registraron dos especies enlistadas dentro de la norma la iguana negra de cola espinosa (*C. similis*) y el vireo manglero (*V. pallens*). En el caso de las especies endémicas de la región, dentro de nuestro predio se registró una especie, la perlita yucateca (*P. albiventris*). En la siguiente tabla se pueden observar las especies identificadas y observadas dentro del predio.

Tabla IV.63. Tabla 13. Especies observadas dentro del predio, catalogadas en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas.

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	STATUS	OBSERVACIÓN		
				SA	AI	Predio
Reptilia	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	x	x	x
Reptilia	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr *	x	x	
Aves	*Doricha eliza*	Colibrí tijereta mexicano	P *	x		
Aves	*Polioptila albiventris*	Perlita yucateca	*	x	x	x
Aves	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	P *	x	x	
Aves	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr	x	x	x

STATUS: 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. Probablemente extinta en el medio silvestre (**E**); En peligro de extinción (**P**); Amenazadas (**A**) y Sujetas a protección especial (**Pr**). Endémicas de la Región (*).

Con respecto a las especies prioritarias de conservación y que se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas especies corresponden a especies que están ampliamente distribuidas y que en muchos de los casos resultan ser especies muy abundantes en comparación con otras especies de abundancia moderada para cierto tipo de ambientes. (ej. *C. similis*, *L. mexicanus*, *M. ocellata*, *A. nana*). Así mismo, resultan ser especies muy comunes de las selvas tropicales.

En el caso de la iguana rayada (*C. similis*) es una especie común en las zonas urbanas del estado de Yucatán, su capacidad de adaptación es amplia, debido a que utilizan pequeñas oquedades como: bloques de bardas, piedras amontonadas y espacios entre los techos de las casas por mencionar algunos. Su alimentación es variada en general son herbívoros, y comen especialmente frutas leguminosas, pero también se sabe que tienen una dieta carnívora que se compone de diversos animales pequeños. Los animales juveniles son principalmente insectívoros, cambiando luego al hábito herbívoro como los adultos.

De igual forma muchas especies de psitácidos han demostrado ser bastante resistentes a los cambios e incluso se han convertido en plagas dentro y fuera de sus rangos de distribución históricos (Bucher, 1992; Cepeda-González, 2012). En la Península se ha documentado y se observó durante muestreos de campo, que algunas especies como *E. nana, Amazona albifrons, A. xantholora y A. autumnalis* pueden utilizar las áreas pecuarias y agrícolas para alimentarse y ocasionalmente para anidar, siempre que los árboles adecuados estén presentes en estas áreas o el hábitat primario esté disponible en áreas cercanas (Galindo-Leal, 1999). La capacidad de adaptación de estos loros a los cambios pareciera resultar positiva para garantizar la perdurabilidad de las especies, sin embargo, el uso de áreas más expuestas a la presencia humana puede hacerlas más vulnerables al saqueo ilegal.

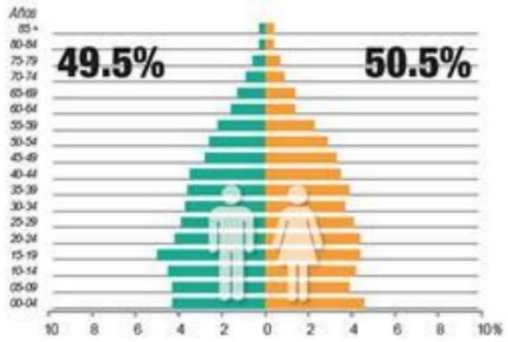
IV.2.1.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

El proyecto se encuentra ubicado en la localidad de Chuburná Puerto del municipio de Progreso. Dicho municipio cuenta con la población más grande en la zona costera, es cabecera municipal del mismo nombre, se localiza al norte de la Península de Yucatán. Limita al norte con el Golfo de México, al sur con el Municipio de Mérida, al Este con el Municipio de Motul y al Oeste con el municipio de Hunucmá. Se encuentra comprendido entre el paralelo 21º latitud norte y a los 89º 39´ longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Por lo que los datos sociales que se presentarán hacen referencia a la localidad y municipio de Progreso.

El Municipio de Progreso está conformado por las localidades de Progreso, Chicxulub Puerto, Chelem, Chuburná Puerto y San Ignacio. Cuenta con una extensión de 271 Km2 donde queda incluido el fraccionamiento "Los Flamboyanes" mismo que se encuentra a 10 Km. del puerto de Progreso. Chelem y Chicxulub son pequeñas comunidades costeras, pertenecientes al municipio de Progreso de Castro; la primera se localiza a 10 km de Chuburná puerto, a 15 km de Progreso, y a 46 km de la ciudad de Mérida, capital del Estado; y la segunda, situada a 7 km del mismo municipio y a 43 km de la ciudad de Mérida y al oriente a 29 km de Telchac puerto.

a) Demografía

Según el Censo General de Población y Vivienda, efectuado por el INEGI en el 2020, la población total del municipio es de: 59,122 habitantes, representando el 2.8% de la población de la entidad; donde 29,265 son hombres y 29,857 son mujeres.



b) Vivienda

Para el municipio de progreso, se tiene que existen, al 2020, un total de 14,470 viviendas habitadas. En estas viviendas, se tiene un promedio de ocupantes de 3.7 personas/vivienda. Del total de las 14,470 viviendas, 13,966 poseen agua de la red pública, 13,966 poseen drenaje. 14,025 poseen excusado o sanitario, 14,206 poseen energía eléctrica, 12,633 poseen refrigerador, 13,885 televisión, 11,324 lavadora y 3,926 computadora.

c) Servicios Públicos

Las coberturas de los servicios públicos para el municipio de Progreso, de acuerdo a los datos obtenidos por el Censo de Población y Vivienda 2020 son los siguientes:
Tabla 4.7. Servicios públicos en el municipio de progreso.

Servicio	Cobertura (%)
Energía eléctrica	97.73
Agua entubada	94.32
Drenaje	94.76

d) Vías de Comunicación

La red carretera, de acuerdo al Anuario Estadístico del Estado de Yucatán, editado por el INEGI, al año 2000 tiene una longitud de 99.0 kms.

e) Educación

Para el municipio de Progreso, según el INEGI en el 2009, posee 23 escuelas a nivel preescolar, 27 a nivel primaria, 1 a nivel primaria indígena, 14 a nivel secundaria, 1 a nivel profesional técnico, 5 a nivel bachillerato y 1 escuela en formación para el trabajo. La tasa de alfabetización de las personas de 15 a 24 años, según el censo del 2020, es de 99.1.

f) Salud

El municipio de Progreso, en el 2020, presentaba 39,234 personas derechohabientes a servicios de salud. En todo el municipio se tiene a 73 médicos. Así mismo, se tiene que las familias beneficiadas por el seguro popular, en el 2009, eran 5,798.

g) Población Económicamente Activa

De acuerdo con cifras al año 2000 presentadas por el INEGI, la población económicamente activa del municipio asciende a 18,705 personas, de las cuales 18,560 se encuentran ocupadas y se presenta de la siguiente manera:

Tabla IV.64. Población económicamente activa.

Sector	Porcentaje
Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)	16.24
Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	21.69
Terciario (Comercio, turismo y servicios)	60.43
Otros	1.64

Explotación pesquera

La principal actividad que se realiza con los recursos naturales es la explotación pesquera: pescado fresco, congelado y procesado, para su envío a los mercados nacional e internacional. Operan barcos huachinangueros, pulperos, atuneros, en donde participan 1,553 pescadores; así como también se trabaja en gran escala la pesca ribereña en donde participan 4,008 pescadores.

La pesca en Yucatán inicia su desarrollo estructural a finales de la década de los 60's y principios de los 70's, período en el que se concluyeron las obras en Yucalpetén: por supuesto, este puerto es donde actualmente se concentra el mayor número de pescadores y resguarda a todas las embarcaciones mayores del Estado; ahí se encuentra también las principales industrias pesqueras y conexas.

Este puerto registra aproximadamente el 55% de la captura del estado; además existen otros refugios pesqueros en el Estado, dos de ellos naturales. En suma, esta infraestructura pesquera sirve a las 15 localidades costeras, ellas son, de oeste a Este: Celestún, Sisal, Chuburná Puerto, Chelem, Progreso, Chicxulub, Telchac Puerto, San Crisanto, Chabihau, Santa Clara, Dzilam de Bravo, San Felipe, Río Lagartos Las Coloradas y El Cuyo. La actividad pesquera que se practica dirige sus esfuerzos a especies objetivo que tienen un alto valor comercial, principalmente camarón, huachinango, langosta, mero, mojarra, pulpo, rubia, tiburón y cazón.

Por su volumen, el mero (*Ephinephelus morio*) y el pulpo (*Octopus maya*) han sido las especies con mayor importancia en los últimos años; estas dos especies representan la base de la actividad pesquera estatal, ya que aportan casi el 85% de volumen registrado en el último año.

Industriales

La actividad pesquera ha impulsado el desarrollo de otros importantes renglones vinculados a la explotación del mar, como fábricas de hielo, astilleros, talleres mecánicos y refaccionarías.
Con respecto a los diferentes procesos de industrialización que recibe la captura pesquera, se observa que de las plantas procesadoras se encuentran distribuidas en Celestún, Progreso, Mérida, Telchac Puerto, Motul, Dzilam de Bravo y El Cuyo, la mayoría de ellas son congeladoras. Dentro de estas líneas de procesamientos los productos pesqueros no sufren modificaciones en el primer tipo de plantas, por lo que el valor económico agregado que reciben debido a estos procesamientos resulta muy bajo, reduciendo el margen de ganancias durante su comercialización. Los procesos de congelación y conservación en hielo se llevan a cabo en las plantas congeladoras.

Actividad portuaria.

La actividad más relevante de Progreso es la portuaria; a continuación, se hace un resumen de la historia de esta actividad.

Corría el siglo XIII y el comercio de la Península tomaba mayor incremento por el intercambio con los Puertos del Golfo de México; el comercio con Cuba y España registraban notorio incremento por la demanda de productos yucatecos como carne salada, palo de tinte, caoba, cedro, arroz, sal, añil, carey, pieles de venado, pescado salado y derivados de algodón y henequén.

Los únicos Puertos de recepción y despacho de mercancía en la Península eran Campeche, Sisal y Bacalar. Debido a la lejanía y a la dificultad de acceso en épocas de lluvia, era necesario un Puerto más cercano, lo cual motivó a Juan Miguel Castro en 1840 a buscar otro lugar idóneo, al cual se le denominó Progreso y fue autorizado por el presidente sustituto de la República, Ignacio Comonfort el 25 de febrero de 1856. El 14 de octubre de 1870, el Ministro de Fomento, Colonización, Industria y Comercio de la República autorizó la construcción del 1er. muelle de Progreso, conforme a un plano y anteproyecto presentado por el Ing. Olegario Canto.

El 25 de octubre, el gobernador de Yucatán, Manuel Cirerol., dio a conocer el decreto de apertura del nuevo Puerto. Con la inauguración del nuevo Puerto se trasladó la aduana que funcionaba en Sisal. República, Ignacio Comonfort el 25 de febrero de 1856. El 14 de octubre de 1870, el Ministro de Fomento, Colonización, Industria y Comercio de la República autorizó la construcción del 1er. muelle de Progreso, conforme a un plano y anteproyecto presentado por el Ing. Olegario Canto. El 25 de octubre, el gobernador de Yucatán, Manuel Cirerol., dio a conocer el decreto de apertura del nuevo Puerto. Con la inauguración del nuevo Puerto se trasladó la aduana que funcionaba en Sisal.

Actualmente, Progreso está comunicado con importantes Puertos nacionales y extranjeros. De Miami se recibe maquinaria y refacciones, de Nueva Orleans y Houston, cereales, lo mismo de Altamira y Tamaulipas. Rumbo a Miami, Progreso embarca pescado y artesanías y, para los Puertos del Caribe, cemento y otros materiales. Los barcos que arriban mueven más de 100, 000 toneladas mensuales entre sorgo, soya, maíz, frijol, trigo y carga eventual. El área turística es importante en el Puerto de Progreso, es uno de los centros de mayor atracción del estado. La mayoría de los visitantes son locales o nacionales, y está en aumento el número de turistas extranjeros, principalmente canadienses, que pasan largas vacaciones en el puerto durante el invierno.

Progreso cuenta con 17 hoteles, 21 restaurantes en donde se ofrecen platillos yucatecos y mariscos, un mercado central, supermercados y cuatro Instituciones Bancarias. A partir de los inicios del siglo pasado, la Ciudad de Progreso presenta un crecimiento vertiginoso asociado al desarrollo portuario y comercial, pero inicia también un crecimiento de la utilización veraniega en la zona costera, con la construcción de viviendas para pasar los meses de julio y agosto, así como de semana santa, por parte de la población residente en la Ciudad de Mérida.

A partir de la segunda mitad del siglo pasado arranca un programa federal pesquero que implica la modernización de la flota pesquera de la entidad y se construye en Progreso el Puerto de Abrigo de Yucalpeten, dando inicio a las primeras afectaciones a la línea de playa al colocar estructuras de protección contra el transporte litoral de sedimentos, lo que produce evidentes afectaciones, particularmente en la porción poniente del puerto, con un grave proceso de erosión que se intentó controlar mediante espigones y escolleras.

Para finales del siglo se inició una gran migración hacia la costa derivada de la crisis henequenera que incrementó la población permanente de manera significativa, así como el flujo de veraneantes que se asentaron por la zona de Chuburná, Chelém y Chicxulub, extendiéndose con el tiempo hasta Uaymitún, con un frente urbanizado de más de 30 kilómetros de playa. También se registran eventos catastróficos naturales como el

huracán Gilberto, en 1988, que modificó de manera importante la línea de playa y dejo muy vulnerable a la infraestructura instalada y modifico también, por ende, los límites de la zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar.

h) Índice de Pobreza

Para la población del municipio de Progreso se tienen valores registrados del orden de 9.6 %, según datos del INEGI, en la zona urbana y de 25.7 % para las zonas rurales. El índice y grado de marginación proporcionado por la CONAPO, para el municipio del Progreso en el año 2000 fue medio (-1.291) de acuerdo con INEGI 2000.

IV.2.1.4 PAISAJE

El concepto paisaje tiene varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. De manera general se puede afirmar que el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual.

La primera se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan.

En la segunda aproximación, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en este territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad.

Para evaluar la calidad del paisaje, existe la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

- La visibilidad: se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.
- La calidad paisajística: incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.
- La fragilidad del paisaje: es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Además, se consideraron otros dos criterios:

- Frecuencia de la presencia humana: no es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.
- Singularidades paisajísticas: o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

Teniendo en cuenta lo expresado por Martínez (2003), se procedió a evaluar el paisaje del área de estudio y área del proyecto.

Tabla IV.65. Paisaje en el área del estudio.

CRITERIO	CALIFICACIÓN	SUSTENTO
Visibilidad	Baja	Debido a que el área de estudio es una zona plana sin elevaciones topográficas que permitan tener una visión panorámica del área.
Calidad paisajística	Baja	Al estar en una zona en donde se han llevado a cabo actividades agropecuarias y por lo tanto existe una alteración sobre la calidad paisajística, el proyecto no modificará significativamente el paisaje.
Fragilidad del paisaje	baja	Como se ha mencionado, la vegetación es secundaria derivada de selva baja caducifolia, en la cual se han realizado actividades agropecuarias, por lo que el paisaje presenta una fragilidad baja.
Frecuencia de la presencia humana	Alta	En el área de estudio es común la presencia humana debido a que en la zona se tienen planeado desarrollos inmobiliarios de este tipo y en los alrededores hay asentamientos humanos.
Singularidades paisajísticas	Baja	No existen singularidades paisajísticas.

CAPÍTULO

V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES..... 1

V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES..... 1

V.1.1 INDICADORES DE IMPACTO.....1

V.1.2 LISTA INDICATIVA DE IMPACTOS.....2

V.1.3 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN.....3

V.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.....11

V.2.1 ESCENARIO MODIFICADO POR EL PROYECTO.....11

V.2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL.....13

V.2.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.....14

V.3 EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....18

V.3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO 18

V.3.2 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA.....20

V.3.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA OPERATIVA.....21

V.4 CONCLUSIÓN DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....23

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para identificar y evaluar los impactos ambientales que resultarán para este estudio, se utilizará la metodología de Conesa (1997), que establece que en el proceso de evaluación del impacto ambiental es necesario primero identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término, se procede a valorar los impactos para determinar su grado de importancia y, en el capítulo siguiente, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental, desequilibrio ecológico, emergencia ecológica o daño ambiental irreversible, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

V.1.1 INDICADORES DE IMPACTO

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables, ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo
- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones derivadas de almacenamiento de residuos
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos
- Acciones que implican sub-explotación de recursos
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso.

V.1.2 LISTA INDICATIVA DE IMPACTOS

Los factores ambientales, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico. El Medio Físico incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico incluye el Medio Socio-Cultural y el Medio Económico.

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva.

Para seleccionar los componentes ambientales, deben considerarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el medio.
- •Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

La valoración de los componentes ambientales, toma en cuenta la importancia y magnitud del mismo. Sin embargo, en muchos casos no es posible medir objetivamente tales parámetros y es necesario aplicar criterios subjetivos en su valoración. Cuando este es el caso, se puede adoptar el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado cualitativo enumerado a continuación:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico. Incluye carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de la cualidad del factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituibilidad: imposibilidad de ser sustituido
- Clímax: proximidad al punto más alto de valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica

- Interés histórico-cultural: Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante)
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Tabla V.1. Impactos ambientales generados por el proyecto.

MEDIO FÍSICO	MEDIO FÍSICO	• Generación de ruido • Generación de emisiones a la atmósfera • Generación de residuos • Afectación en la calidad del agua
	MEDIO BIÓTICO	▪ Afectación Flora y Fauna. ▪ Modificación del paisaje
	MEDIO SOCIAL	▪ Proveer de empleos a los pobladores cercanos

V.1.3 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

V.1.3.1. CRITERIOS

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (Interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria.

Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración. En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio / acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.

La valoración cualitativa se efectúa a partir de la matriz de impactos en la que en cada casilla de cruce se anota la importancia del impacto determinada. Con esta matriz se mide el impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental considerado, es decir, que se medirá el impacto con base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto.

La importancia del impacto es pues, el valor mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cuantitativo. El valor de importancia del impacto, se establece en función de 11 características.

La primera de ellas se refiere a la naturaleza del efecto (positivo o negativo), en tanto que la segunda representa el grado de incidencia o intensidad del mismo y los nueve restantes (extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad), los atributos que caracterizan a dicho efecto. Dichas características se representan por símbolos que ayudan a visualizar e identificar rápidamente a cada una y forman parte de una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental.

A saber:

Tabla V.2. Criterios a evaluar en el proyecto.

I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)	
Donde:	
I	=Importancia del impacto
±	=Signo
IN	=Intensidad
EX	=Extensión
MO	=Momento
PE	=Persistencia
RV	=Reversibilidad
SI	=Sinergia
AC	=Acumulación
EF	=Efecto
PR	=Periodicidad
MC	=Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados, según se muestra en la tabla siguiente.

Tabla V.3. Importancia de impacto.

Naturaleza		**Momento (MO)**	
Impacto beneficioso	+	Largo plazo	1
Impacto perjudicial	-	Medio plazo	2
Intensidad (IN)		Inmediato	4
Baja	1	Critico	(+4)
Media	2	**Persistencia (PE)**	
Alta	4	Fugaz	1
Muy alta	8	Temporal	2
Total	12	Permanente	4
Extensión (EX)		**Reversibilidad (RV)**	
Puntual	1	Corto plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Irreversible	4
Total	8	**Sinergia (SI)**	
Critica	(+4)	Sin sinergismo	1
Acumulación (AC)		Sinérgico	2
Simple	1	Muy sinérgico	4
Acumulativo	4	**Periodicidad (PR)**	
Efecto (EF)		Irregular y discontinuo	1
Indirecto	1	Periódico	2
		Continuo	4
Directo	4	**Importancia (I)**	
Recuperabilidad (MC)		$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
De manera inmediata	1		
A mediano plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

A fin de clarificar el significado de las características expresadas y sus valores, se describe a continuación cada una de ellas.

Signo. El signo hace referencia al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores considerados. Sin embargo, en ocasiones no es fácil predecir el efecto por lo que se puede incluir un tercer valor (x), que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir.

Intensidad. Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 <expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

Extensión. Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto. Esta característica se valora con escala entre 1 y 8 en la que 1 representa un efecto muy localizado o puntual y 8 representa una ubicación de influencia generalizada en todo el entorno del proyecto. Esta característica introduce un valor adicional que aplica si el impacto se produce en un lugar crítico. En este caso se deben sumar cuatro unidades al número que resultó de la

valoración del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Cuando éste es el caso, y además se trata de un impacto peligroso para el cual no es posible introducir medidas correctoras, deberá buscarse otra alternativa a la actividad.

Momento. El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor de 4. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo, se asigna el valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años se califica con 1, Largo Plazo. Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 1 a 4 unidades que se suman al valor obtenido previamente, según su momento de acción.

Persistencia. Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

Reversibilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al Corto Plazo, se le asigna un valor de 1, si es a Medio Plazo 2 y si el efecto es irreversible 4.

Recuperabilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana. Si el efecto es totalmente recuperable se le asigna un valor de 1 ó 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor de 4, que se resta al valor de importancia total. Cuando el efecto es irrecuperable se le asigna el valor de 8. Si el efecto es irrecuperable, pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se adopta es 4.

Sinergia. Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que acabaría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor 1, si se presenta un sinergismo moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

Acumulación. Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

Efecto. Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

Periodicidad. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con 1.

V.1.3.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Una vez determinada la importancia de los impactos y efectuada la ponderación de los distintos factores del medio, se está en la posibilidad de desarrollar el modelo de valoración cualitativa, con base en la importancia *Ii* de los efectos que cada Acción *Ai* de la actividad produce sobre cada factor del medio *Fj*.

El modelo contempla el análisis de los impactos negativos mediante el empleo de una matriz, en las que las filas indican los factores ambientales que recibirían las alteraciones más significativas; y las columnas las acciones relevantes causantes de éstos. Se omiten las acciones cuyo efecto no es relevante y los factores que son inalterados o lo son débilmente o de manera temporal, capaces de retornar a las condiciones previas.

La suma ponderada de la importancia del impacto negativo de cada elemento tipo, por columnas (IRi), identificará las acciones más agresivas (altos valores negativos) y las poco agresivas (bajos valores negativos), pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas.

Así mismo, la suma ponderada de la importancia del efecto de cada elemento tipo, por filas (IRj), indicará los factores ambientales que reciben en mayor o menor medida, las consecuencias del funcionamiento de la actividad considerando su peso específico, o lo que es lo mismo, el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El impacto neto de una nueva actividad, en cada una de las fases o situaciones temporales estudiadas, es la diferencia entre la situación del medio ambiente modificado por causa del proyecto, considerando las medias de mitigación aplicables y la situación tal y como habría evolucionado sin la presencia de aquel.

Ahora bien, la calidad final del medio ambiente es debida, no sólo a la consecuencia de las acciones impactantes en la propia fase de funcionamiento del proyecto, sino también a la existencia previa de alguna acción causante de efectos irreversibles o de efectos continuos producidos y estudiados en otra fase anterior.

Este tipo de efectos (IRPj), se destacan y su importancia total ponderada se indica en la columna correspondiente de la matriz de importancia.

En la última columna de la matriz se relacionan las importancias totales de los efectos finales sobre los factores ambientales (IRj) obtenidas como suma algebraica de la importancia relativa del impacto en la fase de funcionamiento del proyecto y la importancia relativa del impacto de las acciones cuyo efecto es irreversible o permanece durante largo plazo o a lo largo de la vida del proyecto.

La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos (IRi) se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. No es válida la suma algebraica.

Valoración absoluta

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas (Ii), constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes, de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones.

De la misma manera que la establecida previamente, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento por filas (Ij), indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad.

De forma análoga a la dispuesta para la valoración relativa, se incluye una columna en la matriz de importancia para reflejar la importancia absoluta del efecto causado durante la fase de construcción o funcionamiento, y otra columna en la que se reflejan los efectos totales permanentes (IPj), obtenidos en este caso por suma algebraica.

Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales (Ij), sobre cada uno de los factores considerados, mediante suma algebraica de todas las columnas.

No debe olvidarse que los valores obtenidos de la importancia del impacto en los elementos tipo de la matriz, no son comparables entre sí, o sea, en la proporción que sus valores numéricos lo indican puesto que se trata de variables no proporcionales.

Sin embargo, el hecho que una importancia sea mayor que otra, sí implica que el impacto de la primera acción sobre el factor considerado es mayor que el de la segunda sobre el mismo factor, pues se trata de variables ordinales.

Análisis del modelo

Continuando con Conesa Fernández (1997), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidas:
La importancia total Ii, de los efectos debidos a cada acción i

$Ii = \Sigma_j Iij$
La importancia total ponderada IRi, de los mismos
$IRi = \Sigma_j Iij \bullet Pj/\Sigma_j Pj$
La importancia total Ij, de los efectos causados a cada factor j
$Ij = \Sigma_i Iij$
La importancia total ponderada IRj, de los mismos
$IRj = \Sigma_i Iij \bullet Pj/\Sigma_j Pj$
La importancia total I, de los efectos debidos a la actuación
$I = \Sigma_i Ij = \Sigma_i I'i + IP = I' + IP$
La importancia total ponderada IR, de los mismos
$IR = \Sigma_j IRj = \Sigma_j I'Ri + IPR = I'R + IPR$

Con esta metodología el modelo de la suma ponderada en función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental estudiada, haciendo siempre la salvedad que, en esta valoración cualitativa, se consideran aspectos de los efectos con un grado de manifestación cualitativo y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que los que se podrían cometer al llevar a cabo una valoración cuantitativa. En la tabla siguiente se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito.

Tabla V.4. Importancia de impacto.

Factores	UIP	Situación 1							Situación 2									
		Acciones				n + 1			Acciones				n + 1		n + 2		n + 3	
						Total							Total		Total efectos permanentes de la Sit. 1		Importancia total	
		1 A_1	2 A_2	i A_i	n A_n	1 Ab.	2 Rel.		1 A_1	2 A_2	i A_i	n A_n	1 Ab.	2 Rel.	1 Ab.	2 Rel.	1 Ab.	2 Rel.
F_1	P_1																	
F_2	P_2																	
F_j	P_j			I_{ij}	I_{nj}	I_j	I_{Rj}				I'_{ij}	I'_{nj}	I'_j	I'_{Rj}	I_{Pj}	I_{RPj}	I_j	I_{RJ}
F_m	P_m																	
Total	Absoluto			I_i		I	-				I'_i			-	I'	-	I	-
	Relativo			I_{Ri}		-	I_R				I'_{Ri}		-		-	I'_R	-	I_R

Fuente: Conesa Fernández, 1997.

Ab. = Importancia absoluta; Rel. = Importancia relativa

$I_i = \sum_j I_{ij} I_{Ri} = \sum_j I_{ij} \bullet P_j/\sum_j P_j$ $I_j = \sum_i I_{ij} I_{Rj} = \sum_i I_{ij} \bullet P_j/\sum_j P_j$ $I_{Pj} = \sum_{i<n} I_{pij}$ $I_{RPj} = \sum_{i<n} I_{rpij}$ $I_j = I'_j + I_{Pj}$ $I_{Rj} = I'_{Rj} + I_{RPj}$

Una vez identificados los impactos potenciales y siguiendo la metodología de Conessa (1997), se califica el valor de importancia de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto. La metodología utilizada presenta una escala de valores que permiten calificar los impactos identificados, donde los valores inferiores o iguales a 25 son compatibles, aquellos que se encuentren entre 25 y 50 se consideran moderados, entre 50 y 75 severos y superiores a 75 deben considerarse críticos.

Tabla V.5. Valores de importancia del impacto.

Niveles de Impacto	
Ambiental Compatible	**<25**
Ambiental Moderado	**25-50**
Ambiental Severo	**50-75**
Ambiental crítico	**> 75**

Para el proyecto, se tienen presentes los siguientes parámetros para la evaluación del posible daño que pudiesen darse:

- ✓ Generación de ruido.
- ✓ Generación de emisiones a la atmosfera.
- ✓ Afectación en la calidad del agua.
- ✓ Generación de aguas residuales.
- ✓ Generación de residuos.
- ✓ Afectación flora y fauna.
- ✓ Generación de empleos.

V.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

V.2.1 ESCENARIO MODIFICADO POR EL PROYECTO

El proyecto tiene por objeto utilizar el sitio para llevar a cabo la construcción y desarrollo de viviendas multifamiliares en condominio que cuenten con toda la infraestructura y servicios necesarios para cada uno de los propietarios. Actualmente el escenario donde se llevará a cabo el proyecto se encuentra modificado por actividades humanas ya que este se encuentra delimitado por los predios colindantes.

De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI serie VII, el sitio presenta una vegetación de dunas costeras, sin embargo, de acuerdo a lo observado en los muestreos realizados se observa un tipo de vegetación modificado por actividades anteriores, donde se pueden observar especies coco (*Cocos nucifera*), algodoncillo gigante (*Calotropis procera*) y neem (*Azadirachta indica*), especies introducidas que han colonizado el predio como resultado del abandono y del uso inadecuado del sitio.



Figura V.1. Vista general del polígono del proyecto, se observa un predio colindante. De igual forma se observan los ejemplares de coco (*Cocos nucifera*) y neem (*Azadirachta indica*),



Figura V.2. Vista general del polígono del proyecto, se observa que los vecinos arrojan sus residuos al predio del proyecto.



Figura V.3. Vista general del polígono del proyecto, se observan ejemplares comunes de las zona urbanas de la región, así como comunes de la zona costera.

El diseñar una obra con toda la infraestructura necesaria para su operación y buen funcionamiento, cuidando todos los detalles de agua potable, manejo de residuos, espacios verdes, vialidades funcionales y servicios públicos adecuados, nos garantiza que la obra vaya acorde con los parámetros urbanos y ambientales que se determinan para un futuro desarrollo. De manera que con la ejecución de las medidas ambientales propuestas en el capítulo VI, el escenario resultante ser un sitio totalmente armónico con el entorno urbano.

V.2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL

Los impactos ambientales que se presentarán en el sitio del proyecto durante las actividades del proyecto se describen a continuación:

Tabla V. 6. Identificación de los efectos en el sistema ambiental.

SISTEMA	FACTOR	IMPACTO
MEDIO ABIÓTICO	Aire	Generación de emisiones a la atmosfera.
		Incremento en los niveles de ruido y vibraciones.
		Partículas suspendidas.
	Suelo	Uso de suelo potencial.
		Susceptibilidad del suelo a la erosión por el agua o el viento.
		Alteraciones de las características fisicoquímicas.
		Afectaciones de la calidad del suelo.
	Agua	Alteración en la calidad del agua.
		Drenaje y flujo.
		Recarga del acuífero.
MEDIO BIÓTICO	BIOTOPO	Pérdida de la cobertura vegetal.
		Afectaciones a la fauna.
		Reducción del hábitat.
MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	Imagen.
		Apariencia del agua.
		Visibilidad.
MEDIO SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Estilo y calidad de vida.
	ECONÓMICO	Demanda de bienes y servicios.
		Generación de empleos.
		Equipamiento urbano.
		Infraestructura.
		Asentamientos humanos.
		Transporte y vialidad.
		Recreación.

V.2.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Con base a la definición encontrada en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente que dice que impacto ambiental es "aquella modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza", por lo que la finalidad de identificar y describir los impactos es la de minimizar el efecto al ambiente de los mismos a través de medidas que disminuyan la presión de éstos en el ambiente; así, se tiene entonces que se pueden predecir los impactos ambientales adversos significativos que presentarán durante la ejecución del proyecto. La descripción de los impactos identificados y que resultan más significativos, es la siguiente:

a) MEDIO ABIÓTICO

1. Aire

- Este elemento se verá afectado en la etapa de preparación de sitio por la emisión de gases a la atmósfera derivados de la combustión de vehículos y maquinaria empleadas en la preparación del sitio y en la de construcción, así como en la generación de polvos que impactarán significativamente de manera temporal y puntual este elemento en cuanto al indicador de partículas suspendidas y visibilidad.
- Se considera que el impacto en el indicador de ruido y vibraciones será temporal y puntual durante las etapas de preparación de sitio y construcción, derivados del uso de maquinaria y equipo, en tanto que, durante la etapa de operación, el ruido que se genere será consecuencia de las actividades de los propietarios de cada departamento, previéndose un impacto poco significativo, permanente y puntual.
- Durante la etapa de operación, se considera que este elemento sufrirá afectaciones permanentes y puntuales, poco significativas, derivadas de las emisiones generadas por los vehículos propiedad de los habitantes de las viviendas.

2. Suelo

- El impacto que recibirá este elemento es significativo, permanente y puntual, ya que aun cuando esta parcialmente impactado por la presencia de construcciones, su capacidad de filtración no se verá reducida de manera permanente por la construcción de los departamentos ya que estos serán piloteados, así como también la vialidad al interior del sitio, estacionamientos y andadores no serán sellados.
- Las actividades a desarrollar en cada una de las etapas del proyecto, generaran residuos sólidos urbanos y de manejo especial, lo cual se considera un elemento potencial de afectación a la calidad del suelo, por la dispersión de basura y residuos de la construcción.
- Durante la etapa de construcción y derivado de excavaciones, rellenos, nivelaciones, cimentación de los edificios y conformación de plataformas, se generará una afectación permanente y puntual al relieve y la estabilidad del suelo.
- El fecalismo al aire libre es una actividad que puede generar impactos significativos a este componente, ya que demerita la calidad del suelo, genera olores, puede afectar la calidad del agua subterránea y genera partículas suspendidas que pueden ser nocivas para la salud.

3. Agua

- Aunque en el sitio donde será desarrollado el proyecto NO EXISTEN cuerpos de agua, se identificó que este elemento puede verse afectado, de manera temporal y puntual durante las etapas de

preparación de sitio y construcción, ya que pueden presentarse encharcamientos en las excavaciones durante la época de lluvias; estas excavaciones y conformación de plataformas también pueden traer como consecuencia la alteración temporal y puntual de los patrones de escurrimiento natural del predio.

- Otras afectaciones que pueden darse en este elemento son aquellas derivadas de las actividades de relleno, nivelación y compactación de suelos durante el desarrollo del proyecto, por la modificación puntual y temporal a los patrones de escurrimiento natural del sitio.
- Se considera que la afectación a este elemento es significativa, permanente y puntual, ya que el suelo del sitio perderá de manera permanente su capacidad de filtración, aunque esta capacidad ya se encontraba parcialmente disminuida por la existencia de construcciones en las colindancias del polígono del proyecto.
- Durante la operación se podría generar un impacto alto, extenso y permanente al manto acuífero por una mala disposición de las aguas residuales que se generar por cada vivienda. Así como también por una mal diseño y construcción del sistema de tratamiento el cual podría implicar fallas y fugas lo que repercutiría en la calidad del agua de la zona.

b) MEDIO BIÓTICO

1. Vegetación

- Este elemento sufrirá un impacto bajo, puntual y temporal en la etapa de preparación de sitio ya que de no continuar con el proyecto podría recuperarse. Sin embargo, será permanente durante la construcción, derivados del retiro de la cubierta vegetal del sitio y sellamiento de las áreas que ocuparan las obras.
- Los impactos que se producirán serán mínimos, debido a que el proyecto se ubica en un predio que presenta una mezcla de elementos urbanos, cimentación, sellamiento y compactación de algunas áreas, en la que se observan especies comunes de áreas ajardinadas características de sitios perturbados.
- Durante la etapa de operación, este elemento tendrá un impacto benéfico alto, puntual y permanente, derivado de las actividades de siembra de plantas nativas dentro de las áreas verdes y de conservación. Así como también por la permanencia de ejemplares dentro de las áreas de conservación propuestas por el proyecto.

2. Fauna

- Durante las etapas de preparación de sitio y construcción estas comunidades tendrán un impacto mínimo, temporal y puntual, derivado de las actividades de demolición estructuras existentes al interior del predio, ruido y vibraciones generados por la maquinaria y equipo.
- En la etapa de operación de sitio, este componente tendrá un impacto nulo, ya que el proyecto se encuentra en una zona totalmente urbanizada.

c) MEDIO PERCEPTUAL

1. Imagen

- Este elemento sufrirá impactos negativos mínimos, puntuales y temporales durante las etapas de preparación de sitio y construcción, derivado de todas las actividades de operación de equipo y maquinaria, etc., mismos que se consideran elementos contrastantes en el paisaje de la zona.
- En la etapa de operación, este indicador tendrá impactos benéficos altos, puntuales y permanentes ya que el proyecto ocupará un espacio que actualmente luce abandonado.

2. Apariencia del agua

- Este indicador recibirá un impacto mínimo, temporal y puntual y será derivado de encharcamientos o escurrimientos generados por las obras de construcción del proyecto. El encharcamiento podría ser generado por la obstrucción de los drenajes, por la acumulación de materiales o residuos, así como por el derrame, fugas o mal uso de este recurso.

3. Visibilidad

- Este indicador sufrirá un impacto mínimo, temporal y puntual durante la etapa de preparación de sitio y construcción, derivado de las actividades de construcción del proyecto. Lo que podría generar un levantamiento de polvo que podría reducir la visibilidad de la zona.

d) MEDIO SOCIOECONÓMICO

1. Estilo y calidad de vida

- El proyecto conlleva un impacto significativo alto en este indicador, ya que su diseño implica que, durante la etapa de operación, se dotará de vivienda digna a familias, en espacios adecuados, lo cual, a su vez, contribuye a frenar la expansión de espacios habitacionales hacía zonas que representan reservas ecológicas o presentan características de relieve no aptas para este tipo de uso de suelo, y afectando áreas que aún mantienen vegetación de importancia para la región.

2. Demanda de bienes y servicios

- Este indicador recibirá un impacto benéfico intermedio, permanente y puntual, ya que, durante las etapas de preparación de sitio y construcción, será necesaria la compra de materiales, herramientas, insumos y equipos, así como la contratación de proveedores para su transporte e instalación, lo que genera una derrama económica para los comercios establecidos en la zona;
- Se genera movimiento en la economía local derivada de los créditos que serán adquiridos por las personas que busquen adquirir una vivienda en la zona, ya sea a través de bancos o cualquier otra institución crediticia.

- Debido a la implementación del proyecto, en su etapa de operación el proyecto contribuirá a la demanda de bienes y servicios principalmente alimenticios, lo que podrá mejorará la calidad de vida de los pobladores.

3. Generación de empleos

- Durante las etapas de preparación de sitio y de construcción se prevé un impacto benéfico alto, temporal y puntual pues se crearán empleos directos, mismos que sumados a los empleos indirectos, generan una importante fuente de empleo para los habitantes de la zona y comunidades aledañas al municipio.
- En la etapa de operación, este indicador recibirá un impacto mínimo, permanente y puntual, derivado de la contratación de personal para las actividades de vigilancia, mantenimiento preventivo y correctivo y limpieza de los edificios y áreas que conforman el proyecto.

4. Equipamiento urbano

- El proyecto generará impactos positivos intermedios en este aspecto, ya que el erario público recibirá ingresos adicionales primero, por concepto de pago de licencias y permisos, y una vez adquiridas las viviendas que integran el proyecto, se recibirá el pago de impuesto predial; así mismo, se consideran los ingresos permanentes que tendrá el municipio, ya que el organismo municipal operador de agua, drenaje y alcantarillado, será quien otorgue estos servicios a los habitantes del edificio, con el ingreso que implica (en la etapa de construcción), el pago de derechos por la infraestructura hidrosanitaria que deberá ser construida, derechos de conexión y posteriormente, el pago de derechos por concepto de contratos, pago de cuotas mensuales, etc.

5. Infraestructura y servicios

- El proyecto generará un impacto mínimo, dado que al ser construido en una zona que presenta un elevado nivel de urbanización y contar con los servicios públicos de infraestructura y servicios otorgados por los organismos operadores, no prevé la construcción o diseño de infraestructura o servicios que posteriormente puedan ser municipalizados.

6. Asentamientos humanos

- En este rubro, se genera un impacto positivo alto, ya que se dota de viviendas que reúnen todas las características de seguridad y comodidad requeridas por los habitantes, ubicadas en una zona que en los últimos años ha tenido un incremento en la construcción de espacios habitacionales, y que, además, se ubica en un área urbanizada y que no creara nuevos asentamientos humanos, lo que reduce el impacto a la zona costera.

7. Transporte y vialidad

- En este rubro se tendrá un impacto intermedio durante las etapas de preparación de sitio y construcción, derivados de la circulación de maquinaria pesada y vehículos de transporte de materiales.
- Se considera que, durante la etapa de operación, se tendrá un impacto mínimo y puntual por el ligero incremento del parque vehicular circulante en la zona.

8. Recreación

- Este indicador recibirá un impacto positivo ya que, ya que el proyecto contempla áreas de esparcimiento dentro del desarrollo, ya que se construirán piscinas, terrazas y zonas de uso común, así como también se propone la creación de áreas ajardinadas, las cuales podrán ser utilizadas en todo momento por los propietarios de cada vivienda. Al igual que el desarrollo se ubica a escasos 200 metros de la playa.

V.3 EVALUACIÓN DE IMPACTOS

V.3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

Tabla V.7. Impactos ambientales generados por la preparación del sitio.

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS				Característica			
CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		Importancia (I)		Ambiental Crítico (>75)	Ambiental Severo (51-75)	Ambiental Moderado (25-50)	Ambiental Compatible (<25)
Aire	Generación de emisiones a la atmosfera.	-	29			**x**	
	Incremento en los niveles de ruido y vibraciones.	-	34			**x**	
	Partículas suspendidas	-	28			**x**	
Suelo	Uso de suelo potencial.	-	33			**x**	
	Susceptibilidad del suelo a la erosión por el agua o el viento.	-	40			**x**	
	Alteraciones de las características fisicoquímicas.	-	34			**x**	
	Afectaciones de la calidad del suelo.	-	33			**x**	
Agua	Alteración en la calidad del agua.	-	28			**x**	
	Drenaje y flujo.	-	24				**x**
	Recarga del acuífero.	-	24			**x**	
BIOTOPO	Pérdida de la cobertura vegetal.	-	28			**x**	
	Afectaciones a la fauna.	-	25			**x**	
	Reducción del hábitat.	-	28			**x**	
PAISAJE	Imagen.	-	32			**x**	
	Apariencia del agua.	-	30			**x**	
	Visibilidad.	-	43			**x**	
SOCIAL	Estilo y calidad de vida.	+	23				**x**
ECONÓMICO	Demanda de bienes y servicios.	+	27			**x**	
	Generación de empleos.	+	25			**x**	
	Equipamiento urbano.	+	41			**x**	

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS				Característica			
CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		Importancia (I)		Ambiental Crítico (>75)	Ambiental Severo (51-75)	Ambiental Moderado (25-50)	Ambiental Compatible (<25)
	Infraestructura.	+	29			x	
	Asentamientos humanos.	+	29			x	
	Transporte y vialidad.	+	36			x	

Como se observa en la tabla anterior, de los impactos identificados 16 son negativos, pero de intensidad ambiental moderada, así mismo se generarán siete impactos ambientales positivos compatibles los cuales actúan sobre los factores sociales y económicos.



Gráfico V.1. Porcentaje de los impactos ambientales generados en la preparación del sitio del proyecto.

V.3.2 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA

Tabla V. 8. Identificación de los efectos en el sistema ambiental.

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS		Importancia (I)		Característica			
CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS				Ambiental Crítico (>75)	Ambiental Severo (51-75)	Ambiental Moderado (25-50)	Ambiental Compatible (<25)
Aire	Generación de emisiones a la atmosfera.	-	33			**x**	
	Incremento en los niveles de ruido y vibraciones.	-	34			**x**	
	Partículas suspendidas y visibilidad.	-	34			**x**	
Suelo	Uso de suelo potencial.	-	41			**x**	
	Susceptibilidad del suelo a la erosión por el agua o el viento.	-	34			**x**	
	Alteraciones de las características fisicoquímicas.	-	44			**x**	
	Afectaciones de la calidad del suelo.	-	43			**x**	
Agua	Alteración en la calidad del agua.	-	33			**x**	
	Drenaje y flujo.	-	37			**x**	
	Recarga del acuífero.	-	37			**x**	
BIOTOPO	Pérdida de la cobertura vegetal.	-	24			**x**	
	Afectaciones a la fauna.	-	23				**x**
	Reducción del hábitat.	-	24				**x**
PAISAJE	Imagen.	-	32			**x**	
	Apariencia del agua.	-	40			**x**	
	Visibilidad.	-	40			**x**	
SOCIAL	Estilo y calidad de vida.	+	31			**x**	
ECONÓMICO	Demanda de bienes y servicios.	+	37			**x**	
	Generación de empleos.	+	31			**x**	
	Equipamiento urbano.	+	34			**x**	
	Infraestructura.	+	29			**x**	
	Asentamientos humanos.	+	29			**x**	
	Transporte y vialidad.	+	36			**x**	

De los impactos identificados, 16 son considerados negativos y siete como positivos (socioeconómico), así mismo 20 impactos son considerados moderados debido a la intensidad del impacto en dicha etapa y tres impactos resultaron como compatibles debido a que la afectación sobre estos factores ha ocurrido desde la primera etapa de trabajo, al llevarse a cabo las acciones del retiro de vegetación existente.



Gráfico V.2. Porcentaje de los impactos ambientales generados en la etapa constructiva.

V.3.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA OPERATIVA

Tabla V. 9. Impactos generados por la OPERACIÓN del proyecto.

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS / CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		Importancia (I)		Característica			
				Ambiental Crítico (>75)	Ambiental Severo (51-75)	Ambiental Moderado (25-50)	Ambiental Compatible (<25)
Aire	Generación de emisiones a la atmosfera.	-	23				**x**
	Incremento en los niveles de ruido y vibraciones.	-	22				**x**
	Partículas suspendidas y visibilidad.	-	22				**x**
Suelo	Uso de suelo potencial.	-	25			**x**	
	Susceptibilidad del suelo a la erosión por el agua o el viento.	-	24				**x**
	Alteraciones de las características fisicoquímicas.	-	24				**x**
	Afectaciones de la calidad del suelo.	-	24				**x**
Agua	Alteración en la calidad del agua.	-	24				**x**
	Drenaje y flujo.	-	24				**x**
	Recarga del acuífero.	-	24				**x**
BIOTOPO	Pérdida de la cobertura vegetal.	-	24				**x**
	Afectaciones a la fauna.	-	23				**x**
	Reducción del hábitat.	-	24				**x**

TIPOLOGÍA DE IMPACTOS		Importancia (I)		Característica			
CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS				Ambiental Crítico (>75)	Ambiental Severo (51-75)	Ambiental Moderado (25-50)	Ambiental Compatible (<25)
PAISAJE	Imagen.	-	29			x	
	Apariencia del agua.	-	21				x
	Visibilidad.	-	21				x
SOCIAL	Estilo y calidad de vida.	+	39			x	
ECONÓMICO	Demanda de bienes y servicios.	+	37			x	
	Generación de empleos.	+	34			x	
	Equipamiento urbano.	+	22				x
	Infraestructura.	+	25			x	
	Asentamientos humanos.	+	25			x	
	Transporte y vialidad.	+	25			x	
	Recreación.	+	36			x	

Como se puede observar, los impactos identificados fueron 24, de los cuales nueve fueron considerados ambientalmente moderados y 15 son considerados ambientalmente compatibles.



Gráfico V.3. Porcentaje de los impactos ambientales generados en la etapa operativa.

V.4 CONCLUSIÓN DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El sistema ambiental previo a la construcción del proyecto presenta un estado ambientalmente compatible considerando las características de la zona. Si bien, existe un impacto negativo en las fases de preparación del sitio y construcción por efecto del retiro de la escasa vegetación y por el despalme, en general el proyecto en conjunto presenta una valoración positiva, que al efectuar el análisis se revierte por los efectos adversos al suelo y la vegetación. Así mismo, en torno al medio socioeconómico, el resultado final es positivo para las tres etapas del proyecto.

Durante las actividades de limpieza del sitio, se generarán los mayores impactos negativos y moderados sobre el suelo y la vegetación, pero pueden verse mitigados a través de la creación de áreas ajardinadas, así como la permanencia de áreas de conservación, donde se podrán llevar a cabo actividades de siembra con especies nativas.

De igual manera, se alterará la calidad del aire por los polvos y emisiones generados a la atmósfera, aunque éstos serán impactos bajos, temporales, reversibles y puntuales, por afectar solamente el área que incide el proyecto. Sin embargo, a través de la ejecución de varias medidas de mitigación, como el humedecimiento del terreno y el mantenimiento a la maquinaria previo a su operación, el impacto puede ser poco significativo. La valoración final de los impactos ocasionados resulta ser positiva en términos generales, adjudicada principalmente al aspecto económico y social, debido a la generación de empleos, el aumento en el nivel de consumo por cada una de las actividades y principalmente, por la oportunidad de que la población firme o incremente su patrimonio familiar.

Durante las diferentes etapas del proyecto con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, las actividades que se realizarán no pondrán en riesgo la estabilidad del sistema ambiental, por lo que el proyecto se considera compatible y ambientalmente viable para su ejecución, considerando su ubicación, niveles de impacto existentes en el predio actualmente, así como las características del paisaje; condicionado a la aplicación de medidas de mitigación o compensación de los impactos generados en cada etapa del proyecto que se indican en el **Capítulo VI**.

CAPÍTULO

VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CONTENIDO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....1

VI.1 CLASIFICACIÓN DE MEDIDAS.....1

VI.2 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.....3

VI.2.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN.....3

VI.2.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....7

VI.2.3 MEDIDAS DE COMPENSACIÓN.....8

VI.3 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....12

VI.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL.....14

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Después de analizar y evaluar los impactos generados en cada uno de los recursos del medio natural, se plantean las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos detectados, por la realización de las actividades inherentes al proyecto.

Es conveniente mencionar que los impactos generados en cada una de las etapas del desarrollo del proyecto, son factibles de ser previstos además de ser mitigables; y en algunos casos van a generar un cambio positivo en la situación actual, como es el caso de las condiciones socioeconómicas de la región.

De acuerdo con la evaluación del Capítulo V, los impactos se centraron principalmente en la preparación del sitio y su construcción, también se observaron impactos para la operación, pero en menor grado, por lo que en este apartado se especificarán puntualmente los impactos a mitigar con base en el análisis realizado de ellos. Para esto se evaluó la periodicidad, la intensidad, la extensión, la temporalidad, su persistencia o duración, su sinergia, su acumulación, su capacidad de recuperación, su controversia y su mitigación. Este análisis también sirvió para proporcionar el nivel de incidencia que se tendría al aplicar las medidas de mitigación que se proponen.

VI.1 CLASIFICACIÓN DE MEDIDAS

Las medidas que son agrupadas dentro de la palabra “Mitigación” buscan moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

1) **de Prevención**. Aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
2) **de Mitigación.** Aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto. Las medidas de mitigación que se contemplan para el proyecto son de tres tipos:
   - **Ecológicas**, las cuales están orientadas a proteger y recuperar componentes naturales, cuyo deterioro produciría en el futuro costos ambientales mayores.
   - **Económicas**, estas están enfocadas a proteger los recursos naturales de los que dependen varias actividades económicas.
   - **Sociales**, están encaminadas a proteger a la población de daños a la salud, a su cultura y a su economía.
3) **de Compensación.** En lo que respecta a las medidas de Compensación, se puede definir como las acciones que se ejecutarán para resarcir el deterioro ocasionado por la obra o actividad proyectada pero que no están directamente relacionadas; o en otro caso, se realizan actividades de beneficio ambiental en un elemento distinto al afectado. Las medidas de compensación propuestas, pretenden resarcir y equilibrar los efectos del proyecto en cuestión al medio ambiente.

AGRUPACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS

Las principales medidas presentadas para este proyecto, se describen para cada componente ambiental identificado, y para la etapa en la que se presenta; adicionalmente se dan los elementos para evidenciar el

cumplimiento de las medidas. Es conveniente mencionar que algunas medidas son similares en dos o tres etapas del proyecto, por lo que las diferentes actividades planteadas pueden estar presentes en varios momentos del proyecto.

Se establecieron en el Capítulo V los componentes y factores ambientales que podrían ser impactados por la realización de la obra. Con base en ellos se establecerán las medidas de prevención, mitigación y compensación para el proyecto, en este caso se considera agrupado en cada componente los factores ambientales definidos en la evaluación de los impactos ambientales.

En las tablas de las medidas propuestas se presentan algunas abreviaturas que se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla VI.*1*. Simbología que se utilizara para categorizar las medidas propuestas.

TIPO DE MEDIDA	
Prevención	**P**
Mitigación	**M**
Compensación	**C**

Las medidas siguientes están enfocadas a los siguientes componentes:

a) Componente Aire.
b) Componente Agua.
c) Componente Suelo.
d) Componente Flora Silvestre.
e) Componente Fauna Silvestre.

VI.2 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

El objetivo general de este apartado será el de describir las acciones que permitan que los impactos negativos sobre los componentes ambientales sean controlados, buscando resarcir en la medida de lo posible, los efectos adversos sobre el medio ambiente, así como desarrollar actividades permanentes que permitan la conservación y mejora de diversos factores ambientales durante la etapa de preparación, construcción y operación de los departamentos que integran el proyecto. Los objetivos específicos propuesto son los siguientes:

a) Proponer un conjunto de medidas de prevención, mitigación y compensación de los efectos negativos sobre el medio ambiente generados por la ejecución del proyecto;
b) Estructurar acciones para afrontar situaciones de riesgos y accidentes durante la ejecución del proyecto, durante sus etapas de preparación de sitio, construcción y operación;
c) Establecer lineamientos para responder de forma oportuna y rápida a cualquier contingencia que pudiera ocurrir durante el desarrollo de las actividades del proyecto.

VI.2.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Se considera que las medidas de prevención son las acciones que deberá ejecutar anticipadamente el titular para EVITAR efectos adversos o negativos al ambiente.

Descarga de aguas residuales

Las descargas de aguas residuales sanitarias que serán generadas por los baños portátiles que serán instalados para el uso del personal durante las etapas de preparación de sitio y construcción del proyecto serán retiradas por la empresa contratada para prestar este servicio. De igual forma la limpieza de estas letrinas, correrá a cargo de este proveedor, quien deberá ejecutar el programa de mantenimiento respectivo. Las letrinas portátiles que deberán ser contratadas a razón de 1:15 trabajadores.

Durante la operación el proyecto contara con un Sistema de tratamiento de aguas residuales individual, para darle el debido tratamiento a las aguas generadas por los departamentos.

Residuos sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial (RME).

Los residuos sólidos urbanos que no puedan reusarse serán dispuestos en el servicio municipal o bien se realizará la disposición final de acuerdo con los lineamientos establecidos por las autoridades competentes. Los residuos de manejo especial serán dispuestos de acuerdo con la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos y a la ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán y el Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán.

Medidas:

- Llevar a cabo un programa de manejo de residuos sólidos urbanos basado en la preclasificación de estos, separándolos en orgánicos e inorgánicos, debiéndose utilizar diferentes colores para cada contenedor; los colores a utilizar para cada contenedor se toman de acuerdo a la Guía de Diseño para la identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (SEMARNAT).
- Instalar contenedores con rótulos para su identificación de residuos sólidos urbanos, en los frentes de trabajo de un color de fácil identificación para el personal y los visitantes. Para facilitar la identificación de cada contenedor de acuerdo con el tipo de residuo que deba depositarse en él.
- Diariamente se procederá con la recolección de los residuos domésticos y su disposición adecuada.



Figura VI.1. Iconografía para residuos sólidos urbanos.
Fuente: Guía de Diseño para la identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (SEMARNAT).

Para la adecuada gestión y manejo de todos y cada uno de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen en el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas, se deberá implementar las siguientes actividades.

- Instalación de almacén temporal con características que permita el adecuado manejo de los residuos
- Capacitación del personal por una empresa externa con los conocimientos necesarios, que pueda transmitirle a todo el personal involucrado la importancia del buen manejo de los residuos generados en la obra.

- Elaboración de plan de manejo de residuos de manejo especial durante la construcción, el cual podrá ser evaluado por la administración estatal, la cual es la encargada de este rubro.
- Separación de residuos en el área de almacenamiento temporal mediante tanques metálicos o plásticos, los cuales deberán estar etiquetados para que dichos residuos sean dispuestos en los contenedores adecuados.
- Elaboración de bitácoras de generación de RSU y RME, para la elaboración de reportes de cumplimiento.
- Transporte de los RSU y RME hacía su sitio de disposición final a través de una empresa con registro autorizado como transportadora de estos residuos.

Residuos peligrosos

Se prevé que en el proyecto este tipo de residuos no serán generados; en el eventual caso de que se llegaran a generar, se les dará un manejo integral de acuerdo con la legislación correspondiente en materia, se contratarán los servicios de una empresa que se encargue de la recolección y disposición final de estos, la cual debe de contar con sus autorizaciones correspondientes por parte de la SEMARNAT y de la SCT, vigentes.

Medidas

- Instalar los contenedores apropiados para este tipo de residuo, los cuales deben de contar con una etiqueta adecuada, con tapa hermética para evitar la emisión de vapores o derrame alguno.
- Instrucción al personal para evitar la mezcla y contaminación de residuos no peligrosos con residuos peligrosos y se formen mayor cantidad de peligrosos y como consecuencia se derive la afectación al medio ambiente.
- Comprobar que la empresa contratada para la disposición final de los residuos peligrosos cuente con todas las autorizaciones vigentes para el manejo y transporte de éstos.
- El contratista deberá ejecutar un correcto mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo fuera del área donde será desarrollado el proyecto, para prevenir el derrame de aceites y/o hidrocarburos en el área.

Manejo de materiales contaminantes

En las actividades de preparación del sitio y construcción del Proyecto objeto del presente estudio, se considera el siguiente plan de manejo de materiales contaminantes.

a) Almacenamiento y manejo de combustibles

La prevención de derrames de combustibles y lubricantes se basará en el control adecuado del almacenamiento y la utilización del mismo.

Se supervisará los procedimientos de manejo y almacenamiento dentro del predio y la implementación correcta de las medidas de prevención, esto para el caso de que resultará necesario realizar el almacenamiento de combustibles dentro del sitio donde se desarrollará el proyecto, ya que se tiene previsto que NO SERÁ NECESARIO realizar el almacenamiento de ningún tipo de combustible en el sitio.

Las medidas de prevención que deberán establecerse en caso de que resultara necesario realizar el almacenamiento temporal de combustible en el sitio del proyecto, son las siguientes:

- El almacenamiento de combustible y aceites o su manipulación se efectuará sólo en lugares especialmente designados y equipados para tal función.
- Los tanques de almacenamiento de combustible serán revisados periódicamente en busca de fugas y corrosión.
- Los vehículos serán periódicamente revisados para identificar posibles fugas menores. De ser detectadas estas serán reparadas a la brevedad.
- Se mantendrá un inventario actualizado de los volúmenes de todos los tanques, para monitorear el uso y los volúmenes de consumo.
- Se proporcionará capacitación a los empleados acerca de los procedimientos adecuados de respuestas ante emergencias.
- Se contará con equipo para atención a emergencias como extintores.
- En caso de derrame se recuperará el combustible líquido utilizando paños absorbentes o aserrín, los mismos que serán dispuestos en recipientes adecuados y sellados. Estos serán almacenados en el área almacenamiento acondicionada para su traslado y disposición final por una empresa prestadora de servicios autorizada.

Los procedimientos de evacuación y manejo específico en el lugar se desarrollarán para cada elemento del proyecto, según los requerimientos.

b) Agua

El área donde se llevará a cabo el proyecto se encuentra totalmente impactada por ser una zona que presenta un elevado índice de urbanización y todos los predios colindantes al sitio presentan construcciones.

Dado que en el lugar no existen cuerpos de agua, es poco probable la contaminación de aguas por derrames de combustibles, el cumplimiento estricto de las medidas de manejo correcto de combustibles prevendrá este posible impacto.

Sin embargo, es importan establecer puntos de abastecimiento controlados para personal y procesos constructivos, evitando fugas y desperdicio de este recurso. Por lo que se promover el uso de grifos de cierre automático, cisternas temporales y la reutilización de agua no contaminada para limpieza de contenedores y herramientas.

Durante la operación se mantendrá la infiltración natural en áreas no impermeabilizadas, aprovechando que las viviendas serán piloteadas, los andadores permanecerán con arena natural y el estacionamiento será rellenado con material local.

VI.2.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación son las acciones, instalaciones o equipos que se deben implantar para ATENUAR los impactos negativos que las actividades, obras o proyectos puedan causar a los ecosistemas o sus componentes, con la finalidad de reducir los efectos adversos o restablecer las condiciones originales de los componentes ambientales.

En base a la evaluación efectuada, las medidas que se analizan a continuación implican acciones tendientes fundamentalmente a generar que los impactos ambientales ya identificados, sean controlados, esto durante las etapas de preparación de sitio, construcción y operación del edificio de departamentos.

Residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos

Se consideran las siguientes actividades:

- Abastecimiento de contenedores para los residuos no orgánicos.
- Se considerará la idea de reutilizar estos residuos, como en el caso del papel, latas, plástico y vidrio, o en su defecto venderlos a empresas dedicadas al ramo del reciclaje.
- Se asignará un área de almacenamiento temporal de los residuos con el fin de realizar la preclasificación de estos antes de su disposición final.
- Establecimiento de un área específica para su depósito temporal, debidamente señalizada y delimitada.
- En el caso de los residuos de manejo especial generados por las demoliciones de las estructuras existentes en el sitio, éstos podrán ser utilizados para relleno o de lo contrario deberán serán transportados a un sitio debidamente autorizado, en transportes que cuenten también con la autorización correspondiente para el traslado de este tipo de residuos.
- Los residuos de manejo especial generados por el retiro de la capa vegetal del predio, tendrán el siguiente manejo: se reutilizará como material de relleno del predio, y el restante, se entregará a empresas transportistas debidamente autorizadas para su traslado a su sitio de disposición final.

Emisiones a la atmósfera

Se considera que las actividades que deberán ser realizadas para este componente ambiental son:

a) Emisiones generadas por fuentes móviles. Los vehículos involucrados en el desarrollo del proyecto deberán contar con la verificación vehicular correspondiente y será responsabilidad del promovente solicitarlo a los contratistas.
b) Emisiones generadas por polvos. Durante las etapas de construcción y preparación de sitio, se deberá realizar riego con agua cruda, con la finalidad de mitigar la dispersión de polvos.

Durante la etapa de preparación de sitio y construcción, se propone se realicen riegos, ya que será en este periodo cuando se realice el retiro de la capa vegetal del sitio, rellenos, nivelaciones y las excavaciones para la cimentación, etc.

Así mismo, en ambas etapas deberá solicitarse a contratistas y proveedores lo siguiente:

- Cubrir con lonas la carga de los camiones que transporten materiales para construcción (polvos, gravas, cemento, bloques, vigas, etc.), con la finalidad de evitar la dispersión de estos;
- Cubrir con lonas la carga de los camiones que transporten residuos de manejo especial como escombro con la finalidad de evitar la dispersión de estos.

VI.2.3 MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

Un programa de compensación ambiental tendrá como propósito llevar a cabo acciones de restauración de suelos, reforestación y mantenimiento de las áreas deterioradas, para que una vez lograda su rehabilitación, se compensen los servicios ambientales que prestaba el sitio que fue modificado por la construcción del proyecto; entre ellos, la restauración del ciclo hidrológico y los ciclos biogeoquímicos, la captura de carbono, la recuperación paulatina de la biodiversidad, la producción de oxígeno, entre otros.

Suelos

En el presente caso, por las características y dimensiones del proyecto, y tomando en consideración que el mismo prevé una superficie de área de estacionamiento, en esta zona, se podrá utilizar adopasto o en el mejor del caso este se mantendrá con el suelo natural donde únicamente se compactará para que los vehículos no se queden atascados en la arena. Lo anterior, permitirá compensar la disminución de la capacidad de filtración del suelo del predio.

Programa de reforestación

Dadas las dimensiones del sitio donde será desarrollado el proyecto, así como el hecho de que el mismo se ubica dentro de una zona completamente urbanizada, se propone como parte del programa de reforestación, la siembra en jardineras de plantas de ornato nativas de la región, así como la colocación de macetas con plantas de ornato en pasillos y accesos donde sea viable y no representen un riesgo para la seguridad de los habitantes o vecinos del sitio. Así como también plantar especies fijadoras y estabilizadoras del suelo como bejuco de mar (*Ipomoea pes-caprae*), tabaquillo (*Suriana marítima*), uvero (*Coccoloba uvifera*), guano de costa (*Thrinax radiata*), restablecerán la función ecológica del terreno, reduciendo la erosión eólica y favoreciendo la sucesión natural del ecosistema.

Programa de prevención de riesgo ambiental

Riesgo ambiental es la probabilidad de daños a una comunidad o grupo humano en un lugar dado, debido a las amenazas propias del ambiente y a la vulnerabilidad de los elementos expuestos. (Delgado, 2007).

Es por lo anterior es que el programa de prevención aplicará durante todo el plazo de ejecución del proyecto y deberá considerar los siguientes puntos:

Establecer el índice de peligrosidad y riesgo de las actividades de la etapa de preparación del sitio.

- Establecer las bases de las acciones colaterales de los mismos.
- Identificación de los peligros y probabilidad de que ocurran daños.
- Planeación para el combate y mitigación de los percances.
- Asegurar la seguridad de los trabajadores.
- Provisión de los elementos de seguridad y protección personal.

Existe la posibilidad de los incidentes que puedan ser originados por la propia mano del hombre, en cuyo caso a veces son previsibles, pudiendo ser controlados bajo acciones planeadas y directas, y dando cumplimiento a los instrumentos y herramientas de gestión ambiental, así como los programas y planes establecidos en el presente estudio.

Programa de atención a contingencias ambientales

El programa de atención a contingencias deberá contener el programa de seguridad, que incluye las medidas que se deben tomar en el caso de presentarse alguna emergencia o contingencia. El propósito de contar con un Programa de Atención a Contingencias es el de aplicar todas las medidas de prevención y seguridad, salvando cualquier siniestralidad o en el caso de que se presentara una contingencia, contar con los procedimientos y actividades correctas a ejecutar para evitar la propagación o generación de algún otro accidente. La capacitación del personal y que tenga equipo de protección, es para atender las contingencias ambientales, bajo los siguientes propósitos:

- Responder en forma rápida y eficiente a cualquier emergencia con posibilidad de riesgo a la vida humana, la salud y al ambiente, manejando la contingencia con responsabilidad y métodos específicos.
- Reducir el potencial de derrames accidentales y contaminación ambiental a través de un plan de manipulación de materiales adecuado.
- Proveer al nivel superior y supervisión la información necesaria para responder rápida y adecuadamente a eventos que involucren materiales peligrosos.
- Definir claramente las responsabilidades y funciones ante contingencias para manejo de la emergencia.
- Disponer de un adecuado programa de limpieza y recuperación de la zona afectada para prevenir el impacto ambiental.
- Entrenar personal en cada área para actuar rápidamente en casos de emergencia.

Programa de supervisión

El programa de supervisión deberá verificar la revisión periódica de las buenas prácticas implementadas para el proyecto. Así mismo, el programa tiene como objetivo comprobar que los diferentes programas ambientales se cumplan y desarrollen de acuerdo con las medidas sugeridas para el proyecto, dentro de un marco constituido por las políticas ambientales, las buenas prácticas operativas y el sistema de mejora continua, para lo cual mencionaremos las siguientes:

- Establecer el Programa de Seguimiento o Supervisión en el cual se designe un responsable con capacidad técnica suficiente para detectar aspectos críticos, desde el punto de vista ambiental, facultado para tomar decisiones, definir estrategias y modificar actividades nocivas.
- Apegarse a lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas en materia de protección al ambiente, seguridad e higiene industrial y otras aplicables al proyecto.
- La gestión en la supervisión y control contempla los sistemas de evaluación de desempeño ambiental por personal capacitado supervisión de cumplimiento de condicionantes y términos ambientales.

Los impactos ambientales negativos del proyecto se darán principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción del edificio, considerándose necesario realizar un seguimiento periódico para verificar que las medidas propuestas cumplan con la minimización de los impactos críticos y relevantes.

La interacción del proyecto con su entorno no amerita un programa de monitoreo, pero si requiere de una supervisión periódica, para verificar que las medidas que se han propuesto se cumplan.

Programa de información ciudadana.

El propósito es el dar información veraz a la ciudadanía. Para dar cumplimiento a este punto se deberá colocar en el acceso principal del sitio, una lona en la que se detallen las características generales del proyecto, los horarios de trabajo, el tiempo de duración, las medidas de seguridad para el desarrollo del mismo, así como los números o expedientes de las autorizaciones correspondientes, ya sean ambientales, de uso de suelo y de construcción.

Estos elementos de apoyo facilitarán el conocimiento de las medidas implementadas por el promovente, en la prevención, mitigación y corrección de los impactos ambientales generados por el proyecto.

En el caso que el proyecto perturbe la cotidianidad de la zona, como la intervención de redes de servicios públicos que genere su suspensión temporal, la restricción de tráfico y cierre de vías, se avisará a la población afectada mediante volante informativo, con 10 días de adelanto. La empresa responsable de la etapa de preparación y construcción del proyecto, deberá establecer una jornada de capacitación para los empleados y subcontratistas vinculados a la obra.

En este proceso se capacitará sobre las características generales del proyecto, tiempo de duración, estado de avance, importancia de realizar la remoción de escombros en los tiempos y lugares definidos previamente, seguir con la mejora de la gestión ambiental y social del proyecto. A estas pláticas informativas deberá asistir todo el personal contratado. Por lo que se deberá de contar con la lista de asistencia de cada capacitación impartida.

Así mismo, se deberán colocar letreros preventivos para la protección ambiental y de seguridad en el área de trabajo como: “Deposite la basura en su lugar”, “NO cazar”, “NO extraer especies de flora o fauna”, “Área de letrinas”, “NO fumar”, “NO quemar”, etc. Dichos letreros deberán colocarse en lugares visibles a la plantilla general de trabajadores, y tener las medidas mínimas aproximadas de 50 cm x 40 cm.

Cabe señalar que todo esto será llevado a cabo en conjunto con los procedimientos aplicables a la obra anexos a este estudio (**Ver anexo 5**).

- Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos (**Anexo 5**).
- Procedimiento de manejo de residuos peligrosos (**Anexo 5**).
- Procedimiento de supervisión ambiental (**Anexo 5**).
- Programa de acción para la protección de fauna silvestre. (**Anexo 6A).**

Medidas adicionales:

- Capacitación del personal operativo para el buen desempeño laboral y evitar accidentes, así como con servicios de atención y equipamiento contra eventualidades menores.
- En el área de almacén deberá existir un botiquín de primeros auxilios, para la atención de algún accidente menor.
- El almacén deberá incluir extintores y desarrollar un procedimiento para la atención y combate contra incendios menores. Se implementará la revisión mensual de los extintores para mantenerlos en condiciones de operatividad.
- Se colocarán cintas restrictivas de paso hacia áreas críticas cuando el proyecto se encuentre desarrollándose en las inmediaciones.

VI.3 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) tiene como propósito fundamental garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el presente estudio, asegurando que el desarrollo del proyecto se realice dentro de los parámetros ambientales aceptables y conforme a la legislación vigente. Este programa constituye un instrumento de gestión ambiental que permite verificar la efectividad de las acciones implementadas, evaluar el desempeño ambiental del proyecto y proponer ajustes en caso de detectarse desviaciones o impactos no previstos.

1. Objetivos y alcances

Objetivo general:

Establecer un sistema de vigilancia y seguimiento ambiental que asegure la correcta aplicación de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración durante todas las fases del proyecto, minimizando los impactos negativos y promoviendo el cumplimiento de las disposiciones normativas en materia ambiental.

Objetivos específicos:

- Supervisar la implementación oportuna y adecuada de las medidas ambientales propuestas.
- Evaluar la eficacia de las medidas mediante indicadores cuantificables.
- Detectar oportunamente desviaciones o impactos no previstos y proponer medidas correctivas.
- Generar evidencia documental (bitácoras, reportes, registros fotográficos) que respalde el cumplimiento de los compromisos ambientales del proyecto.
- Asegurar la participación de personal técnico capacitado en el seguimiento y control ambiental.

2. Alcances:

El PVA se aplicará durante todas las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación), abarcando los componentes aire, agua, suelo, flora, fauna, residuos y paisaje, así como aspectos sociales y de seguridad ambiental.

3. Estructura del programa y líneas estratégicas

El programa se organiza en líneas estratégicas de acción, entendidas como agrupaciones de medidas de mitigación que buscan atender un mismo tipo de impacto ambiental. Estas estrategias estarán acompañadas de fichas técnicas de seguimiento, en las que se especifiquen los indicadores, tiempos, responsables y mecanismos de control.

Línea estratégica 1: Manejo de residuos y efluentes

Etapas del proyecto: Preparación, construcción y operación
Impacto: Generación de residuos sólidos, aguas residuales y posibles contaminantes.
Medida: Aplicación del Programa de Manejo Integral de Residuos y del uso de sanitarios portátiles.
Duración: Permanente.
Recursos: Contenedores diferenciados, baños portátiles, contratos con empresas autorizadas.
Supervisión: Responsable ambiental del proyecto y proveedor autorizado.
Indicadores: Volumen de residuos generados vs. residuos dispuestos adecuadamente; frecuencia de retiro de residuos; número de mantenimientos realizados a sanitarios portátiles.

Línea estratégica 2: Protección del suelo y control de erosión

Etapas: Preparación y construcción.
Impacto: Compactación y pérdida de suelo arenoso por remoción de vegetación.
Medida: Minimizar el área de trabajo; cubrir superficies expuestas con material natural; restaurar áreas alteradas con especies fijadoras (*Ipomoea pes-caprae, Suriana marítima, Coccoloba uvifera*).
Duración: Durante y posterior a la obra.
Indicadores: Superficie revegetada; presencia de erosión visible; porcentaje de cobertura vegetal restablecida.

Línea estratégica 3: Control de emisiones atmosféricas

Etapas: Construcción.
Impacto: Emisión de polvos y gases por maquinaria y transporte.
Medida: Riego con agua cruda; verificación vehicular; cobertura de materiales transportados.
Indicadores: Frecuencia de riego; número de vehículos con verificación vigente; observaciones en inspecciones visuales.

Línea estratégica 4: Protección de flora y fauna

Etapas: Preparación y construcción.
Impacto: Alteración de hábitats y desplazamiento de fauna.
Medida: Aplicación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre; restricción de caza y extracción; colocación de señalética ambiental.
Indicadores: Número de individuos reubicados; superficie restaurada; número de especies observadas en monitoreo posterior.

Línea estratégica 5: Integración visual y restauración paisajística

Etapas: Construcción y operación.
Impacto: Alteración visual del paisaje costero.
Medida: Implementación de áreas verdes con vegetación nativa; uso de colores y materiales que armonicen con el entorno; mantenimiento de áreas ajardinadas.
Indicadores: Número de plantas establecidas; porcentaje de supervivencia de reforestación; percepción visual del sitio (evaluación cualitativa).

3. Indicadores de seguimiento y control

Los indicadores ambientales se definen en función de criterios técnicos, ecológicos y operativos, y deberán ser medibles, verificables y comparables en el tiempo, permitiendo evaluar la eficiencia del PVA. Algunos de los indicadores clave son:

Componente ambiental	Indicador	Frecuencia de medición	Responsable
Residuos sólidos	Kg de residuos dispuestos adecuadamente / total generado	Mensual	Supervisor ambiental
Suelo	% de superficie con erosión controlada	Trimestral	Responsable técnico
Aire	Nº de riegos diarios / superficie expuesta	Semanal	Residente de obra
Flora y fauna	Nº de especies reubicadas / supervivencia en monitoreo	Bimestral	Biólogo responsable
Agua	Cumplimiento del contrato de retiro de sanitarios portátiles	Mensual	Supervisor ambiental
Paisaje	Evaluación visual y fotográfica del sitio	Trimestral	Responsable ambiental

VI.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL

El seguimiento ambiental consistirá en la verificación periódica del cumplimiento de las medidas, mediante visitas de inspección, reportes fotográficos, registros en bitácora y revisión documental.
Las actividades incluirán:

- Monitoreos de campo en cada etapa del proyecto.
- Evaluación del desempeño ambiental mediante los indicadores establecidos.
- Elaboración de informes trimestrales de cumplimiento.

- Reuniones de evaluación para retroalimentar el PVA.

En caso de detectarse incumplimientos o impactos no previstos, se activará un plan de acción correctiva, que incluirá la definición de medidas adicionales y la actualización de la matriz de planeación.

El seguimiento se apoyará en la normatividad aplicable, como:

- NOM-083-SEMARNAT-2003 (sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos).
- NOM-052-SEMARNAT-2005 (caracterización y manejo de residuos peligrosos).
- NOM-081-SEMARNAT-1994 (ruido).
- NOM-059-SEMARNAT-2010 (protección de especies silvestres).

5. Reporte y verificación

El responsable ambiental del proyecto elaborará reportes trimestrales que incluirán:

- Resultados de los indicadores.
- Registro de las medidas implementadas.
- Evidencias fotográficas y bitácoras.
- Propuesta de acciones correctivas o preventivas.

Dichos reportes serán entregados al promovente y estarán disponibles para su revisión por parte de la autoridad ambiental correspondiente (SEMARNAT o PROFEPA), garantizando la transparencia y trazabilidad del cumplimiento ambiental.

CAPÍTULO

VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....1

VII.1 PRONÓSTICOS AMBIENTALES.....1

VII.1.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN EL PROYECTO.....1

VII.1.2 ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....5

VII.1.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....8

VII.2 PRONÓSTICO AMBIENTAL.....12

VII.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....16

VII.4 CONCLUSIONES.....19

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 PRONÓSTICOS AMBIENTALES

El proyecto a evaluar en el presente documento consiste en la CONSTRUCCIÓN DE DEPARTAMENTOS "HOMETAINERS HAWAII", ubicada en el municipio de Progreso, Yucatán. De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI serie VII, el proyecto se encuentra en zona denominada como Vegetación de Dunas Costeras y Asentamientos Humanos, lo que trae consigo un bajo grado de conservación, donde la vegetación original ha sido removida como consecuencia de diversas actividades que se han realizado en el área y la cercanía de las poblaciones.

Se anticipa que el proyecto dado que se trata de un desarrollo inmobiliario, sigue la tendencia de desarrollo de bajo impacto lo cual contribuirá en la mejora de la economía local, diversificando los servicios turísticos y creando nuevos empleos temporales.

En este sentido, el objetivo del presente capítulo es mostrar una predicción del comportamiento que tendrá el ambiente en un espacio y tiempo determinados bajo diferentes escenarios, considerando la existencia o ausencia del proyecto, así como las medidas preventivas o de mitigación propuestas para el presente estudio.

VII.1.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN EL PROYECTO

El escenario sin proyecto parte del diagnóstico ambiental realizado para el área de influencia, considerando tanto los componentes físicos, bióticos, paisajísticos y socioeconómicos, como sus interacciones. En este caso, la ausencia de la intervención mantiene al predio y su entorno bajo las condiciones actuales, caracterizadas por un ecosistema costero modificado y un proceso de transformación urbana asociado al crecimiento turístico y habitacional del municipio de Progreso.

La zona se encuentra catalogada desde la década de los noventa con un uso de suelo orientado al turismo de alta densidad (Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán), lo que explica la proliferación de viviendas veraniegas, comercios, restaurantes y hoteles. Este patrón de crecimiento urbano ha sido sostenido y se prevé que continúe en el futuro, independientemente de la ejecución del proyecto, lo que implica una tendencia hacia una mayor presión sobre los recursos naturales, particularmente el suelo y la cobertura vegetal remanente.

En este sentido, la ausencia del proyecto no significa que el área permanecerá estática, sino que seguirá inmersa en dinámicas de cambio generadas por actividades externas. Las tendencias indican que el predio, de mantenerse en estado de abandono, continuará presentando acumulación de residuos sólidos, colonización por especies vegetales secundarias y exóticas invasoras, así como un deterioro progresivo de su calidad paisajística. Este proceso de degradación pasiva refleja la ruptura de un equilibrio ambiental en la medida en que no existen acciones de restauración ni de manejo que atiendan el sitio.

Aire

En ausencia del proyecto, la calidad del aire en la zona de influencia se mantendría sujeta a las condiciones atmosféricas locales propios de la región costera de Progreso, caracterizadas por vientos dominantes provenientes del noreste y sureste que favorecen la dispersión natural de contaminantes (SMN, 2022). Actualmente, no existen fuentes puntuales de emisiones atmosféricas dentro del predio, sin embargo, la cercanía con zonas habitadas y con vialidades de tránsito moderado implica que se presentan emisiones asociadas principalmente a la combustión vehicular y a la quema ocasional de residuos sólidos que los vecinos arrojan en el terreno. En un escenario sin proyecto, estas condiciones se mantendrían, y el aire conservaría la influencia de aportaciones externas sin una transformación adicional derivada de la construcción u operación de nuevas viviendas.

Suelo

El predio mantiene su integridad edáfica con las características propias de su localización en la llanura cárstica del litoral yucateco, dominada por suelos de tipo arenosol (INEGI, 2014). En la actualidad, se observa un uso inadecuado del terreno como sitio de disposición clandestina de residuos sólidos urbanos por parte de los habitantes aledaños, lo que ha generado acumulación de basura y afecta la calidad del suelo por la presencia de plásticos, metales y materia orgánica en descomposición. En ausencia del proyecto, esta práctica tendería a continuar y posiblemente intensificarse, lo que representa un deterioro paulatino de la calidad del suelo, limitando sus capacidades naturales de regeneración y afectando los procesos ecológicos locales.

Agua e hidrología

El sitio forma parte de la región hidrogeológica de la Península de Yucatán, en donde predomina un sistema kárstico con alta permeabilidad y ausencia de corrientes superficiales permanentes (INEGI, 2014; CONAGUA, 2020). Actualmente, no se cuenta con cuerpos de agua dentro del predio ni escurrimientos superficiales, aunque la infiltración hacia el manto freático es un proceso constante. En un escenario sin proyecto, el régimen hídrico no presentaría alteraciones relevantes, salvo aquellas relacionadas con la infiltración de lixiviados provenientes de los residuos sólidos depositados en el terreno, los cuales podrían incrementar el riesgo de contaminación puntual del acuífero si las prácticas de disposición inadecuada persisten.

Flora

El predio presenta actualmente una cobertura vegetal caracterizada por elementos propios de ambientes perturbados, donde predominan especies herbáceas y rastreras que se establecen en sustratos arenosos, así como individuos aislados de especies introducidas. Se observa una comunidad modificada años atrás por actividades humanas y por la transformación urbana que ha experimentado la zona costera de Progreso. El tipo de vegetación característico de esta franja litoral corresponde a la duna costera, pero en el sitio la cobertura original ha sido alterada, de modo que hoy se observan plantas oportunistas de rápido establecimiento, junto con especies exóticas que se adaptan a condiciones de disturbio.

Durante el recorrido de campo se identificaron ejemplares de coco (*Cocos nucifera*), algodoncillo gigante (*Calotropis procera*) y neem (*Azadirachta indica*), especies introducidas que han colonizado el predio como resultado del abandono y del uso inadecuado del sitio. Estas especies no forman parte de la vegetación nativa de duna costera y su presencia es un indicador de perturbación ambiental.

En ausencia del proyecto, la cobertura vegetal del área tendería a mantenerse en estas condiciones, con un predominio de vegetación herbácea dispersa y especies exóticas adaptadas a la alteración. La acumulación de residuos sólidos urbanos y el uso del predio como área de disposición irregular dificultan los procesos de regeneración natural y propician la persistencia de este tipo de vegetación, sin que se produzca una recuperación de comunidades nativas de duna costera.

Fauna

El predio donde se ubicará el proyecto se localiza dentro de una zona urbana costera que ha sido modificada desde hace décadas por la expansión de viviendas veraniegas, comercios y otras actividades asociadas al turismo en Progreso. En consecuencia, la riqueza y diversidad faunística es reducida, observándose principalmente especies oportunistas que se adaptan a ambientes perturbados y a la cercanía con los asentamientos humanos.

Las condiciones actuales del predio —suelo arenoso, vegetación herbácea dispersa y presencia de especies introducidas— favorecen la presencia de invertebrados (insectos polinizadores, hormigas y pequeños arácnidos) y fauna asociada al medio urbano. Es posible observar aves comunes en la zona costera como el zanate (*Quiscalus mexicanus*), la tortolita (*Columbina talpacoti*), la torcaza (*Zenaida asiatica*) y el tordo (Molothrus aeneus), todas especies de amplia distribución y tolerantes a la presencia humana. En algunos momentos también se pueden registrar aves marinas en desplazamiento por encima del predio, como gaviotas (*Larus sp*.) o fragatas (*Fregata magnificens*), aunque no utilizan el predio para anidación.

En cuanto a fauna terrestre, los registros se limitan a pequeños reptiles como la lagartija espinosa (*Sceloporus sp.*) y el gecko casero (*Hemidactylus frenatus*), esta última una especie introducida y muy común en áreas urbanas. Los mamíferos presentes corresponden a especies generalistas como el ratón doméstico (*Mus musculus*) y, de manera ocasional, tlacuaches (*Didelphis virginiana*). Ninguna de las especies observadas en el predio se encuentra en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En ausencia del proyecto, la composición faunística del predio no mostraría cambios significativos, manteniéndose dominada por especies generalistas y tolerantes a la perturbación, propias de ambientes urbanos y de terrenos baldíos en la franja de duna costera.

Paisaje

El paisaje actual del predio y su entorno inmediato se caracteriza por un marcado grado de antropización. Aunque originalmente corresponde a un ecosistema de duna costera, hoy se observa una cobertura de vegetación herbácea dispersa, mezclada con especies introducidas como coco (*Cocos nucifera*), neem (*Azadirachta indica*) y algodoncillo gigante (*Calotropis procera*), lo que refleja la pérdida de integridad ecológica en el sitio.

El terreno presenta signos evidentes de abandono y uso irregular, con acumulación de residuos sólidos urbanos depositados por vecinos de la zona, lo cual afecta la calidad visual del paisaje y contribuye a una imagen de deterioro ambiental. En el contexto inmediato predominan construcciones de tipo habitacional y turístico, lo que refuerza el carácter urbano-costero del paisaje actual.

Sin la ejecución del proyecto, el paisaje continuaría degradándose, con el incremento de la acumulación de residuos y la expansión de especies exóticas invasoras. No se prevé un proceso de recuperación natural hacia una vegetación nativa de duna costera, debido a la presión constante de actividades humanas y la falta de medidas de restauración ambiental.

Medio socioeconómico

La dinámica socioeconómica de la zona está marcada por el crecimiento urbano y turístico de Progreso. En ausencia del proyecto, el predio no se incorporaría a la oferta de viviendas ni generaría empleos vinculados a la construcción y operación, por lo que no aportaría beneficios directos al desarrollo económico local. Sin embargo, tampoco aumentaría la presión sobre los servicios básicos municipales como agua, electricidad o gestión de residuos. La falta de un uso formal del predio propicia que continúe funcionando como espacio de disposición irregular de residuos, lo cual repercute negativamente en la imagen urbana y en la salud pública de la población cercana.

Escenario futuro sin proyecto

En una proyección futura sin la implementación del proyecto, el predio mantendría su condición de área baldía con vegetación secundaria e introducida, expuesto a procesos de deterioro derivados del depósito continuo de residuos sólidos, la presión urbana creciente y la vulnerabilidad a fenómenos hidrometeorológicos como huracanes y tormentas tropicales (SEMARNAT, 2015). Las condiciones ambientales tenderían a degradarse en términos de calidad de suelo, paisaje y biodiversidad local, mientras que en el ámbito socioeconómico el predio seguiría representando un espacio sin aprovechamiento formal, con impacto negativo sobre el entorno inmediato y sin contribución al ordenamiento territorial sustentable del municipio.

VII.1.2 ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En caso de que el proyecto se lleve a cabo sin la implementación de medidas de mitigación, los impactos ambientales y sociales sobre los distintos componentes del medio serían de mayor magnitud y en algunos casos podrían generar efectos acumulativos o irreversibles en el área de influencia. A continuación, se describe cómo se vería afectado cada uno de los elementos del sistema ambiental.

Aire

Durante la etapa constructiva, el mayor impacto sobre la calidad del aire se relacionaría con la generación de emisiones de partículas en suspensión producto de la limpieza superficial del terreno, el despalme ligero y el movimiento de materiales de construcción. A estas se suman las emisiones de gases contaminantes (CO, NOx, SO2) y partículas finas provenientes de la maquinaria y vehículos de transporte que ingresarán y operarán en el sitio. Sin mitigación, estas emisiones podrían afectar de forma temporal la calidad del aire en el entorno inmediato, en particular para los habitantes de las viviendas cercanas y para la fauna local.

En la fase de operación, el principal impacto derivaría del uso de equipos de climatización y electrodomésticos, que en ausencia de tecnologías eficientes o de control podrían generar un consumo energético elevado, incrementando indirectamente las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción de electricidad en la región.

Suelo

La construcción de las cimentaciones mediante pilotes, la colocación de estructuras modulares y la habilitación de andadores y estacionamientos sin sellado modificarán la estructura superficial del terreno. Aunque el diseño del proyecto considera mantener áreas permeables, la compactación del suelo durante la obra podría reducir la infiltración natural en algunas secciones.

En ausencia de medidas de manejo adecuado, los residuos de construcción (escombros, plásticos, metales y restos de materiales) podrían ser depositados en el predio o dispersarse en los alrededores, generando contaminación puntual y afectando la calidad del suelo. Asimismo, existe riesgo de pequeñas fugas de combustibles, aceites o solventes durante la construcción, que podrían afectar la porosidad natural de los suelos arenosos característicos de la duna costera.

Hidrología

Durante la construcción uno de los impactos más relevantes que se presentaría en este componente, sería la ausencia de sanitarios portátiles, para los trabajadores implicaría la descarga directa de excretas al terreno, lo que representa un foco de contaminación biológica por la liberación de coliformes fecales, patógenos y nutrientes que podrían infiltrarse hacia el subsuelo altamente permeable característico de la zona costera. Esto aumentaría el riesgo de contaminación del manto freático, que en la región se encuentra a poca profundidad y constituye la principal fuente de abastecimiento de agua para comunidades y ecosistemas. Asimismo, los escurrimientos superficiales durante lluvias intensas podrían arrastrar estos contaminantes hacia zonas bajas o cuerpos de agua cercanos, incrementando la vulnerabilidad sanitaria y ambiental del sitio.

El componente hídrico se vería afectado principalmente por el incremento en la generación de aguas residuales derivadas de la operación de las viviendas. En ausencia de sistemas de tratamiento o conducción adecuados, estas descargas podrían infiltrar al subsuelo y, eventualmente, llegar al acuífero, con riesgo de contaminación por materia orgánica y nutrientes.

Durante la construcción, el arrastre de sedimentos y residuos finos por eventos de lluvia podría incrementar la turbidez en zonas bajas y alterar la dinámica natural de filtración hacia el subsuelo. Sin medidas preventivas, esta situación contribuiría a la degradación de la calidad del agua subterránea en el mediano plazo.

Flora

El establecimiento de las viviendas y obras asociadas (andadores, estacionamientos y servicios) implicará la eliminación casi total de la cubierta vegetal actual, conformada principalmente por especies herbáceas adaptadas a suelos arenosos de duna costera, así como por ejemplares de especies introducidas como coco (*Cocos nucifera*), algodoncillo gigante (*Calotropis procera*) y neem (*Azadirachta indica*). La remoción de esta vegetación no solo reducirá la cobertura natural del terreno, sino que también conllevará la pérdida de microhábitats que funcionan como refugio, áreas de sombra y puntos de alimentación para diversos organismos de fauna generalista.

La desaparición de esta cubierta vegetal afectará el papel ecológico que desempeñan estas comunidades, ya que las plantas herbáceas contribuyen al control de la erosión, a la infiltración del agua pluvial y a la retención de nutrientes en el sustrato. En ecosistemas de duna costera, donde los suelos son sueltos y altamente susceptibles a la movilidad por viento, la vegetación constituye un elemento esencial para la fijación del sustrato arenoso. Sin medidas de rescate, reubicación o restauración, el sitio quedará expuesto a procesos acelerados de erosión eólica, pérdida de suelo fértil y alteraciones en la dinámica local del ecosistema.

Adicionalmente, la introducción de viviendas y superficies impermeables reducirá drásticamente el espacio disponible para la regeneración natural de la vegetación, interrumpiendo los procesos de sucesión ecológica. Esto limitará la posibilidad de que especies nativas de duna costera recolonicen el sitio de manera espontánea, favoreciendo la dominancia de especies introducidas en áreas adyacentes y modificando de forma permanente la composición vegetal del predio.

Fauna

La pérdida de cobertura vegetal y el incremento de la perturbación durante la construcción tendrán un efecto directo en la fauna actualmente asociada al predio. En particular, especies de aves comunes y oportunistas como el zanate (*Quiscalus mexicanus*), el tordo (*Molothrus aeneus*) y diversas especies de palomas urbanas, así como reptiles de pequeño tamaño (lagartijas, geckos) e invertebrados terrestres, se verán desplazados ante la eliminación de los elementos de refugio y la intensificación de la actividad humana.

Los individuos con menor movilidad, como reptiles pequeños o mamíferos de hábitos crepusculares, serían los más vulnerables durante las labores de remoción del terreno, ya que la maquinaria y el movimiento de tierra podrían ocasionar mortalidad directa. Sin la implementación de programas de rescate y reubicación, estas poblaciones locales se perderían del área de manera irreversible.

En la etapa de operación, los impactos persistirán y podrían intensificarse. La mayor presencia de personas, el tránsito vehicular, el ruido constante y la instalación de iluminación artificial modificarán los patrones de actividad y comportamiento de fauna en el entorno inmediato. Las aves podrían reducir sus áreas de anidación o alimentación, los reptiles verían disminuidas sus áreas de refugio y la fauna de hábitos nocturnos sufriría desorientación y alteraciones en sus ciclos biológicos debido a la contaminación lumínica.

Asimismo, el incremento de residuos sólidos y orgánicos en ausencia de un manejo adecuado atraerá fauna sinantrópica como roedores y aves oportunistas, lo cual no solo implicaría una competencia por recursos con especies nativas, sino que también representaría un riesgo sanitario para los trabajadores y futuros habitantes del desarrollo.

Paisaje

El cambio más evidente del paisaje ocurrirá con la sustitución de un predio abierto, con cobertura vegetal herbácea y dispersa, por edificaciones modulares y superficies urbanizadas. La transición del paisaje natural a uno antropizado se dará de manera abrupta, generando un contraste visual marcado con respecto a las condiciones actuales, donde aún predominan elementos de carácter natural propios de la duna costera.

Durante la construcción, el impacto paisajístico será particularmente severo. La acumulación de residuos de obra, escombros y materiales, sumada a la presencia de maquinaria y áreas de trabajo desordenadas, reducirá de forma notable la calidad visual del sitio. Esta condición se agrava debido al contexto costero del municipio de Progreso, donde el paisaje natural constituye un recurso valioso tanto en términos ecológicos como turísticos.

En la etapa de operación, si no se incorporan áreas verdes, arborización o medidas de integración visual, el paisaje se caracterizará por construcciones con escasa vegetación circundante, generando una imagen urbana

rígida y poco armónica con el entorno natural. La pérdida del carácter natural costero se traducirá en un empobrecimiento de la identidad visual y ambiental del área, reduciendo su atractivo estético y disminuyendo la capacidad del predio de integrarse de manera equilibrada con su contexto regional.

Socioeconómico

El impacto positivo del proyecto, aun sin medidas de mitigación, sería la generación de empleos temporales durante la etapa de construcción y la derrama económica vinculada con la compra de materiales y servicios locales. Posteriormente, la venta y ocupación de los departamentos favorecerá la llegada de visitantes y residentes, lo que incrementará la dinámica económica en Chuburná Puerto.

No obstante, en ausencia de planeación ambiental, este beneficio económico se acompañaría de presiones adicionales sobre los servicios públicos municipales (agua potable, recolección de residuos, disposición de aguas residuales y energía eléctrica). Sin medidas de gestión adecuadas, esta presión podría traducirse en conflictos sociales relacionados con el acceso a servicios básicos y en un incremento de los problemas de disposición inadecuada de residuos sólidos en la zona.

Escenario futuro con proyecto sin medidas de mitigación

De continuar el desarrollo sin la aplicación de medidas ambientales, el escenario futuro del predio se caracterizaría por una urbanización con pérdida de su cobertura vegetal remanente, reducción significativa de fauna local y mayor presión sobre el recurso hídrico subterráneo. El paisaje mostraría un contraste fuerte entre el entorno natural costero y la urbanización en crecimiento, mientras que los residuos sólidos y descargas sin control afectarían la calidad del suelo y el agua.

En términos socioeconómicos, se consolidaría el uso habitacional y turístico de la zona, aportando beneficios económicos, pero al costo de un deterioro ambiental progresivo y la disminución de la calidad de vida si no se fortalecen los servicios públicos y la gestión ambiental.

VII.1.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En este escenario se considera la ejecución del proyecto bajo un enfoque de sustentabilidad y control ambiental, en el cual se aplican las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas en el capítulo correspondiente. Estas acciones permitirán reducir significativamente los impactos negativos identificados en los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos, manteniendo un equilibrio entre el aprovechamiento urbano del terreno y la conservación de las condiciones ecológicas locales.

El proyecto incorpora prácticas de manejo ambiental que incluyen la delimitación del área de trabajo, el rescate y reubicación de flora y fauna, la instalación de sanitarios portátiles durante la obra, el manejo adecuado de residuos, la reforestación con especies nativas y la integración paisajística del desarrollo, con el objetivo de minimizar la alteración del medio y fomentar la restauración del entorno inmediato.

Aire

Durante la etapa de construcción, la aplicación de medidas de mitigación como el riego periódico de caminos de acceso, la reducción de la velocidad de los vehículos de obra y el mantenimiento preventivo de la maquinaria, permitirá disminuir la emisión de polvos y partículas suspendidas, así como los gases contaminantes producto de la combustión de motores.

Se emplearán materiales de construcción preensamblados (contenedores y elementos modulares), lo que reducirá significativamente el tiempo de obra y, por ende, la generación de emisiones atmosféricas. Además, el control en el almacenamiento y transporte de materiales finos (arena, cemento, grava) mediante cubiertas y apilamiento ordenado, evitará la dispersión de partículas hacia áreas vecinas.

En la etapa de operación, el establecimiento de áreas verdes perimetrales con especies adaptadas al ambiente costero contribuirá a mejorar la calidad del aire, actuando como barreras naturales contra el polvo y los aerosoles marinos. El mantenimiento periódico de los sistemas eléctricos y de ventilación en las viviendas permitirá conservar condiciones adecuadas de confort ambiental sin depender excesivamente de sistemas mecánicos que generen emisiones indirectas.

Suelo

Con la aplicación de las medidas previstas, el manejo del suelo se realizará bajo criterios de conservación. Antes de iniciar las obras, se delimitará físicamente el área de trabajo con cercas temporales, evitando la compactación del terreno fuera de la zona autorizada.

Durante la limpieza y nivelación, el material orgánico superficial será retirado selectivamente y acopiado para su posterior reutilización en labores de jardinería y revegetación. Esta acción permite conservar la capa fértil del suelo y aprovechar los nutrientes para favorecer el crecimiento de especies vegetales adaptadas al sitio.

Asimismo, se implementarán prácticas de control de erosión, como la colocación de mallas o barreras de contención temporales, especialmente en zonas con pendiente o de material suelto. Con ello se evita la pérdida del sustrato y se mantiene la estabilidad del terreno.

Durante la operación, el mantenimiento de las áreas verdes y el uso de pavimentos permeables en los andadores y estacionamientos permitirá conservar la capacidad de infiltración del suelo, reduciendo el escurrimiento superficial y evitando procesos erosivos.

Hidrología

El manejo del recurso hídrico se controlará mediante la instalación de sanitarios portátiles durante la construcción, garantizando que las aguas residuales sean recolectadas y trasladadas por una empresa autorizada a un sitio de disposición final. Esta medida elimina el riesgo de contaminación del subsuelo y del acuífero por descargas inadecuadas.

De igual forma, se implementará un sistema de manejo pluvial basado en la infiltración natural del agua de lluvia, manteniendo la permeabilidad del terreno y aprovechando las características arenosas del sustrato. El diseño de los drenajes y canales de escurrimiento garantizará que el agua no se estanque ni genere erosión superficial.

Durante la operación, las viviendas estarán conectadas a la red municipal de agua potable, así como también se implementarán sistemas de tratamiento de aguas residuales SITAR DLD14, evitando la perforación de pozos individuales y con ello la sobreexplotación del acuífero. El uso racional del agua se fomentará mediante dispositivos ahorradores en grifos, sanitarios y regaderas, además de la captación pluvial para riego de jardines.

Flora

Antes del inicio de la construcción se llevará a cabo un programa de rescate y reubicación de flora, donde se seleccionarán y trasladarán ejemplares viables nativos de la región hacia zonas de reforestación o bordes del predio que no serán intervenidos. También cabe destacar que serán removidos los ejemplares de coco (*Cocos nucifera*), algodoncillo gigante (*Calotropis procera*), neem (*Azadirachta indica*) y otras especies herbáceas consideradas como introducidas o exóticas ya que estas compiten con las especies nativas.

Una vez concluidas las obras, se realizará la revegetación con especies nativas de duna costera, tales como bejuco de mar (*Ipomoea pes-caprae*), tabaquillo (*Suriana marítima*), uvero (*Coccoloba uvifera*), guano de costa (*Thrinax radiata*), que ayudarán a fijar el suelo arenoso y restablecer parcialmente las funciones ecológicas de protección y estabilización del sustrato.

Estas acciones permitirán no solo reducir el impacto visual de la obra, sino también favorecer la regeneración natural de la vegetación y mejorar la conectividad ecológica del entorno. Con el mantenimiento periódico de las áreas verdes, se evitará la colonización de especies exóticas invasoras y se asegurará un equilibrio vegetal estable a largo plazo.

Fauna

Durante la etapa previa a la construcción se ejecutará un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre, en el que se capturarán y trasladarán de manera segura los ejemplares presentes (aves, reptiles, pequeños mamíferos, etc.) hacia sitios con hábitat adecuado dentro del mismo ecosistema costero.

Durante la construcción, se mantendrá un control estricto de ruido, horarios de trabajo y rutas de maquinaria para reducir la perturbación sobre las especies circundantes. Además, se colocarán señalizaciones y barreras visuales para evitar el ingreso de fauna al área de obra.

En la etapa operativa, la revegetación y creación de áreas verdes permitirán restablecer parcialmente el hábitat de especies generalistas. Se fomentará la presencia de aves locales mediante la plantación de especies con valor alimenticio y refugio, evitando el uso de luminarias orientadas hacia el cielo o el entorno natural, con el fin de minimizar la contaminación lumínica y el desplazamiento de fauna nocturna.

Paisaje

La aplicación de las medidas de integración paisajística transformará la percepción visual del proyecto, reduciendo el contraste entre las edificaciones y el entorno natural. La revegetación con especies nativas y la incorporación de barreras vegetales perimetrales permitirán suavizar la transición entre el paisaje urbano y el costero, favoreciendo una estética armónica y ambientalmente coherente.

Durante la construcción, se prevé un manejo ordenado de materiales, delimitación de zonas de acopio y recolección diaria de residuos, evitando la acumulación visible de escombros o basura que afecte la calidad visual del sitio.

En la etapa operativa, las viviendas modulares se integrarán en un contexto de paisajismo sustentable, con áreas verdes, áreas de conservación, senderos permeables y mobiliario urbano acorde al entorno costero, preservando el carácter natural del paisaje y aumentando su valor estético y ecológico.

Medio socioeconómico

La implementación del proyecto con medidas de mitigación generará beneficios tangibles en el ámbito local. Durante la construcción se crearán empleos temporales directos e indirectos, priorizando la contratación de mano de obra local y la adquisición de materiales en comercios del municipio, lo que impulsará la economía regional.

En la etapa de operación, las viviendas modulares incrementarán la plusvalía del área, atraerán visitantes y promoverán la consolidación de servicios complementarios (mantenimiento, jardinería, seguridad, comercio), fortaleciendo la dinámica socioeconómica de Progreso.

Además, el adecuado manejo ambiental del sitio —especialmente el control de residuos, la instalación de servicios sanitarios adecuados y la reforestación— contribuirá a mejorar la imagen urbana, reduciendo el impacto visual y sanitario que actualmente representa la acumulación de residuos sólidos en el predio.

Escenario futuro con proyecto y medidas de mitigación

En un horizonte de mediano y largo plazo, la ejecución del proyecto con las medidas ambientales previstas permitirá consolidar un entorno urbanizado sustentable, donde las viviendas se integren al contexto costero sin comprometer las funciones ecológicas del sistema. La presencia de vegetación nativa, el control del manejo de residuos y el mantenimiento del equilibrio hídrico local garantizarán la estabilidad ambiental del predio y sus alrededores.

De este modo, el escenario futuro con proyecto y medidas de mitigación se caracteriza por una compatibilidad entre el desarrollo urbano y la conservación ambiental, reflejando un uso ordenado y responsable del territorio, con beneficios tanto ecológicos como sociales para la comunidad local.

VII.2 PRONÓSTICO AMBIENTAL

El pronóstico ambiental constituye una estimación razonada y técnica del comportamiento futuro del medio ambiente ante la ejecución del proyecto en el sitio propuesto, considerando la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas. Este análisis permite anticipar las condiciones esperadas del entorno natural y socioeconómico durante y después de la ejecución del proyecto, así como el equilibrio que podría alcanzarse entre el desarrollo urbano y la conservación ambiental.

Condiciones ambientales de referencia

El sitio del proyecto se ubica en la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso, Yucatán, dentro de la zona urbana costera del litoral norte de la península. El área se caracteriza por un clima árido cálido tipo BS0(h')w(x'), con lluvias en verano y una temperatura media anual superior a 26°C. La geología pertenece a la Era Cenozoica, Periodo Cuaternario, Época Holoceno, compuesta por calizas bioclásticas con restos de moluscos marinos. El suelo dominante es del tipo Arenosol, característico de zonas costeras, con escasa evolución, alta permeabilidad y baja retención de humedad.

No existen cuerpos de agua superficiales dentro del predio; el sitio se encuentra entre el mar y la zona baja inundable. La vegetación original de dunas costeras ha sido sustituida por una cobertura perturbada, con predominancia de especies introducidas y naturalizadas como *Cocos nucifera* (coco), *Calotropis procera* (algodoncillo gigante) y *Azadirachta indica* (neem). El área muestra signos de degradación ambiental, evidenciados por la presencia de residuos sólidos urbanos arrojados por vecinos y por el uso irregular del predio.

En este contexto, el desarrollo del proyecto representa una oportunidad para ordenar el uso del suelo, recuperar la imagen urbana y establecer condiciones de manejo ambiental adecuadas.

Pronóstico general del entorno

Considerando las características ambientales y las acciones proyectadas, el escenario con proyecto y medidas de mitigación se estima como ambientalmente viable, dado que los impactos identificados son temporales, reversibles y de magnitud baja a moderada, y pueden ser controlados mediante la correcta aplicación de los programas de manejo ambiental.

El desarrollo de viviendas modulares con andadores permeables, estacionamiento sin sellado y revegetación con especies nativas favorecerá la integración del proyecto al entorno costero, manteniendo la permeabilidad del suelo y reduciendo la presión sobre el ecosistema. A continuación, se presentan los pronósticos específicos por componente ambiental.

Aire

Durante la etapa de construcción, las emisiones de polvo y gases serán temporales y localizadas. Con el uso de riego periódico, mantenimiento de maquinaria y control de velocidades, los niveles de partículas suspendidas se mantendrán por debajo de los límites permisibles establecidos.

En la etapa de operación, el aire mantendrá su calidad actual, ya que no se prevé un incremento sustancial del tránsito vehicular ni de emisiones de fuentes fijas. Además, las áreas verdes y la vegetación costera contribuirán a la captura de CO_2 y a la regulación microclimática, compensando en parte las emisiones generadas durante la obra.

Pronóstico: sin impactos acumulativos sobre la calidad del aire.

Suelo

El uso del terreno, actualmente degradado y con acumulación de residuos sólidos, mejorará con la limpieza, control y manejo de materiales durante la construcción. Las medidas de acopio y reutilización del suelo fértil, junto con la revegetación, permitirán restablecer parcialmente la estructura del suelo y su capacidad de infiltración.

El uso de andadores y estacionamientos no sellados mantendrá la permeabilidad natural del sustrato arenoso, favoreciendo la recarga hídrica y evitando la compactación excesiva.

Pronóstico: el suelo conservará su función de infiltración y estabilidad estructural; se espera una mejoría en su calidad física y estética respecto a la condición actual.

Hidrología

El proyecto no modificará el flujo ni la calidad del agua subterránea, ya que no contempla la apertura de pozos ni la descarga directa al subsuelo. La instalación de sanitarios portátiles durante la construcción y la conexión al sistema municipal de agua potable y la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales SITAR DLD14 durante la operación eliminarán el riesgo de contaminación del acuífero.

El uso de superficies permeables permitirá la infiltración natural del agua pluvial, manteniendo el balance hídrico del terreno y reduciendo el riesgo de encharcamientos.

Pronóstico: el balance hídrico permanecerá estable; no se prevé afectación significativa sobre el acuífero ni alteraciones en la dinámica pluvial local.

Flora

Con la implementación del programa de rescate y reubicación de flora, se conservará una parte representativa de las especies existentes, y se fomentará la reforestación con vegetación nativa de dunas costeras adaptada al ambiente salino y al sustrato arenoso.

La recuperación vegetal posterior a la obra, mediante el uso de especies fijadoras y estabilizadoras del suelo como bejuco de mar (*Ipomoea pes-caprae*), tabaquillo (*Suriana marítima*), uvero (*Coccoloba uvifera*), guano de costa (*Thrinax radiata*), restablecerán la función ecológica del terreno, reduciendo la erosión eólica y favoreciendo la sucesión natural del ecosistema.

Pronóstico: regeneración progresiva de la cobertura vegetal; recuperación parcial del paisaje costero y estabilización del sustrato arenoso.

Fauna

Durante la construcción, las acciones de rescatar y reubicar fauna disminuirán la mortalidad de individuos por maquinaria o manipulación. Posteriormente, la revegetación y el control de ruido, iluminación y residuos propiciarán el retorno de especies comunes y la presencia de aves generalistas adaptadas al medio urbano costero.

El mantenimiento de áreas verdes permitirá la recolonización gradual de fauna oportunista, contribuyendo a una recuperación parcial del equilibrio ecológico local.

Pronóstico: desplazamiento temporal de fauna durante la obra, seguido de recolonización progresiva en la etapa operativa; sin pérdida significativa de biodiversidad.

Paisaje

El impacto visual derivado de la construcción será temporal y mitigable mediante el manejo ordenado de materiales y la delimitación del área de trabajo. Una vez concluida la obra, la revegetación y el paisajismo costero generarán un entorno visual armónico, que integrará el desarrollo al contexto urbano circundante.

Las viviendas modulares, por su diseño compacto y materiales reciclables, mantendrán una escala visual compatible con el entorno de Chuburná Puerto, reduciendo el contraste paisajístico.

Pronóstico: mejora de la calidad visual y urbana del sitio; integración armónica al entorno construido.

Medio socioeconómico

El proyecto tendrá efectos positivos en la economía local mediante la generación de empleos temporales durante la construcción y la demanda de servicios complementarios durante la operación. La regularización del predio y su transformación en un conjunto habitacional planificado contribuirán a mejorar la imagen urbana, reducir la acumulación de residuos y aumentar la plusvalía del área.

Asimismo, se prevé una mayor percepción de seguridad y orden en la zona, fortaleciendo la integración social y el bienestar de la población.

Pronóstico: incremento en la dinámica económica local, mejora en la calidad de vida y en la imagen urbana del entorno.

Pronóstico ambiental integral

El pronóstico ambiental del proyecto considera las condiciones naturales y antrópicas de la zona, así como la aplicación de las medidas de mitigación propuestas. Dado que el sitio presenta un estado previo de alteración ambiental, el desarrollo planificado no representa una pérdida significativa de vegetación o hábitats naturales, siempre y cuando las acciones de control y restauración se implementen correctamente.

Con las medidas aplicadas, se prevé una mejora en la calidad visual y ambiental del entorno inmediato, al sustituir un área degradada por un espacio urbanizado con servicios adecuados, control de residuos y áreas verdes. La afectación a la flora y fauna será temporal y localizada, con potencial de recuperación mediante la revegetación con especies nativas. La calidad del aire y del suelo se mantendrá estable bajo un manejo adecuado de la construcción.

En conclusión, el pronóstico ambiental del proyecto es favorable, ya que su implementación con medidas de mitigación adecuadas permitirá transformar un terreno actualmente degradado en un espacio funcional, ordenado y con menor riesgo de contaminación, contribuyendo positivamente al ordenamiento urbano y ambiental de Chuburná Puerto, Progreso, Yucatán.

VII.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

La evaluación de alternativas constituye un elemento esencial dentro del proceso de evaluación del impacto ambiental, ya que permite determinar la viabilidad ambiental del sitio y del diseño propuesto, considerando opciones de ubicación, tecnología, superficie, características constructivas y medidas de compensación. En este sentido, se analizan a continuación las posibles alternativas de ejecución del proyecto, con base en criterios técnicos, ambientales y socioeconómicos.

Alternativas de ubicación

Durante la fase de planeación, se consideraron diversos predios dentro del litoral norte del municipio de Progreso. No obstante, el sitio finalmente seleccionado, localizado en la localidad de Chuburná Puerto, resultó ser el más idóneo debido a su ubicación dentro del perímetro urbano, con infraestructura y servicios básicos disponibles, como acceso carretero pavimentado, suministro de energía eléctrica y conectividad con la red municipal de agua potable.

A diferencia de otros sitios con mayor grado de conservación vegetal o con presencia de humedales costeros, el predio elegido presenta escasa vegetación y especies introducidas como *Cocos nucifera*, *Calotropis procera* y *Azadirachta indica*, así como evidencia de perturbación por acumulación de residuos sólidos urbanos generados por los habitantes de la zona.

Estos factores hacen que el terreno sea ambientalmente degradado, por lo que su aprovechamiento no implica un deterioro adicional significativo de ecosistemas naturales. En consecuencia, la alternativa de ubicación seleccionada es ambiental y socialmente viable, minimizando la afectación sobre el entorno natural.

Alternativas de tecnología

Respecto a las tecnologías a emplear, se evaluaron diferentes métodos constructivos y sistemas de manejo ambiental. Se optó por el uso de materiales prefabricados y procesos de obra limpia, que permiten reducir la generación de residuos y el tiempo de exposición de las superficies del suelo.
Asimismo, se contempla la instalación de sanitarios portátiles para el personal durante la fase de construcción, evitando la disposición inadecuada de aguas residuales que podrían contaminar el subsuelo.

Durante la etapa operativa, se proyecta un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante sistema de tratamiento de aguas residuales SITAR DLD14 compactas, lo cual asegura un tratamiento eficiente y acorde con las condiciones locales.

Las alternativas tecnológicas tradicionales, como el vertido directo o el uso de fosas sépticas, fueron descartadas por su mayor potencial de contaminación y por no cumplir con los estándares ambientales actuales.

Alternativas de reducción de superficie a ocupar

En la planeación del proyecto se consideró una reducción del área efectiva de ocupación, respetando el marco urbano existente y limitando la huella de intervención a las zonas previamente impactadas.

El diseño propuesto optimiza la distribución de las obras, concentrando la infraestructura en áreas ya modificadas y destinando espacios libres para la revegetación con especies nativas.

No se considera realizar una ampliación o crecimiento futuro, sin embargo, si se requiere alguna modificación al proyecto estas deberán someterse a nueva evaluación ambiental, asegurando que la ocupación territorial no se extienda hacia zonas de valor ecológico.

Alternativas de características y distribución de las obras

Se analizaron distintas configuraciones espaciales y de diseño para las obras, priorizando la armonía con el paisaje costero y la eficiencia en el uso de recursos. La alternativa seleccionada implica un diseño compacto y funcional, que minimiza el movimiento de suelos y la alteración del relieve natural.

El proyecto se desarrollará siguiendo criterios de sustentabilidad constructiva, como la orientación adecuada para el aprovechamiento de la ventilación natural y la incorporación de materiales con baja huella ambiental.

De esta forma, la alternativa final logra reducir impactos sobre el suelo, el paisaje y la flora local, integrándose de manera más compatible al entorno urbano costero.

Alternativas de compensación de impactos

En relación con los impactos ambientales inevitables que se generarán durante la construcción y operación del proyecto, se contemplan medidas compensatorias orientadas a restaurar parcialmente las condiciones ambientales del entorno. Entre ellas se incluyen:

Revegetación del área perimetral con especies nativas propias de dunas costeras, tales como bejuco de mar (*Ipomoea pes-caprae*), tabaquillo (*Suriana marítima*), uvero (*Coccoloba uvifera*), guano de costa (*Thrinax radiata*), con el fin de favorecer la estabilización del suelo y mejorar la calidad visual del entorno.

Manejo adecuado de residuos sólidos generados durante la construcción y operación, mediante su recolección y disposición en sitios autorizados por el municipio.

Participación comunitaria en campañas de limpieza y educación ambiental, con el propósito de reducir la disposición inadecuada de residuos en la zona.

Estas medidas compensatorias refuerzan el compromiso del promovente con la conservación del entorno y con el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

Criterios de selección de la alternativa final

La alternativa finalmente seleccionada responde a una combinación de criterios técnicos, ambientales, económicos y sociales, que garantizan la factibilidad del proyecto con el menor impacto posible sobre el entorno natural.

Los principales criterios que sustentan esta elección son los siguientes:

- El sitio se encuentra dentro del área urbana de Chuburná Puerto, por lo que no implica remoción de vegetación natural ni afectación a hábitats sensibles.
- Presenta infraestructura y accesibilidad adecuada, reduciendo la necesidad de apertura de nuevos caminos o servicios.
- El terreno muestra perturbación previa, evidenciada por residuos sólidos y especies exóticas, lo que justifica su aprovechamiento para fines urbanos.
- Las tecnologías seleccionadas garantizan el manejo adecuado de aguas residuales y residuos sólidos, cumpliendo con las normas ambientales aplicables.
- Las medidas compensatorias incluidas contribuyen a mejorar las condiciones ambientales y paisajísticas del sitio, generando un balance ambiental positivo.

En conclusión, tras el análisis comparativo de las alternativas consideradas, se determina que la opción seleccionada —tanto en ubicación como en diseño y tecnología— es la más adecuada e idónea desde el punto de vista ambiental, técnico y social. Esta alternativa permite un aprovechamiento responsable del territorio, en armonía con el entorno urbano y natural de Chuburná Puerto, municipio de Progreso, Yucatán.

VII.4 CONCLUSIONES

El análisis integral de los componentes ambientales, físicos, bióticos y socioeconómicos del área de estudio permite establecer que el proyecto propuesto en la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso, Yucatán, se desarrolla en un contexto urbano costero con alta intervención antrópica y baja representatividad de ecosistemas naturales. El terreno presenta una cobertura vegetal escasa con predominio de especies introducidas y alteraciones asociadas a actividades humanas, lo que evidencia una condición ambiental degradada previa a la ejecución del proyecto.

En este sentido, la implementación del desarrollo habitacional no representa una pérdida significativa de hábitats naturales o de especies endémicas, ya que el sitio no conserva las características propias de la vegetación primaria o secundaria de duna costera. Sin embargo, el proyecto sí implica una modificación del paisaje local, así como cambios en la dinámica superficial del suelo y en la permeabilidad del terreno, lo que puede alterar, de manera localizada, algunos procesos naturales de infiltración y estabilidad eólica. Dichas alteraciones son previsibles y mitigables mediante la revegetación con especies nativas, el manejo adecuado de residuos y el control de escurrimientos.

Desde el punto de vista del componente biótico, las afectaciones a la fauna se consideran temporales y de baja magnitud, dado que la mayoría de las especies presentes son generalistas y de amplia distribución. La aplicación de programas de rescate y reubicación de fauna silvestre reducirá significativamente los impactos directos durante la etapa de construcción. En la fase operativa, el establecimiento de áreas verdes y áreas de conservación contribuirá a mantener cierto grado de conectividad ecológica dentro del entorno urbano.

En términos del medio físico, el proyecto no implica la extracción de agua subterránea, dado que se abastecerá del sistema municipal, y el manejo de aguas residuales se realizará mediante sistemas de tratamiento cerrados, garantizando la no contaminación del manto freático. Tampoco se prevén impactos significativos sobre el aire o el agua, más allá de los asociados a la fase constructiva, los cuales son temporales y reversibles.

En cuanto al paisaje, si bien el cambio visual será evidente por la introducción de construcciones modulares, este efecto puede ser atenuado con estrategias de integración paisajística, tales como el uso de materiales acordes al entorno y la plantación de especies vegetales nativas que restituyan la cobertura natural y el carácter costero del sitio.

Desde el punto de vista social y económico, el proyecto contribuirá al ordenamiento urbano y la consolidación de la infraestructura habitacional en la zona costera de Progreso, respondiendo a la creciente demanda de vivienda en el litoral y evitando la expansión desordenada hacia zonas de mayor valor ecológico. Además, generará beneficios económicos directos e indirectos a través de la creación de empleos durante la fase constructiva y del impulso a los servicios locales, fortaleciendo la economía de Chuburná Puerto.

El balance impacto–desarrollo obtenido a partir de la autoevaluación integral del proyecto permite concluir que los impactos ambientales identificados son mayoritariamente de magnitud baja y de carácter temporal, mientras que los beneficios socioeconómicos y de ordenamiento territorial son permanentes y de alto valor estratégico.

El conjunto de medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas asegura la compatibilidad del proyecto con el entorno y garantiza que las modificaciones a los procesos naturales se mantengan dentro de límites aceptables, sin comprometer la funcionalidad ecológica regional. Asimismo, la incorporación de programas de monitoreo y vigilancia ambiental permitirá asegurar el cumplimiento de las medidas propuestas y la mejora continua de las condiciones ambientales del sitio.

En conclusión, el proyecto presenta viabilidad ambiental, siempre y cuando se cumplan las medidas de manejo propuestas en la Manifestación de Impacto Ambiental. Su ejecución representa un uso racional del suelo urbano costero, que favorece el desarrollo ordenado del municipio de Progreso, Yucatán, sin provocar impactos irreversibles sobre los componentes ambientales del sistema natural y con beneficios claros para la población local.

El equilibrio entre el aprovechamiento del territorio y la conservación de los recursos naturales es alcanzable mediante una gestión ambiental responsable, la cual, de manera integral, permitirá que el desarrollo propuesto contribuya positivamente al bienestar social y al fortalecimiento ambiental del entorno donde se insertará.

Por todo lo analizado con anterioridad, se considera que el presente proyecto es ambientalmente viable.

CAPÍTULO

VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA DE LAS FRACCIONES

CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA DE LAS FRACCIONES ANTERIORES.....1

VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.....1

VIII.1.1 PLANOS DEL PROYECTO.....1

VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS.....1

VIII.1.3 MEMORIAS TÉCNICAS DEL PROYECTO.....1

VIII.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL.....2

VIII.1.5 OTROS.....2

VIII.2 GLOSARIO DE TÉRMINOS.....3

VIII.3 BIBLIOGRAFÍA.....5

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA DE LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

De acuerdo a lo solicitado por la SEMARNAT, se entregará un ejemplar impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental Particular Modalidad A: No Incluye Actividad Altamente Riesgosa.

Asimismo, todo el estudio será grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complemente el estudio mismo que será presentado en formato Word, 3 copias en formato digital considerando los formatos para consulta pública.

Se integra un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental que no exceda de 20 cuartillas, grabado de igual manera en memoria magnética con formato Word.

VIII.1.1 PLANOS DEL PROYECTO

ANEXO 1

- PLANO DE UBICACIÓN
- PLANO ARQUITECTÓNICO (Versión digital)

VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS

ANEXO 3

- MEMORIA FOTOGRÁFICA.

VIII.1.3 MEMORIAS TÉCNICAS DEL PROYECTO

ANEXO 5

- PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS.
- PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS.
- PROCEDIMIENTO DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL.

ANEXO 6

- PROGRAMA DE ACCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DE FAUNA SILVESTRE.

VIII.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL.

En el **ANEXO 2** se integra toda la documentación legal inherente al proyecto.

- DOCUMENTACIÓN LEGAL.

VIII.1.5 OTROS

ANEXO 4

- IDENTIFICACIÓN DE RESPONSABLES DEL ESTUDIO.

ANEXO 7

- FICHA DESCRIPTIVA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

ANEXO 8

- COORDENADAS DEL SISTEMA AMBIENTAL (Sólo versión digital).

VIII.2 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Área urbana: Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

Biodiversidad: Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de compensación: Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Vegetación natural: Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por las obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.

VIII.3 BIBLIOGRAFÍA

- **Aranda, M**. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México.212 p.

- **Arellano A., Flores S, Tun J y Cruz M.** 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense Fascículo 20. Universidad Autónoma de Yucatán-CONACYT. México.

- **Arriaga Cabrera, L. V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durán, R. Jiménez Rosemberg, 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. 142 pp.

- **Bautista, F., D. Palma, W. Huchin**. Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán, p. 105- 122. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. 2005. 282 p.

- **Bibby, C., N. Burgess y D. Hill**. 1993. Bird Census Techniques. Academic Press Limited. San Diego, CA. 257 p.

- **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.

- **Canter, L.W.** 1998. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. 2ª edición. Editorial Mc Graw Hill. Colombia. 841 p.

- **Comisión Federal de Electricidad**, 2002 "Estudio geo hidrológico de la zona metropolitana del estado de Yucatán", Subdirección de Geo hidrología.

- **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.

- **Conesa Fernández Vítora.** 1993**.** Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental. 275 p.

- **Corn, P. y R. Bury**. 1990. Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles. USDA Forest Service. 34 p.

- **CMAP**, 1999. Clasificación Mexicana de Actividades Productivas.

- **Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán**. 2010. Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán. 8 de septiembre de 2010. Yucatán, México.

- **Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán**. 2011. Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán. 26 de mayo de 2011. Yucatán, México.

- **Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán**. 2002. Plan Estatal de Desarrollo Yucatán 2012 – 2018. Mérida, Yucatán.

- **Diario Oficial de la Federación**. 2012. "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente". México, Distrito Federal. 24 de abril de 2012.

- **Diario Oficial de la Federación**. 2012 "Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental". México, Distrito Federal. 26 de abril de 2012.

- **Diario Oficial de la Federación**. "Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos" México, Distrito Federal. 16 de junio de 2007.

- **Diario Oficial de la Federación**. "Reglamento de la Ley de General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos" México, Distrito Federal. Noviembre de 2006.

- **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**. 2011. "Ley de Aguas Nacionales". México, Distrito Federal. 20 de junio de 2011.

- **Diario Oficial de la Federación**. 2011. "Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales". México, Distrito Federal. 24 de junio de 2011.

- **Diario Oficial de la Federación**. 1993. "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. 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 b. "Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible". México, Distrito Federal. 13 de septiembre de 2007.

- **Diario Oficial de la Federación**. 2007. "Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible". México, Distrito Federal. 6 de marzo de 2007.

- **Diario Oficial de la Federación**. 2011. "Ley General de Vida Silvestre". México, Distrito Federal. 16 de noviembre de 2011.

- **Diario Oficial de la Federación**. 2000. "Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre". México, Distrito Federal. 30 de noviembre de 2006.

- **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.

- **Dowler, R. y M. Engstrom**. 1988. Distributional records of mammals from the southwestern Yucatan Peninsula of Mexico. Annals of Carnegie Museum 57: 159-166.

- **Duch, J** 1991. 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.

- **Durán, R.; A. Dorantes; P. Simá y M. Méndez**. 2000. Manuel de propagación de plantas nativas de la península de Yucatán. Volumen II. Centro de Investigación Científica de Yucatán. 105 p.

- **Durán R. y M. Méndez (Eds).** 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

- **Escolero, O. A., Marín, L. E., Steinich, B., Pacheco, J.** Delimitation of a hydrogeological reserver for a city within a karstic aquifer: the Mérida, Yucatán example. Landscape and urban planning. ELSEVIER. 1999

- **Flores, J.S. e I. Espejel**. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán. México. 135 pp.

- **García, E**. 1973. "Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen". Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 p.

- **García, E.** 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Serie Libros, Núm. 6. Instituto de Geografía. UNAM. México. 90 pp.

- **Glasson J., R. Therivel y A. Chadwick**. 1999. Introduction to Environmental Impact Assessment. 2nd Edition. Spon Press. USA. 496 p.
- **Google Earth Pro 2018**. Software de imágenes satelitales.
- **Hall, E. y K. Kelson**. 1959. The Mammals of North America. The Ronald Press Company. New York.
- **Heyer, W.R. y K.A. Berven**, 1973. Species diversities of herpetofaunal samples from similar microhabitats at two tropical sites. Ecology 54(3):642-645
- **Heyer, W., M. Donelly, R. McDiarmid, L. Hayek y M. Foster**. 1994. Medición y monitoreo de la Diversidad Biológica, Metodos estandarizados para anfibios. Smithsonian Institution Press. 364 p.
- **Howell, S. Y S. Webb**. 1995. A guide to the birds of Mexico and Nortern Central America. Oxford University Press. USA. 851 pp.
- **Instituto Nacional de Ecología.** Condiciones generales del ambiente en la frontera norte de México. En línea: http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/109/cap2.html
- **Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.** 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafológica. México.
- **Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática**. 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Yucatán, México. 77 pp.
- **Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática**. 2015. Datos Estadísticos Yucatán. Consulta por Internet: yuc.inegi.gob.mx.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Yucatán.
- **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**. 1989. Estudio Hidrogeológico e Hidrogeoquímico de la Península de Yucatán. SRH. Dirección de Geohidrología y Zonas Áridas.
- **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.
- **Lips, K, J. Rehacer, B. Young y R. Ibáñez**. 2001. Monitoreo de anfibios en América Latina: Manual de Protocolos. Society for the Study of Amphibians and Reptiles Herpetological Circular No.30. 122 p.

- **Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda.** 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 283-322

- **MacKinnon, B**. 2002. Check-list of the birds of the Yucatan Península. Amigos de Sian Ka'an, A.C. y Secretaria de turismo de Yucatán. 36 p.

- **Milne, L. y Milne, M**. 1980. Field Guide to North American Insects and Spiders. The Audubon Society. Published by Alfred Knopf. New York. 989 p.

- **Miranda, F**. 1958. Estudio acerca de la vegetación de la Península de Yucatán. En: Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Ed. Beltrán. E. Publ. Inst. Mex. Nat. Renov., (II): 215-271

- **Miranda, F. y Hernández, E**., 1963. Los tipos de Vegetación de México y su Clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. (28): 29-179.

- **Moreno, C**. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. España. 84 pp.

- **Mound, L**. 1995. Insectos. Miniguía. Audrey y CONACULTA. México. 160 p.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.

- **Navarro S., A. AICA: C-26, Omiltemi. En: Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez**. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (http://www.conabio.gob.mx .México).

- **Petts, J.** 1999. Handbook of Environmental Impact Assessment. Ed. Advisers. England. 484 p.

- **Pozo de la Tijera, C. y J. Escobedo**. 1999. Mamíferos terrestres de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Revista de Biología Tropical 47:251-262.

- **Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales y F. A. Cervantes**. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. Occasional Papers The Museum Texas Tech University, 158:1-62.

- **Rzedowsky, J**. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.

- **SARH**. 1994. Inventario Nacional Forestal Periódico 1992-1994, México. SEMARNAT

- **SCIAN**, 2000. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, modificado para México.

- **Sistema de Integración Centroamericana**. 1999. Lista de fauna de importancia para la conservación en C.A. y Méx.: listas rojas, listas oficiales y especies en apéndices CITES. UICN-WWF. Costa Rica. 230 pp.

- **Sosa V., J. S. Flores, V. Rico-Gray, R. Lira y J. J. Ortiz**.1985. Etnoflora Yucatanense; Lista Florística y Sinonimia Maya. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz; México. 225 p.

- **Treweek, J**. 1999. Ecological Impact Assessment. Blackwell Science Ltd. UK. 351 p.

- **UNESCO/FAO**. 1972, en CARBALLAS, T. et al. 1981. Clave para la clasificación de los suelos (UNESCO-FAO). Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. Madrid.

- **Universidad Autónoma de Yucatán**. 1999. Atlas de procesos territoriales de Yucatán. México. 388 pp.

- **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.

- **www.cna.gob.mx/**eCNA/Espaniol/publicaciones/PlanRegionalHidraulico/RegionXII/region-XII4a.pdf: El agua, un recurso estratégico y de seguridad nacional. Fuente: GRPY. Subgerencia Técnica. CNA.