

Área que clasifica. - Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Yucatán

Identificación del documento. - Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

Partes clasificadas. - **Partes clasificadas.** - : Domicilio particular, OCR de la credencial de elector, Teléfono y/o correo electrónico de terceros.

Fundamento Legal. - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Razones. - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.



Firma del titular. - **Suplente por Ausencia en La Delegación Federal en el Estado de Yucatán.** - L.A. Hernán José Cárdenas López

"Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales vigente, en suplencia por ausencia del Titular de la Delegación Federal en el Estado de Yucatán¹ previa designación, firma el presente el Subdelegado de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales."

Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública. - Resolución No. **127/2020/SIPOT**, en la sesión celebrada el 12 de octubre de 2020, referente a la fracción VII, del artículo 69 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LFTAIP).

¹ *En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	6
I.1 PROYECTO	6
I.2. PROMOVENTE.....	6
I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	7
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8
II.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....	8
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	13
VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO	25
III. 1 LEYES Y REGLAMENTOS.	25
III.2 NORMAS OFICIALES	29
III.3 DICTÁMENES PREVIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL CASO DE PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO, ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS Y PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.	30
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	39
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	39
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	42
IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	90
V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.	92
V.2 METODOLOGÍA PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	99
V.3. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.	100
MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	103
VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL	103
PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	108
VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO	108
VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	109
VII.3 CONCLUSIONES.....	110
IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	111
VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN	111

VIII.2 OTROS ANEXOS.....	111
VIII.3 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.	112

RESUMEN EJECUTIVO

ANEXOS

- I. DOCUMENTACIÓN LEGAL.
- II. PLANOS Y FIGURAS.
- III. MEMORIA FOTOGRÁFICA.
- IV. DOCUMENTOS TÉCNICOS.
 - a. DETALLES SISTEMA TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES.
 - b. COORDENADAS.
 - c. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas UTM del área del proyecto.....	10
Tabla 2	Distribución del área del proyecto.....	10
Tabla 3	Maquinaria y equipo requerido en la etapa de construcción.	12
Tabla 4	Cronograma de actividades.	16
Tabla 5	Resumen de la generación de residuos y emisiones.	20
Tabla 6	Composición promedio de los residuos humanos.....	22
Tabla 7	Actividades y usos de suelo en la UGA HUN02-BAR_AP1-Rdel POETCY.....	32
Tabla 8	Coordenadas del área de influencia del proyecto.	41
Tabla 9	Registro histórico de huracanes en la Península de Yucatán.	43
Tabla 10	Registro histórico de tormentas tropicales en la Península de Yucatán.	44
Tabla 11	Distribución de las formaciones geológicas y su posición estratigráfica.....	46
Tabla 12	Rasgos geomórficos, ubicación y características geológicas de la zona costera de Yucatán	50
Tabla 13	Coordenadas de ubicación los sitios de muestreo en el área de influencia.....	54
Tabla 14	Listado general de especies de flora identificadas en el área de influencia.....	55
Tabla 15	Índice de valor de importancia ecológica para el estrato arbóreo del área de influencia.	56
Tabla 16	Índice de valor de importancia ecológica para el estrato arbustivo del área de influencia.....	57
Tabla 17	Índice de valor de importancia ecológica para el estrato herbáceo del área de influencia.....	58
Tabla 18	Índice de diversidad y equitabilidad del estrato arbóreo del área de influencia.	59
Tabla 19	Índice de diversidad y equitabilidad del estrato arbustivo del área de influencia.....	59
Tabla 20	Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo	60
Tabla 21.	Listado general de especies de flora identificadas en el área del proyecto.	63
Tabla 22	Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo.....	64
Tabla 23	Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo.....	65
Tabla 24	Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo.....	66
Tabla 25	Índice de diversidad y equitabilidad del estrato arbóreo.	67
Tabla 26	Índice de diversidad y equitabilidad del estrato arbustivo.....	67
Tabla 27	Índice de diversidad y equitabilidad del estrato herbáceo.....	68
Tabla 28	Coordenadas de Puntos de muestreo de aves.	70
Tabla 29	Listado de fauna silvestre registrado en el predio.....	71
Tabla 30	Listado de fauna silvestre registrados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	72
Tabla 31	Abundancia de reptiles en el predio.....	72
Tabla 32	Abundancia de aves en el predio.....	73
Tabla 33	Índice de diversidad y equitabilidad del grupo de Reptiles.....	73
Tabla 34	Índice de diversidad y equitabilidad del grupo de aves.....	73
Tabla 35	Índice de diversidad y equitabilidad del predio.....	74
Tabla 36	Listado de fauna silvestre registrado en el área de influencia.	75
Tabla 37	Abundancia de reptiles en el área de influencia.....	76

Tabla 38	Abundancia de Aves en el área de influencia.	76
Tabla 39	Abundancia de Mamíferos en el área de influencia.	77
Tabla 40	Índice de diversidad y equitabilidad de fauna silvestre en el área de influencia.	77
Tabla 41	Índice de diversidad y equitabilidad de reptiles en el área de influencia.....	78
Tabla 42	Índice de diversidad y equitabilidad de Aves en el área de influencia.	78
Tabla 43	Listado de recursos visuales y terrenos visualmente frágiles en el sitio.	79
Tabla 44	Población por municipio según población total.	80
Tabla 45	Número de viviendas según material de pisos.	81
Tabla 46	Cobertura de servicios básicos en el municipio.....	81
Tabla 47	Población afiliada a instituciones de salud.	83
Tabla 48	Población económicamente activa distribuida por sector.	85
Tabla 49	Criterios de clasificación de los impactos ambientales.	91
Tabla 50	Escala de condición del impacto.....	92
Tabla 51	Identificación de acciones susceptibles a generar impactos.....	92
Tabla 52	Identificación de factores ambientales.....	93
Tabla 53	Matriz de identificación de impactos.	94
Tabla 54	Listado de impactos ambientales identificados.....	95
Tabla 55	Valoración de los impactos ambientales.	99
Tabla 56	Listado de especies de flora que serán utilizadas para enriquecimiento y reforestación de áreas de conservación.....	106
Tabla 57	Características de algunas de las especies de flora que serán utilizadas en la reforestación.	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del proyecto en el mapa de carreteras.....	9
Figura 2 Plano arquitectónico de Planta Baja.....	14
Figura 3 Plano arquitectónico de Planta alta.	14
Figura 4 Detalle de cercado del predio.....	15
Figura 5 Detalle del sistema de tratamiento de las aguas residuales.	24
Figura 6 Detalle del campo de absorción del sistema de tratamiento de aguas residuales.	24
Figura 7 Ubicación del proyecto en la delimitación de las UGAs del POETCY.....	32
Figura 8 Sistema Ambiental del Proyecto.....	40
Figura 9 Área de influencia del área del proyecto.....	41
Figura 10 Tipo de clima en el área del proyecto.	42
Figura 11 Ubicación del predio en plano geomorfológico del estado.....	47
Figura 12 Tipos de suelo en el estado de Yucatán (POETY 2007).....	52
Figura 13 Distribución de especies por su forma de vida.....	64
Figura 14 Distribución de especies por su origen.....	64
Figura 15 Crecimiento poblacional en el municipio de Hunucmá.....	80
Figura 16 Incremento histórico de viviendas habitadas en Hunucmá.	81
Figura 17 Población con nivel profesional en el municipio de Hunucmá.....	83
Figura 18 Distribución de la PEA en el municipio de Hunucmá, por sector económico.	85

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Vegetación en el predio.	11
Fotografía 2 Vista del camino al Sur del predio.....	11
Fotografía 3 Línea de energía eléctrica en la zona.....	12
Fotografía 4 Camino que atraviesa el predio.	60
Fotografía 5 Estructura de la Vegetación del predio.....	60

CAPÍTULO I

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

I.1 PROYECTO

I.1.1 Nombre del proyecto

Construcción y Operación de “Casa de Verano”

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en los predios particulares Tablajes 5094 y 5095, de localidad de Sisal, municipio de Hunucmá, Yucatán, en primera fila con respecto a la playa. En el siguiente capítulo se incluye una tabla con las coordenadas geográficas del polígono que abarca.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Etapa de construcción: 5 años.

Etapa de operación: 100 años.

I.1.4. Presentación de la documentación legal

Anexo I.

I.2. PROMOVENTE

I.2.1. Nombre o razón social

BANCO MERCANTIL DEL NORTE, SOCIEDAD ANÓNIMA INSTITUCIÓN DE BANCA MÚLTIPLE GRUPO FINANCIERO BANORTE, DIVISIÓN FIDUCIARIA.

1.2.2 Registro Federal de Causantes (RFC)

BMN930209927

1.2.3 Clave Única de Registro de Población (CURP)

1.2.4 Nombre y cargo del representante legal

1.2.5. Dirección del promovente o de su representante legal

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

I.3.1. Razón social

Consultoría Ambiente Sustentable, S.C.P.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

CAS100111TG6

1.3.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

I.3.4 Dirección del Responsable técnico del estudio

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto de "Casa de verano", consiste en la construcción y operación de una vivienda habitacional para una familia, en un polígono de **2,242.13 m²** ubicado en primera fila con respecto a la playa, en la localidad Sisal, municipio de Hunucmá, en la zona costera oeste del estado de Yucatán.

En la planeación y diseño del proyecto se ha considerado las características naturales del área donde se localizará con el fin de conservar la dinámica de la playa y el hábitat asociado, así como prevenir los daños en caso de huracanes.

De manera general, el proyecto consta de la construcción de lo siguiente: una casa principal de dos niveles, en el cual el primer nivel o planta baja contara con Sala, comedor, cocina, baños, cuarto de lavado, bodega y una recamara, en el segundo nivel o planta alta contará con 3 recamaras, 2 baños y Sala de estar o área de trabajo. Al frente de la casa como parte de las áreas recreativas se contará con una terraza y la piscina.

La superficie total destinada para el proyecto, es de **2,242.13 m²**. La construcción del proyecto ocupará **195.44 m² (8.72%)**, se tendrá una ocupación de **305.70 m² (13.63%)**, y se destinarán **1,740.99 m² (77.65%)** como áreas de conservación.

El área del proyecto está cubierta de vegetación secundaria de matorral de duna costera, con especies herbáceas y arbustivas. El predio se encuentra en primera fila con respecto a la playa, colindando al norte con la zona federal marítimo terrestre, al este y oeste con predios sin uso específico donde se desarrolla una vegetación similar a la del predio.

El acceso al proyecto es, por vía terrestre a través de la carretera Sisal-El Palmar, se llega a la parte sur del predio.

El sitio del proyecto se encuentra ubicado en una unidad de gestión ambiental **HUN02-BAR AP1-R**, de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) publicado en octubre de 2015, donde uno de los usos compatibles es el de **Vivienda unifamiliar**, uso que se pretende dar al predio con el presente proyecto.

En observancia de lo dispuesto en dicho ordenamiento, la superficie de construcción del proyecto no **excede el 30%** de acuerdo a los resultados del análisis de contexto y se implementará un sistema de tratamiento de aguas residuales.

Este proyecto requiere autorización en materia de impacto ambiental de jurisdicción federal, debido a que las obras que se pretenden realizar afectarán ecosistemas costeros, y por lo tanto para dar cumplimiento con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su respectivo Reglamento, se presenta este documento para su evaluación en materia de impacto ambiental.

En el sitio **no se encontró ninguna especie de flora catalogada** en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo tanto no será necesario realizar acciones de rescate y reubicación. Asimismo, dado que el sitio se encuentra dentro de la zona de distribución natural de *Trhrinax radiata* especie de flora catalogada en la norma mencionada anteriormente, como medida de mitigación se realizará el enriquecimiento de las áreas verdes del proyecto empleando dicha especie, con el fin de reintroducirla en el sitio y así incrementar la población de esta especie en la zona de influencia del proyecto.

Adicionalmente, es importante resaltar que en este proyecto no se realizarán actividades consideradas riesgosas, ni se generarán residuos peligrosos diferentes a los generados por una casa habitación.

II.1.2 Selección del sitio

Los criterios considerados para la selección del sitio fueron los siguientes:

- Que el área del proyecto sea apto para el desarrollo de turismo de segunda residencia y que tenga las dimensiones adecuadas para el desarrollo del proyecto.
- Que la zona donde se encuentra tuviera un valor turístico y belleza paisajística, que permitiera al usuario tener un sitio de descanso y recreación.
- El sitio del proyecto no se encuentre dentro de algún Área Natural Protegida.
- Que el sitio no esté catalogado como zona de interés arqueológico.
- Que se cuente con infraestructura para la disponibilidad de servicios para la operación, como energía eléctrica, agua y vías de acceso.
- Que las condiciones del terreno permitan la construcción del proyecto sin afectar la primera duna costera.

En este caso, no se realizaron análisis comparativo con otros sitios alternos para la localización del proyecto.

II.1.3. Ubicación física del proyecto

El proyecto se desarrolla en un predio particular en el municipio de Hunucmá, el cual se encuentra en primera fila con respecto a la playa, el cual se accede por medio de la carretera Sisal-El Palmar.

El predio donde se desarrollará el proyecto es propiedad privada.

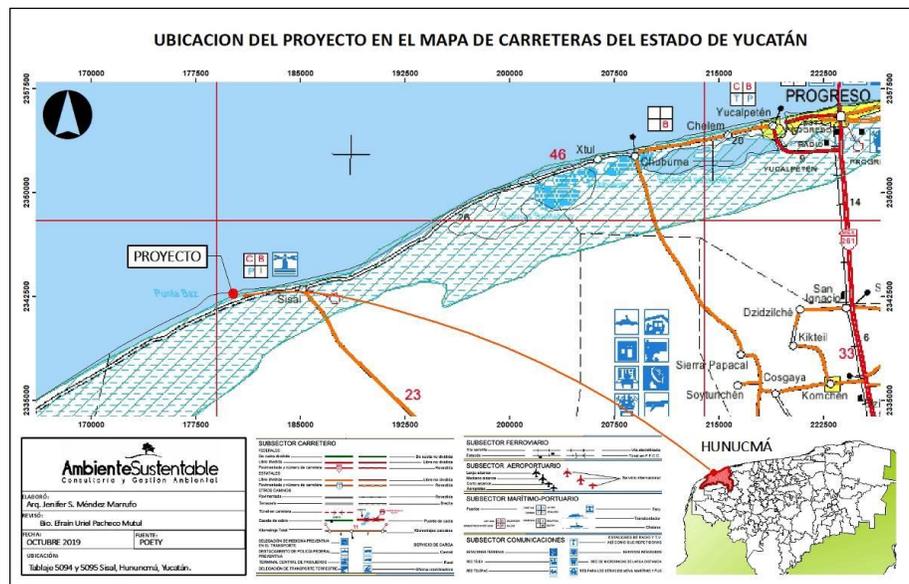


Figura 1 Ubicación del proyecto en el mapa de carreteras.

Las coordenadas geográficas de los puntos extremos del perímetro del área del proyecto, que fueron obtenidos en campo de la lectura de un Geoposicionador Satelital (GPS), se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1 Coordenadas UTM del área del proyecto.

VT	X	Y
1	803299.4172	2342464.4100
2	803319.1071	2342467.9330
3	803341.4599	2342358.0621
4	803321.7798	2342354.5398

II.1.4. Inversión requerida

La inversión total para el desarrollo del proyecto es de \$2,800,000.00 (DOS MILLONES OCHOCIENTOSMIL PESOS 00/100 M.N.), la cual incluye el presupuesto destinado para las medidas preventivas, de mitigación y compensación de los impactos ambientales, que es aproximadamente de \$450,000.00 (CUATROCIENTOS CINCUENTA MIL PESOS 00/100 M.N.).

II.1.5. Dimensiones del proyecto

El área del proyecto es un polígono regular que tiene una superficie total de **2,242.13 m²**. La **construcción** del proyecto ocupará **195.44 m² (8.72%)**, se tendrá una ocupación de **305.70 m² (13.63%)**, y se destinarán **1,740.99 m² (77.65%)** como áreas de conservación. A continuación, se desglosan los componentes del proyecto:

Tabla 2 Distribución del área del proyecto.

CONCEPTO	SUPERFICIE (m ²)	PORCENTAJE (%)
ÁREA DE AFECTACIÓN	501.14	22.35%
CONSTRUCCIÓN	195.44	8.72%
Casa Principal	136.19	6.07%
Piscina	21.56	0.96%
Terraza	37.69	1.68%
OCUPACIÓN	305.70	13.63%
camino	305.70	13.63%
ÁREA DE CONSERVACIÓN	1,740.99	77.65%
Área de Conservación (ZOFEMAT)	67.44	3.01%
Área de Conservación	1,673.55	74.64%
SUPERFICIE TOTAL	2,242.13	100.00%

Área de Conservación: *corresponde a áreas donde se mantendrá la vegetación actual, compuesta por especies propias del ecosistema costero y se mantendrán restringido el acceso, estarán integradas a las construcciones, con fines de arquitectura de paisaje (integrar los elementos de la casa al entorno), así como para mantener hábitat de fauna silvestre, la biodiversidad florística y permitir la continuidad de la vegetación entre los predios colindantes.*

II.1.6. Uso actual de suelo

El predio donde se ubicará el proyecto “**Casa de Verano**”, se encuentra sin uso específico, de acuerdo al POETCY el uso de suelo en la unidad de gestión ambiental (UGA) donde se encuentra es de aprovechamiento tradicional de flora y fauna y vivienda unifamiliar, siendo este último uso que se le pretende dar con este proyecto.

En el área de influencia del proyecto, que corresponde a predios al frente de la playa, el uso actual es sin uso específico, encontrándose actualmente en un proceso primario de urbanización. Es importante señalar que al sur y una distancia de 100 m se encuentra la Reserva Estatal “El Palmar”

El predio colinda al norte con la zona federal marítimo terrestre, al sur con camino de terracería, mismo que da acceso al predio, al Este y Oeste con predios sin uso específico donde se desarrolla una vegetación similar al del predio.



Fotografía 1 Vegetación en el predio.



Fotografía 2 Vista del camino al Sur del predio.

Uso de los cuerpos de agua.

El acuífero de Yucatán en realidad es de usos múltiples ya que es la única fuente de suministro de agua en la región, no obstante, a diferencia de otras regiones del país, el uso agropecuario no es el dominante, es decir, hay un equilibrio entre el uso agropecuario y el público urbano. Por las condiciones de ser la única fuente de abastecimiento, el uso público urbano se preferencia ante los otros usos. El uso del mar, está destinado a la recreación, pesca y navegación.

II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área del proyecto, se encuentra al norte de la carretera costera Sisal-El Palmar, en la franja costera caracterizada por la ubicación de residencias veraniegas. En la zona no se cuentan con todos los servicios públicos, sin embargo hay factibilidad de contar con los servicios básicos:

- Acceso vehículos hasta la puerta del predio: Por medio de camino de terracería a 3.5 km al oeste del puerto de abrigo de la Localidad de Sisal.
- Energía eléctrica y alumbrado público: Las líneas de baja y media tensión, por lo que únicamente se requerirá realizar las instalaciones necesarias para recibir el servicio de la Comisión Federal de Electricidad, una vez contratado el servicio.



Fotografía 3 Línea de energía eléctrica en la zona.

- Agua potable: El abastecimiento agua para las viviendas estará provisto por un sistema de bombeo de 1 pozo con bomba sumergible de ½ hp. de 10 gpm. a una cisterna de almacenamiento.

Descripción de los servicios requeridos

En la etapa de **construcción**, se requiere contar con materiales de construcción, maquinaria, herramientas, personal e insumos como combustible, agua, personal y víveres. Todo ello estará a cargo de la empresa responsable de la obra, la cual dada su giro comercial, deberá estar preparada para solventarlos, sin generar problema alguno en las localidades vecinas.

La energía eléctrica será abastecida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), previo convenio, para el inicio de la construcción de ser necesario se contará con una planta generadora de manera temporal, en tanto se contrata el servicio. El agua requerida para la construcción, se proveerá transportada mediante pipas a partir del sistema operado por el Ayuntamiento de Hunucmá, en tanto se perfora el pozo de abastecimiento de agua.

La maquinaria y equipo que será empleada en la etapa de construcción es la siguiente:

Tabla 3 Maquinaria y equipo requerido en la etapa de construcción.

ETAPA	EQUIPO	CANT.	TIPO DE COMBUSTIBLE
Construcción	Retroexcavadora	1	Diesel
	Planta de electricidad	1	Gasolina
	Taladros eléctricos	4	Electricidad
	Revolvedora de 1 saco	1	Gasolina
	Sierra circular	1	Gasolina

Durante la etapa de **operación** los servicios que serán requeridos son los siguientes:

- **Energía eléctrica:** el suministro será abastecido, previo convenio, por la Comisión Federal de Electricidad.

- **Agua potable:** el abastecimiento de agua para las actividades de la casa, estará provisto por un pozo de aprovechamiento o en su caso será transportada mediante pipas del sistema operado por el Ayuntamiento. El agua para consumo humano, se adquirirá a empresas purificadoras.
- **Drenaje pluvial:** la infiltración del agua de lluvia se hace realizará directamente al subsuelo, puesto que al menos el 77.65% de la superficie del predio se mantendrá libre de construcción.
- **Manejo de aguas residuales domésticas:** se instalará una fosa séptica debidamente sellada que cumpla con los requerimientos normativos para el tratamiento y manejo de las aguas que se generen de la actividad doméstica.
- **Manejo de residuos:** se contará con un área dentro de la casa para almacenar temporalmente los residuos domésticos, para cuyo transporte se contratará el servicio recoja de la localidad para su disposición final al sitio autorizado por el Ayuntamiento.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El proyecto "Casa de Verano" contempla la construcción de una casa habitación de dos niveles, que contarán con las características y los servicios de una casa convencional, considerando en su diseño la adecuación y utilización positiva de las condiciones ambientales de la zona, con el objetivo que se puedan mantener durante el proceso constructivo, la vida útil del proyecto y la utilización de sus habitantes.

La huella total del proyecto ocupará el 23.35% de la superficie del predio, que incluye la vivienda unifamiliar en el 8.72%, la ocupación será del 13.63% y el resto del área será mantenido como conservación (77.65%). De manera general el proyecto estará conformado de la siguiente manera:

ÁREA DE CONSTRUCCIÓN	
CASAS HABITACIÓN	Planta baja. Se contará con la sala, comedor, cocina, baños, cuarto de lavado, bodega y una recámara.
	Planta Alta. Contará con 3 recamaras, 2 baños, y Sala de estar o área de trabajo.
ÁREAS RECREATIVAS	Piscina y terraza: al frente de la casa como parte de las áreas recreativas se contará con una terraza y la piscina.
OCUPACIÓN	
Áreas que no serán cimentadas o impermeabilizadas.	
CAMINO DE ACCESO	Se contará al sur con camino de acceso.
ÁREAS VERDES	
ÁREAS DE CONSERVACIÓN	En la parte sur y norte del predio colindando con la zona federal marítimo terrestre, se mantendrá la vegetación actual como áreas verdes de conservación, únicamente se delimitará el sendero hacia la playa. Y en su caso se realizará la reforestación con especies ornamentales propias de la duna costera. También se contarán con áreas de conservación alrededor de las construcciones.

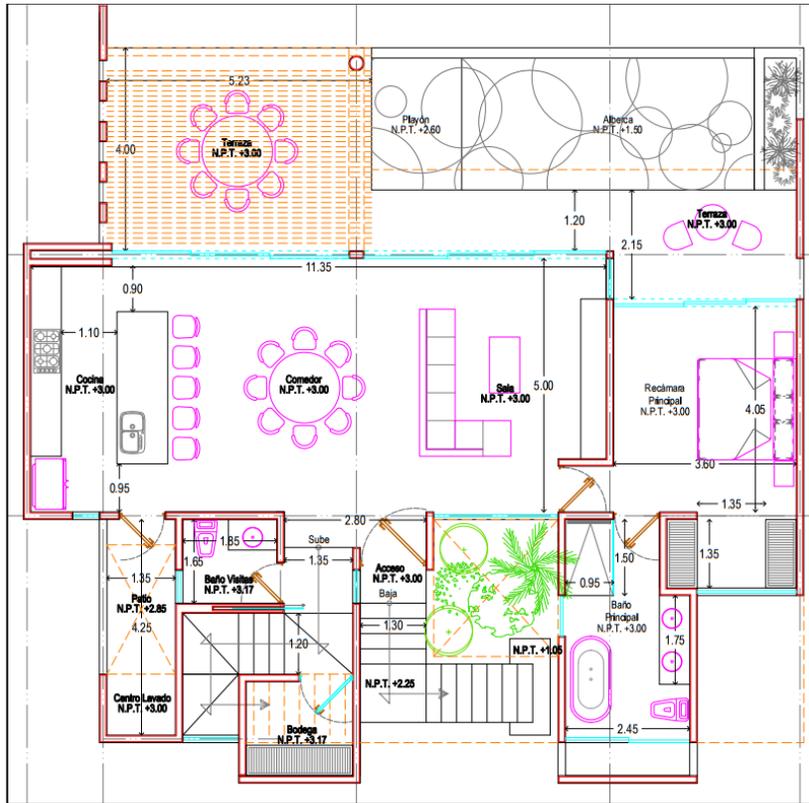


Figura 2 Plano arquitectónico de Planta Baja.

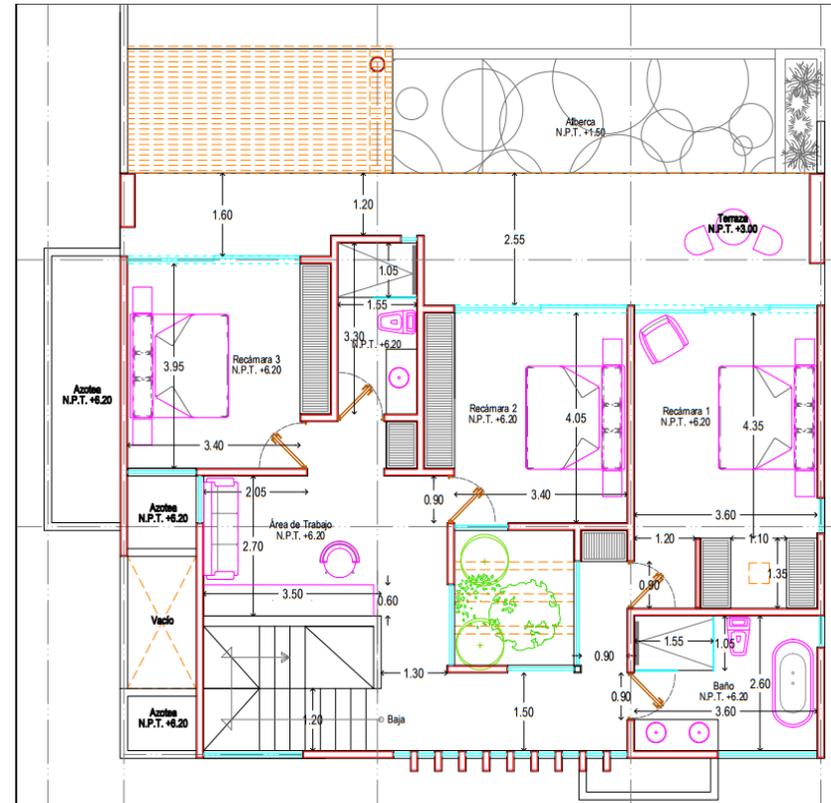


Figura 3 Plano arquitectónico de Planta alta.

Propuesta de delimitación del predio

El objetivo de realizar el cercado de la propiedad, es evitar invasiones, prevenir la disposición inadecuada de residuos sólidos, así como la quema de vegetación del sitio y mantener seguridad en la propiedad. La delimitación se realizará en el perímetro del predio que sea necesario, puesto que las construcciones actuales de las casas colindantes constituyen una delimitación.

Se colocarán postes de concreto de 2.00 m de alto, a cada 2.50 m. entre ellos y colocando 3 trabes horizontales de concreto; este cercado tiene la intención de permitir el crecimiento de la vegetación del lugar, así como el libre paso de la fauna existente.

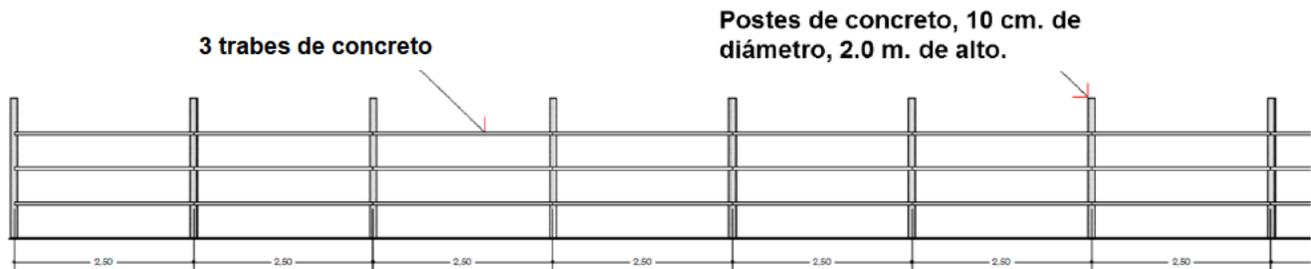


Figura 4 Detalle de cercado del predio.

Es importante mencionar, que no se realizará la remoción de vegetación arbustiva o arbórea, si no únicamente se removerá la vegetación herbácea que se encuentre específicamente en el sitio de colocación de los postes. Las actividades serán realizadas con personal bajo dirección de un supervisor ambiental, con el objetivo de evitar afectación indirecta a la vegetación colindante, se realizará la remoción de la basura existente en el sitio, así como una vez finalizadas las actividades se realizará el retiro de los sobrantes de materiales y residuos, producto de los trabajos ejecutados.

II.2.1. Programa General de Trabajo

El proyecto de construcción se realizará en una sola etapa en los siguientes 5 años. Una vez finalizada la construcción de la casa se pondrá en operación. Se espera que la operación sea de manera permanente, para lo cual se le dará el mantenimiento correspondiente. Las actividades que componen estas etapas se presentan en el siguiente cronograma:

Tabla 4 Cronograma de actividades.

ETAPA	ACTIVIDAD	TIEMPO (años)					→ P
		1	2	3	4	5	
PREP.	Señalización del área						
	Remoción vegetación						
CONSTRUCCIÓN	Excavaciones, nivelación y compactación						
	Obra civil						
	Implementación de sistema eléctrico y sanitario						
	Implementación del sistema hidráulico						
	Carpintería						
	Equipamiento de baños y cocina						
	Acabados						
	Arreglo paisajístico						
O-M	Habitación					→	→
	Mantenimiento					→	→

O-M: Operación y Mantenimiento.

P: Permanente.

Actualmente se han realizado los estudios de campo correspondientes, y se han iniciado los trámites administrativos, en los que se incluye el motivo de este documento para obtener la autorización en materia ambiental. En cuanto al diseño arquitectónico se ha superado la etapa del diseño exterior y la distribución de las áreas de la casa, por lo que el diseño de los interiores, acabados y demás detalles se desarrollan de manera paralela a los trámites administrativos.

No se prevé la ejecución de obras provisionales mayores, considerando únicamente la **habilitación de un sitio de resguardo de materiales y herramientas a cargo de un vigilante, construido a base de madera y láminas de cartón petrolizadas, además de la instalación de letrinas portátiles para el servicio de los trabajadores.**

El material útil podrá ser ocupado en otra obra similar y en caso de que el material se encuentre en estado inconveniente, será desechado como residuo sólido en el sitio que establezca el Ayuntamiento.

No está previsto el almacenamiento de combustibles, la reparación de vehículos en el predio, ni el uso de explosivos o materiales riesgosos.

No se considera una etapa de abandono, pues es intención que duren las estructuras de la casa por un largo tiempo, reciban mantenimiento periódico y se preserven como integrantes permanentes del paisaje local, prestando servicio a sus habitantes.

II.2.1.1 Estudios de campo y gabinete.

Los estudios de campo y gabinete que se realizaron previamente fueron los siguientes:

- De flora y fauna: Mediante recorridos de campo y observaciones, realizados durante el mes de Octubre de 2019. Los resultados se describen más adelante en el documento.
- Georreferenciación del área: utilizando un navegador portátil (GPS) marca Garmin (modelo etrex Legend C).

II.2.2 Preparación del sitio

La preparación del terreno consistirá en:

- **Remoción de vegetación**

Se realizará el retiro de la vegetación que consiste en hierbas y pequeños arbustos que se encuentren directamente en el área de construcción. Se delimitarán las áreas de conservación para evitar afectaciones indirectas por las actividades de construcción. El área del predio donde se realizarán las construcciones, presenta perturbaciones y está parcialmente cubierto de vegetación.

Las técnicas a emplear para la realización de los trabajos serán las comúnmente utilizadas, se realizará de manera manual o en su caso con ayuda de maquinaria, acomodándose en montículos en diferentes áreas del predio según el avance del proyecto. El tipo de material por remover será hierbas y arbustos, los cuales serán retirados del predio y trasladados al sitio de disposición final que establezca el Ayuntamiento Municipal.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Se forjará un pequeño almacén de materiales de construcción y herramientas, además del resguardo de los trabajadores en los tiempos de descanso y alimentación. Será construido a base de madera y láminas de cartón petrolizadas y estará a cargo de un vigilante. Una vez finalizada la construcción, será desmontada, dejando limpio el terreno y el material será llevado a otro sitio para su posterior reutilización.

Durante la construcción, se podrá instalar una letrina portátil para el servicio de los trabajadores, para lo cual se contratará a una empresa autorizada para su mantenimiento permanente durante la etapa de construcción. Será sumamente importante, se instruya a los trabajadores y se vigile que no se realicen las necesidades fisiológicas al aire libre, dentro o fuera del área del proyecto.

II.2.4 Etapa de Construcción

El programa general de trabajo para la construcción del proyecto de acuerdo al cronograma de actividades expuesto anteriormente, se estima cubra un período de **5 años**, el procedimiento constructivo es el que se utiliza de manera común en la labor de construcción de las viviendas en la zona.

La fase de **construcción** comprende las siguientes actividades:

- **Obra civil.**

- Excavación: se realizará una excavación en la arena para la colocación de los cimientos necesarios para la edificación de cada componente. El material será utilizado en el proceso de nivelación del área de desplante de cada componente de la casa.
- Trazo y nivelación: este proceso consiste en trazar sobre el terreno los espacios a construir y determinar los niveles de pisos y techos, de tal forma que se realizarán los depósitos o extracciones de material que sean necesarios para obtener los niveles deseados para la construcción de cada componente de las casas.
- Habilitado de acero: esto implica la fabricación de los elementos estructurales con varillas de acero de diversos diámetros y su colocación en los sitios correspondientes, para establecer la estructura que conformará los niveles de las casas.
- Losa de concreto: la losa se refiere al vaciado de concreto para la conformación del piso (firmes) y techos de cada uno de los espacios del proyecto antes mencionado.
- Colocación de muros de block: el levantamiento de las paredes de cada componente de la casa, se realizará después de haber establecido los diversos niveles que la conformarán, cerrando de esta forma la estructura de éstos, y procediendo al levantamiento de las paredes internas que conformarán las divisiones y áreas diseñadas para cada componente de las casas.
- Colado de trabes y castillos: el colado de trabes y castillos se refiere al vaciado de concreto en la estructura de acero previamente colocada, para así conformar los elementos que darán solidez a las áreas planeadas.
- Cadena de nivelación: esto se refiere a la colocación de esta cadena por encima de los muros, que forman parte de la estructura de cada componente de las casas, con el fin de que el techo se asiente de manera nivelada.
- Losa de vigueta y bovedilla: la colocación de viguetas y bovedillas darán forma a los techos de cada uno de los niveles de cada componente de la casa.
- Acabados en muros: los acabados de muros se realizarán de manera manual y según las especificaciones de textura que el diseño arquitectónico indique, de tal manera que los muros y las paredes, tanto internas como externas de cada componente de las casas, estén listas para su acabado final.
- Pisos y enlosado de baños y cocina: el enlosado se refiere a la colocación de las losetas de las paredes de los baños de las casas y cocina, y de los diversos tipos pisos en las demás áreas de las casas.
- Habilitación del camino a través de la nivelación y compactación del área.

- **Instalación de la infraestructura para el agua potable.**

Colocación de los muebles de los baños y de cocina, así como de las tuberías y accesorios de plomería necesarios para el suministro de agua y el drenaje de la cocina y baños. Se contará con sistema sanitario interior y conexión a fosa séptica de acuerdo a las normas vigentes.

- **Sistema de tratamiento de aguas residuales.**

Para el tratamiento de las aguas residuales que sean generadas por las actividades domésticas, se instalará un sistema de tratamiento de aguas residuales de la marca comercial ROTOPLAS, tipo STAR II, el cual está certificado por la Comisión Nacional del Agua, bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-066-CNA-1997 (Registro No. CP-0057-CNA/00).

- **Electrificación.**

La red de la instalación eléctrica, consistirá en la ubicación y cableado de las salidas de energía y alumbrado de todas las áreas de la casa.

- **Limpieza final**

La limpieza final es el proceso en el que se recolecta la basura generada en el proceso, así como también se lavan las nuevas instalaciones con el fin de entregar la obra de la manera más limpia posible. Se retirarán las obras instaladas de manera provisional.

- **Arreglo paisajístico**

Una vez finalizada la construcción de las casas, se procederá a la reforestación y restauración de las áreas verdes del predio que hayan sido afectadas de manera indirecta por el proyecto, esto se realizará con especies propias de la duna costera y del paisaje costero del estado.

Los materiales de construcción serán adquiridos de proveedores establecidos y autorizados por las entidades correspondientes. La empresa constructora se abstendrá de abrir nuevos bancos de material.

II.2.5 Etapa de Operación

La etapa de operación se realizará de manera parcial, una vez finalizada al menos la primera planta de alguna de las casas y pueda ser habitada; la operación de manera total una vez finalizada la construcción de todos los componentes de las casas.

No existe un programa como tal, sin embargo como toda casa habitación, la operación del proyecto se centra en las actividades cotidianas que desarrollarán sus habitantes, como es la preparación de alimentos, el uso de sanitarios, pernocta, generación de residuos y ruido, y desarrollo de actividades de recreativas y de esparcimiento.

Las líneas de abastecimiento y distribución de energía eléctrica, estarán a cargo de la Comisión Federal de Electricidad. El abastecimiento de agua potable será suministrado por un pozo bien por pipas de agua potable y se contará con una cisterna.

Se contará con un sitio específico para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos domésticos, los cuales serán transportados por una empresa autorizada o bien por los habitantes de las casas, hasta el sitio de disposición final que determine el Ayuntamiento.

La vigilancia del cumplimiento de las medidas de mitigación y de las condicionantes dictadas en materia de impacto ambiental le corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y a las autoridades sectoriales correspondientes.

II.2.5.1 Etapa de Mantenimiento

Considerando las condiciones de humedad del sitio donde se ubica el proyecto, es conveniente llevar a cabo labores de mantenimiento y en su caso reparaciones, cuya periodicidad dependerá de la calidad de los materiales empleados en la construcción, la intensidad de uso de la casa y el interés de sus habitantes por evitar el deterioro. Sin embargo, no es conveniente establecer de antemano un programa de mantenimiento, pues como se menciona rigen variables no susceptibles a dimensionar en este momento.

El mantenimiento es responsabilidad de los propietarios o habitantes de la casa, y podrá consistir en el pintado de paredes y de la herrería, impermeabilización de techos, engrase de pernos y bisagras, limpieza de pasillos, revisión de tuberías y cableados y de todo aquello que pudiera deteriorarse y generar un peligro o incomodidad.

En el caso de la fosa séptica que será instalada, se le deberá dar el mantenimiento con la periodicidad que se especifica, esto con el objetivo de cumplir con las normas establecidas.

II.2.6. Etapa de abandono del sitio

No se contempla el abandono de las casas, por lo que con mantenimiento y cuidados tendrá una duración indefinida.

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

La construcción y operación de proyecto lleva consigo la generación de residuos sólidos y descargas de aguas residuales. En la siguiente tabla se encuentra un resumen y posteriormente se describen los tipos y cantidades de residuos a generar, así como su posible efecto en el área de influencia y el manejo y disposición final que se le dará en las diferentes etapas.

Tabla 5 Resumen de la generación de residuos y emisiones.

ETAPA DE GENERACIÓN	ESTADO	TIPO	FUENTE	CLASIF.	DESTINO
PREPARACIÓN DEL SITIO	Sólido	Orgánico: vegetación	Limpieza preliminar	No peligroso	Sitio de disposición final municipal autorizado.
CONSTRUCCIÓN	Sólido	Inorgánico: Empaques	Proceso de construcción	No peligroso	Sitio de disposición final municipal autorizado.
	Sólido	Inorgánico: Residuos de construcción	Proceso de construcción	No peligroso	Reutilización en otras obras
	Sólido	Orgánico: desechos de alimentos	Consumo humano.	No peligroso	Sitio de disposición final municipal autorizado.
	Líquido	Aguas residuales	Servicios sanitarios	No peligroso	Letrinas portátiles / Fosa séptica.
OPERACIÓN	Sólido	Residuos orgánicos e inorgánicos	Todas las áreas de la casa	No peligroso	Sitio de disposición final municipal autorizado.
	Líquido	Aguas residuales	Baños, cocina y lavadero	No peligroso	Tratamiento primario (fosa séptica)

ETAPAS: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

- **Material vegetal.**

Clasificación: Orgánico. Sólido. No peligroso.

Cantidad: 0.5 m³/ha.

Descripción: La limpieza del sitio previo a la construcción, requerirá la remoción de vegetación consistente en pequeños arbustos y hierbas, así mismo se requerirá remover residuos sólidos que se encuentren en el sitio.

Posibles Efectos: Riesgo de incendio, contaminación visual y plagas.

Manejo y Disposición Final: Serán acopiados y trasladados al sitio de disposición final autorizado por el Ayuntamiento.

- **Rechazo de construcción**

Clasificación: Inorgánico. Sólido. No peligroso.

Cantidad: 2 m².

Descripción: En el proceso constructivo se generan desperdicios de materiales constructivos que podrán ser aprovechados para rellenos lo que significa que no se genera en si un residuo.

Posibles Efectos: Contaminación visual, riesgo de accidentes.

Manejo y Disposición Final: Se reutilizarán en la obra para rellenos y los que no puedan ser empleados en esto, serán acopiados y trasladados al sitio de disposición final autorizado por el Ayuntamiento.

- **Residuos de alimentos.**

Clasificación: Orgánico. Sólido. No peligroso.

Cantidad: 100 gr/diario/obrero.

Descripción: En la diaria preparación y consumo de alimentos por parte de los empleados en la construcción, se generan residuos orgánicos de alimentos.

Posibles Efectos: Malos olores, Lixiviados, Proliferación de insectos y contaminación visual.

Manejo y Disposición Final: Se dispondrán contenedores con tapa en sitios cercanos a los lugares donde se realicen mayormente estas actividades, y serán acopiados y trasladados al sitio de disposición final autorizado por el Ayuntamiento.

- **Empaques de alimentos.**

Clasificación: Inorgánico. Sólido. No peligroso.

Cantidad: 50 gr/diario/obrero.

Descripción: En la diaria preparación y consumo de alimentos por parte de los empleados en la construcción, se generan residuos inorgánicos, como envases, bolsas y otros productos de plástico y/o cartón.

Posibles Efectos: Malos olores, Contaminación visual.

Manejo y Disposición Final: Se dispondrán contenedores con tapa en sitios cercanos a los lugares donde se realicen mayormente estas actividades, y serán acopiados y trasladados al sitio de disposición final autorizado por el Ayuntamiento.

- **Aguas residuales.**

Clasificación: Líquidos. Sanitarios. No peligrosos.

Cantidad: 700 gr/obrero.

Descripción: Producto de la evacuación de fluidos corporales y el aseo personal se generan aguas residuales de tipo doméstico compuestas principalmente de urea, materia orgánica, organismos coliformes y detergentes.

Posibles efectos: Malos olores, insectos y vectores y lixiviados.

Manejo y Disposición Final: Se instalará una letrina portátil de manera temporal, a la cual se le dará el mantenimiento adecuado a través de la contratación de una empresa autorizada. En caso que el personal de la obra no sea mayor a 5 personas y los sanitarios dentro del proyecto estén disponibles para los trabajadores, se podrá utilizarlos y así prescindir de la letrina portátil.

ETAPA DE OPERACIÓN

La generación de residuos en la **etapa de operación**, iniciará a partir de la habitación de la casa, y será responsabilidad de sus habitantes su correcto manejo y disposición. De manera general, los residuos que se esperan generar son los siguientes:

- **Residuos Domésticos.**

Clasificación: Orgánicos e Inorgánicos. Sólidos. No peligrosos.

Cantidad: 1 kg./habitante/día.

Descripción: Derivados de las actividades humadas cotidianas, se generarán residuos de tipo doméstico.

Posibles Efectos: Insectos, vectores y roedores; lixiviados y contaminación visual.

Manejo y Disposición Final: Se prevé el acopio y recolección por el servicio de limpieza y recoja designado por el Ayuntamiento.

- **Aguas residuales domésticas.**

Clasificación: Líquido. Sanitario.

Cantidad: 1 litro/habitante/día.

Descripción: Producto del metabolismo humano, se generarán aguas residuales, principalmente negras y jabonosas. La composición promedio de los residuos humanos es la siguiente:

Tabla 6 Composición promedio de los residuos humanos.

CARACTERÍSTICA	HECES FECALES	ORINA
Cantidad (húmeda) por persona	100- 400 g	1- 1.31 kg
Cantidad (sólidos) por persona	30- 60 g	50- 70 g
Contenido de humedad	70- 85 %	93- 96 %
Materia orgánica (% en peso seco)	88- 97%	65- 85 %
Nitrógeno (N)	5.0 - 7.0	15 - 19
Fósforo (P ₂ O ₅)	3.0 - 5.4	2.5 - 5.0
Potasio	1.0 - 2.5	3.0 - 4.5
Carbón (C)	44 - 55	11 - 17
Calcio (CaO)	4.5	4.5 -6.0

CARACTERÍSTICA	HECES FECALES	ORINA
Relación C/N	6 - 10	1
Contenido de DBO ₅ por persona al día	15 -20 g.	10 g.

Adicionalmente, se generarán aguas residuales de la piscina, se estima que la piscina recibirá mantenimiento, por lo que únicamente será llenada y desaguada de 1 a 2 veces al año. Se realizará la conexión al sistema hidrosanitario de la vivienda, y serán tratadas en el biodigestor y posteriormente enviadas al campo de absorción.

Posibles Efectos: Reducción en las posibilidades de uso y contaminación del acuífero.

Manejo y Disposición Final: Serán conducidas a la fosa séptica prefabricada que consiste en un tanque biodigestor, donde recibirán un tratamiento clarificador y posteriormente serán conducidas las aguas tratadas hacia un campo de absorción, por lo cual no se generarán descargas hacia al acuífero. Cada casa contará con un tanque biodigestor.

II.2.8. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Residuos sólidos urbanos

El sitio de disposición final de los **residuos sólidos** urbanos más cercana al área del proyecto, se encuentra en la localidad de Hunucmá, por lo que durante la etapa de preparación y construcción, la empresa contratista, deberá acopiar los residuos generados en botes con tapa y trasladarlos periódicamente a dicho sitio. En la etapa de operación, se contará con sitio de acopio de los residuos sólidos, clasificándolos en orgánicos e inorgánicos, y serán recolectados por una empresa autorizada o en su caso enviados por los habitantes de la casa al sitio correspondiente.

Aguas residuales

Para el tratamiento de las aguas residuales que sean generadas por las actividades domésticas, se instalará en cada una de las tres casas, un sistema de tratamiento de aguas residuales de la marca comercial ROTOPLAS, tipo STAR II, el cual está certificado por la Comisión Nacional del Agua, bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-066-CNA-1997 (Registro No. CP-0057-CNA/00). (ANEXOIV DOCUMENTOS TÉCNICOS).

Este sistema incluye un tratamiento preliminar de las aguas residuales de tipo doméstico, consistiendo en una fosa séptica prefabricada completamente hermética, que estará conectada a la red hidrosanitaria de las casas habitación, que al recibir las descargas de aguas residuales y retenerlas un periodo determinado ocasionará la separación parcial de los sólidos suspendidos, digerirá una fracción de la materia orgánica presente y retendrá temporalmente los lodos, natas y espumas generadas.

La fosa séptica prefabricada, de acuerdo a las especificaciones técnicas de la marca comercial, está compuesta por una cámara de digestión y un ascendente, dispone de una tapa para inspección y mantenimiento, y está diseñada para dar servicio a 5 personas en áreas urbanas y 8 personas para medio rural, la capacidad de trabajo es de 1,050 lt.

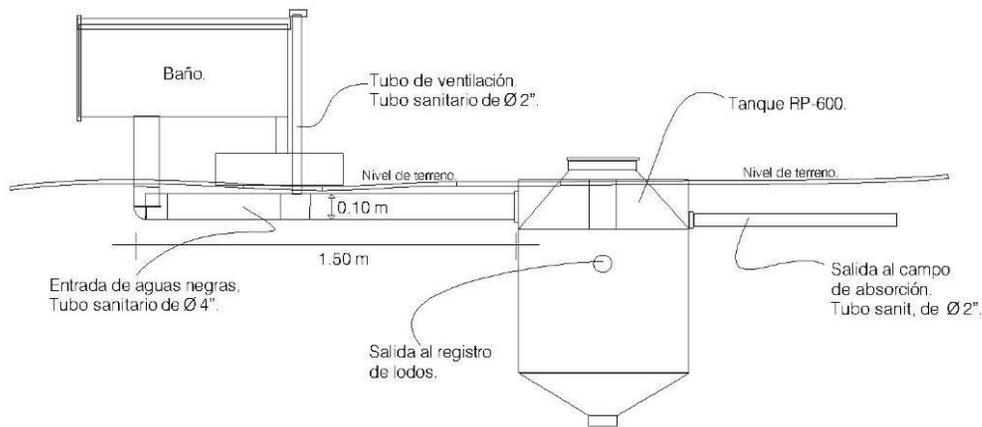


Figura 5 Detalle del sistema de tratamiento de las aguas residuales.

Por la ocupación de la casa de estima que un tanque en la casa con estas dimensiones será suficiente para el tratamiento de las aguas residuales.

A continuación se describe el procedimiento de instalación y operación:

Criterios de ubicación del sitio de instalación.

- Distancias mínimas recomendadas para la ubicación de las fosas sépticas: 3 metros de paso de vehículos, 30 m. de los pozos de agua y 5 m. de edificación y predios colindantes.
- Instalar un registro previo antes de la fosa séptica.
- Realizar una excavación circular de 1.45 m. con una profundidad mínima de 1.5 m., dejando un espacio máximo de 10 cm. de la parte superior de la fosa al nivel del terreno.

Las aguas residuales recibirán en la fosa séptica una depuración preparatoria, por lo que serán conducidas hacia un campo de absorción impermeabilizado donde recibirán un tratamiento de oxidación.

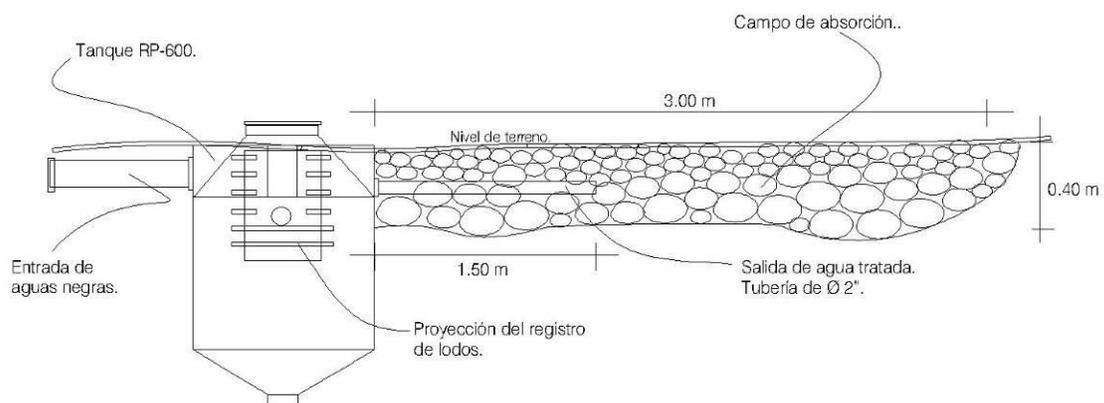


Figura 6 Detalle del campo de absorción del sistema de tratamiento de aguas residuales.

El campo de absorción tendrá las siguientes dimensiones: 3 m x 1.5 m. x 40 cm. de profundidad, una vez realizada la excavación, se implementará una cubierta impermeable (linner) y posteriormente se rellenará de grava hasta llegar al nivel del terreno, donde se podrá realizar la siembra de plantas nativas, con las características óptimas para el humedal, tales como las ciperáceas.

CAPÍTULO III

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

En el presente capítulo, se realizó una revisión de los diferentes instrumentos normativos y de planeación que tienen influencia en la zona donde se desarrollará el proyecto, que hacen referencia al tipo de actividad que se realizará y que regulan los componentes y elementos ambientales que están relacionados con el desarrollo del proyecto.

Es importante señalar, que entre los criterios de selección del sitio donde se pretende realizar la actividad se consideró la concordancia con el uso de suelo y las actividades permitidas de acuerdo a los planes y programas vigentes y posteriormente en el diseño del proyecto se consideraron realizar las actividades de acuerdo a las especificaciones contenidas en la normativa ambiental para cada componente y elemento ambiental que están relacionados en el desarrollo del proyecto.

III. 1 LEYES Y REGLAMENTOS.

III.1.1 Leyes y Reglamentos Federales

- ***Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.***

Esta Ley es considerada como el marco en materia de Medio Ambiente a nivel nacional y su vigilancia compete a la SEMARNAT, dependencia cabeza de este sector.

En materia de impacto ambiental.

De acuerdo al artículo 5º de esta Ley, es facultad de la Federación, entre otras “la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta ley, y en su caso la expedición de las autorizaciones correspondientes”.

Siendo “los desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros” (fracción XI, art. 28), entre las obras o actividades referidas en el artículo 28; este proyecto deberá cumplir con la previa autorización en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT.

En cumplimiento al artículo 30, el interesado ha presentado ante la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental, en cuyo contenido se describen los posibles efectos al ecosistema que pudiera ser afectado por las obras y actividades a realizar, considerando el conjunto de los elementos que conforman el ecosistema costero en este caso, así como se incluyen medidas de prevención y mitigación para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Al no tratarse de actividades consideradas altamente riesgosas, en términos de esta Ley, no se incluye un estudio de riesgo.

Art. 34.- El promovente publicará dentro de los 5 días hábiles posteriores a la presentación de la manifestación de impacto ambiental a la SEMARNAT, un extracto del proyecto en un periódico de amplia circulación en la entidad de Yucatán.

En materia de Áreas Naturales Protegidas.

El área natural protegida más cercana al proyecto corresponde a la reserva estatal "El Palmar" cuyos límites se encuentran aproximadamente a 100 m con respecto al predio, por lo tanto el predio no se encuentra dentro de ningún ANP.

En materia de Flora y Fauna Silvestre.

No se realizará ningún tipo de aprovechamiento de flora y/o fauna silvestre.

El proyecto considera el mantenimiento de áreas con vegetación nativa para favorecer la preservación del hábitat natural de las especies de flora y fauna silvestre que se encuentran en la zona de influencia del proyecto.

No se realizará ningún tipo de tráfico ilegal de especies.

- ***Reglamento en materia de impacto ambiental a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.***

El proyecto contempla el cumplimiento de lo establecido en el artículo 5, inciso Q que determina que es competencia de la Federación la evaluación de impacto ambiental de los proyectos que afecten ecosistemas costeros. En cumplimiento del artículo 9 se presenta a la SEMARNAT este documento, conteniendo lo especificado en el artículo 12, lo cual corresponde a una manifestación de impacto ambiental de modalidad particular, puesto que no se trata de ninguna de los casos listados en el artículo 11.

- **LEY DE AGUAS NACIONALES.**

Esta Ley tiene el objeto de regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Está previsto el abastecimiento de agua para consumo de la vivienda a través de un pozo, para lo cual se tramitará el siguiente permiso:

- Concesión de aprovechamiento de aguas subterráneas: conforme a los artículos 18, 20 y 42.
- Permiso para realizar obras de infraestructura hidráulica; conforme a los artículos 23, 97, 98 y 171, que señalan que: Cuando se pretenda construir una obra localizada en los bienes nacionales a que se refiere el artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales, cuya administración esté a cargo de la Comisión Nacional del Agua. Lo anterior, independientemente de la existencia de dotaciones, restituciones o accesiones de tierras y aguas a los núcleos de población.

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

Considerando lo anterior, y debido a que el proyecto corresponde a aguas residuales de uso doméstico, se realizará un aviso por escrito a la Comisión Nacional del Agua.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Art. 134. Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas... a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Art. 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...

Se implementará una supervisión permanente durante las obras para evitar la contaminación del agua subterránea con residuos de cualquier tipo. Asimismo se habilitará en obra el equipo necesario para controlar y manejar los residuos.

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

Art. 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.

Art. 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales...

Se implementará la separación de residuos sólidos, de acuerdo a su origen (orgánico e inorgánico), no está prevista la generación de residuos peligrosos, pero en su caso se evitará la mezcla de estos con cualquier otro tipo de residuos.

Reglamento

TÍTULO PRIMERO: DISPOSICIONES PRELIMINARES.

TÍTULO SEGUNDO: PLANES DE MANEJO.

Por el tipo de proyecto y actividades a realizar, que corresponden a una vivienda unifamiliar (tipo villa), no se requiere la presentación de un Plan de Manejo de Residuos.

TÍTULO TERCERO: RESIDUOS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA MINERO METALÚRGICA.

No aplica: el proyecto no corresponde a actividades de industria minero metalúrgica.

TÍTULO CUARTO: RESIDUOS PELIGROSOS.

No aplica: No se espera la generación de residuos peligrosos en el sitio del proyecto.

TÍTULO QUINTO: IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.

No aplica: en el sitio del proyecto no se realizará ningún tipo de importación o exportación de residuos peligrosos.

TÍTULO SEXTO: REMEDIACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS.

No aplica: el sitio del proyecto no se encuentra contaminado, así como no existe un pasivo ambiental, por lo tanto no requiere de ningún tipo de remediación.

TÍTULO SÉPTIMO: MEDIDAS DE CONTROL Y DE SEGURIDAD, INFRACCIONES Y SANCIONES.

No aplica.

- **LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.**

En esta Ley relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio del país, se establece en su artículo 4 que es "*deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación*".

Asimismo, establece que la Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo.

No se realizará ningún tipo de aprovechamiento de ninguna especie de fauna silvestre durante las actividades del proyecto.

En el sitio del proyecto no se identificó ninguna especie de flora catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, únicamente se tuvo un registro de una especie de fauna silvestre que fue *Sceloporus cozumelae*.

Considerando que el sitio se encuentra dentro de la zona de distribución natural de *Trhrinax radiata* especie de flora catalogada en la norma mencionada anteriormente, como medida de mitigación se realizará el enriquecimiento de las áreas verdes del proyecto empleando dicha especie, con el fin de reintroducirla en el sitio y así incrementar la población de esta especie en la zona de influencia del proyecto; asimismo en la zona de influencia se tiene registros de especies de fauna silvestre protegidas, por lo que se destinará un área de conservación como hábitat para las especies de fauna silvestre.

Reglamento

TÍTULO PRIMERO: DISPOSICIONES GENERALES

No aplica.

TÍTULO SEGUNDO: CONCERTACIÓN Y PARTICIPACIÓN SOCIAL

No aplica a este proyecto.

TÍTULO TERCERO: DISPOSICIONES COMUNES PARA LA CONSERVACIÓN Y EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE

Artículo 12. Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría, los cuales deberán contener:....

No aplica, no se realizará ningún tipo de actividad relacionada con especies, partes o derivados de vida silvestre, que requiera licencia, permiso o autorización de la SEMARNAT.

TÍTULO CUARTO: CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE

El sitio del proyecto no se encuentra en ningún “Hábitat Crítico para la Conservación de la Vida Silvestre” declarado por la Secretaría, así como tampoco en ningún “Áreas de Refugio para Proteger Especies Acuáticas”.

TÍTULO QUINTO: APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE

No se realizará ningún tipo de aprovechamiento extractivo con ningún fin.

TÍTULO SEXTO: INSPECCIÓN, VIGILANCIA, MEDIDAS DE CONTROL Y DE SEGURIDAD, INFRACCIONES Y SANCIONES.

No aplica.

III.1.2 Leyes estatales

- ***Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.***

Por las características del proyecto y lo mencionado anteriormente, la construcción y operación del proyecto “**CASA DE VERANO**”, que se encuentra ubicado dentro de un ecosistema costero, es de competencia federal en materia ambiental, por lo tanto, no aplica esta Ley Estatal.

III.2 NORMAS OFICIALES

Normas oficiales mexicanas y normas mexicanas en materia de impacto ambiental.

Existe una amplia gama de este tipo de ordenamientos que aplican para la construcción y operación del proyecto, a continuación enlistan y se detalla su observancia durante la ejecución del proyecto:

En materia de calidad del agua residual

- ***NOM-001-SEMARNAT-1996***, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. (D.O.F. 6-enero-1997). (Aclaración 30-abril-1997).

El proyecto contempla la instalación de una fosa séptica para la casa que incluye un tratamiento de las aguas domésticas, cuyo diseño permite cumplir con los límites máximos establecidos en esta Norma. No se realizarán descargas de aguas residuales directamente el suelo.

En materia de protección de especies

- ***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. (D.O.F. 6 de Diciembre de 2010).

En los estudios de campo realizados para la identificación de las especies existentes en el área del proyecto, se comparó la lista de organismos de flora y fauna identificados en el campo con la de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, y únicamente una especie de fauna silvestre (*Sceloporus cozumelae*) se encuentra bajo dicha Norma.

En materia de emisiones a la atmósfera y ruido

- **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 utilizan gasolina como combustible.

Los automóviles y camionetas utilizados en obra contarán con el tarjetón de verificación vehicular respecto a la emisión de gases contaminantes.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-1996**, que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.

Los camiones de volteo que transporten el material de construcción para el proyecto, contarán 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

- **Norma Oficial Mexicana 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.

Los automóviles y camionetas utilizados en obra serán objeto de mantenimiento mayor periódico (fuera del sitio del proyecto) que incluya el ajuste o cambio de piezas sueltas u obsoletas, para minimizar la generación de ruido durante su operación. Como una forma de evidenciar el buen funcionamiento del motor, y en consecuencia la emisión adecuada de ruido a partir del escape, se tomará el tarjetón de verificación vehicular aplicable, ya que no existe en la entidad la infraestructura para realizar la medición conforme a esta norma.

III.3 DICTÁMENES PREVIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL CASO DE PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO, ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS Y PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.

No se identificó ningún dictamen previo de impacto ambiental.

III.3.1 Decretos de Áreas Naturales Protegidas

El proyecto que se manifiesta no se ubica dentro de un área natural protegida.

III.3.2 Programas Y Planes Especiales

- **Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán**

Este instrumento de política ambiental, publicado en el Diario Oficial del estado de Yucatán en el mes de octubre de 2015, corresponde a un programa de ordenamiento territorial “regional” de acuerdo a la clasificación establecida en el artículo 19 bis de la LGEEPA, y por lo tanto cuenta con “**la determinación de los criterios de regulación ecológica para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que se localicen en la región, así como para la realización de actividades productiva y la ubicación de asentamientos humanos**”.

De acuerdo a la inclusión y entrada en vigor del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) se incluyen a continuación los criterios de regulación ecológica que deben de tomarse en cuenta para el desarrollo del proyecto. **Es importante mencionar que este programa de ordenamiento ecológico no tiene como objeto “la regulación fuera de los centros de población ni del uso de suelo” ya que no corresponde a un programa de ordenamiento local.**

Los Criterios de Regulación Ecológica se relacionan con cuatro aspectos: construcción de infraestructura; actividades socioeconómicas; emisión de residuos y conservación de la biodiversidad.

Políticas Ambientales

Conservación con tres niveles jerárquicos:

C1 Preservación. Esta política se aplica únicamente a las UGAs localizadas en zonas núcleo de las áreas naturales protegidas.

C2 Conservación. Esta política está orientada principalmente a la conservación, las actividades que aquí se pueden desarrollar son mínimas.

C3 Conservación con aprovechamiento de muy baja intensidad. Es posible desarrollar un mayor número de actividades, esta política no aplica para la sabana dada su fragilidad y su alto valor ecológico.

Aprovechamiento en dos niveles jerárquicos

AP1 Aprovechamiento sustentable de baja intensidad. No permite ciertas actividades por la fragilidad del medio: esta política únicamente aplica a Isla de barrera, Lagunas y Selva.

AP2 Aprovechamiento sustentable de intensidad media. Esta política permite todo tipo de actividades siempre y cuando sean sustentables en términos de intensidad y sistemas tecnológicos empleados.

Restauración: R

Esta política identificada con la letra **R** es de carácter indicativo ya que su aplicación depende de la concurrencia de esfuerzos para realizarla. Se aplica tanto a UGAs de conservación como de aprovechamiento.

El predio del proyecto, se encuentra ubicado **HUN02-BAR_AP1-R**, como se observa en la siguiente figura, siendo su política ambiental de *Aprovechamiento sustentable de baja intensidad (AP1)*, por lo que es posible desarrollar un mayor número de actividades.

UBICACIÓN DEL PROYECTO EN EL MAPA DE UGAS DEL POETCY

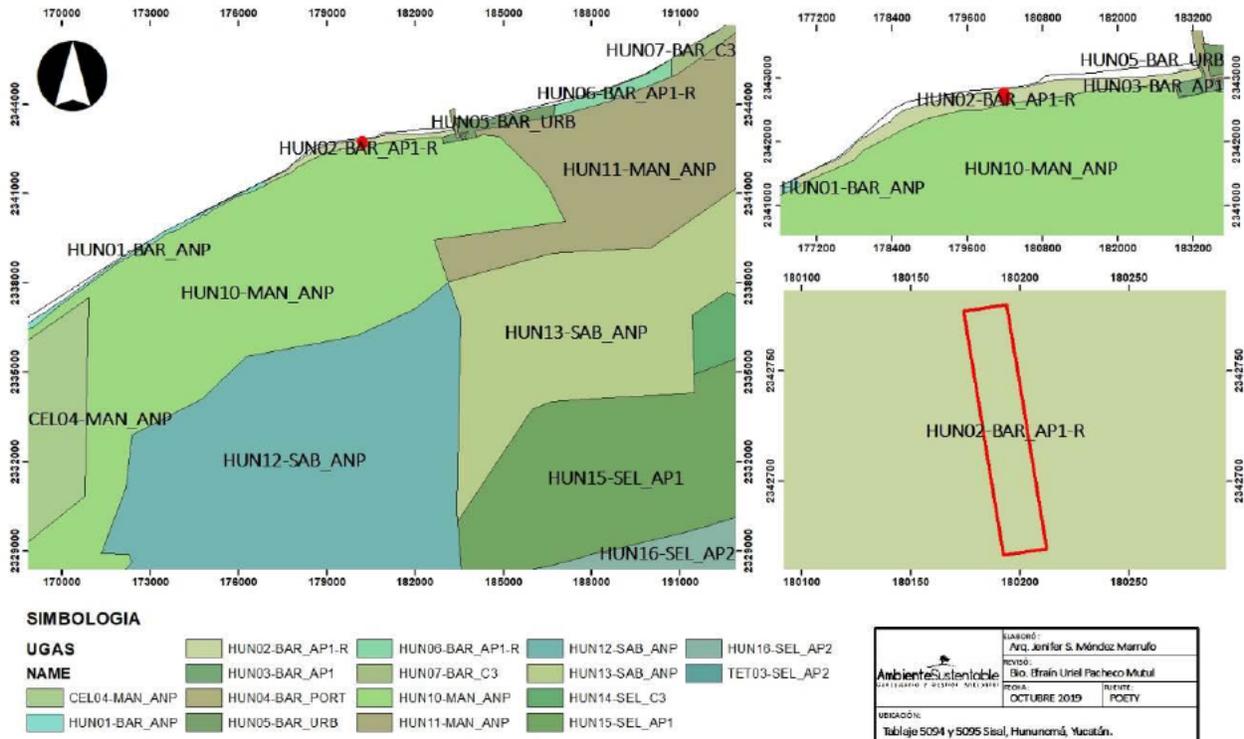


Figura 7 Ubicación del proyecto en la delimitación de las UGAs del POETCY.

Las actividades que actualmente se pueden realizar y que están permitidas en la UGA donde se ubica el proyecto, son las siguientes:

Tabla 7 Actividades y usos de suelo en la UGA HUN02-BAR_AP1-R del POETCY.

CLAVE	Actividades y usos de suelo	USOS DE DUELO		
		ACTUALES	COMPATIBLES	NO COMPATIBLES
1	Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas.	X	X	
2	Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.	X	X	
3	Apicultura.		X	
4	Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético.		X	
5	Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva.			X
6	Acuicultura artesanal o extensiva.			X
7	Acuicultura industrial o intensiva.			X
8	Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.			X
9	Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales).		X	
10	Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato).			X
11	Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros.			X
12	Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).			X
13	Extracción artesanal de sal o artemia.			X
14	Extracción industrial de sal.			X
15	Extracción de arena.			X

CLAVE	Actividades y usos de suelo	USOS DE DUELO		
		ACTUALES	COMPATIBLES	NO COMPATIBLES
16	Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.			X
17	Extracción industrial de piedra o sascab.			X
18	Industrial ligera no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.			X
19	Industria semipesada y pesada.			X
20	Turismo de muy bajo impacto (pasa día, palapas, senderos, pesca deportiva -en mar o ría- observación de aves, fotografía, acampado).		X	
21	Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles).		X	
22	Vivienda Unifamiliar.		X	
23	Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).		X	
24	Campos de golf.			X
25	Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.		X	
26	Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.			X
27	Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.		X	
28	Aprovechamiento forestal			X
29	Industria eoloeléctrica.			X

El proyecto en cuestión, toma en cuenta los criterios establecidos de acuerdo a la HUN02-BAR_AP1-R donde se encuentra, y se señala el cumplimiento de este:

POLÍTICA DE APROVECHAMIENTO

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
2	Dada la aptitud de este territorio y su grado de vulnerabilidad se restringe el establecimiento de nuevas zonas para la extracción de sal, de cultivo de artemia o de acuacultura, así como la ampliación de las existentes.	No se realizará la extracción de sal, de cultivo de artemia o de acuacultura en el sitio
5	Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 2 l/s, con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 10 l/s si se demuestra, con un estudio geohidrológico detallado del predio, que la capacidad del acuífero lo permite; en este caso la autorización deberá supeditarse a que se establezca un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero y a la inscripción y participación activa del usuario en el Consejo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua CNA, en los términos de lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales..	Se dará cumplimiento a este criterio, se tramitará previamente ante la CONAGUA el permiso correspondiente.
9	La extracción de arena queda supeditada a la autorización de los permisos por parte de las autoridades municipales y de la	No se realizará la extracción de arena en el sitio.

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
	Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, con excepción de las zonas de acumulación en las escolleras orientales de los puertos de abrigo habilitadas como bancos de préstamo por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y aquellos que se encuentren en zonas federales, en cuyo caso, deberán contar con autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y en aquellas que se encuentren en áreas naturales protegidas, deberán contar con la autorización de la dirección de la reserva.	
10	Se deberá promover la elaboración de programas de desarrollo urbano para planear y regular la expansión de los asentamientos humanos, regularizar los existentes, evitar invasiones en zonas federales de ciénagas, prever la creación de centros de población, y delimitación de fondos legales y reservas de crecimiento. Asimismo se promoverá la coordinación de los municipios conurbados en los términos de lo establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán.	No aplica.
11	De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida Silvestre, cuando se requiera delimitar los terrenos particulares, fuera de zonas urbanas y los bienes nacionales que hayan sido concesionados, con previa autorización de la autoridad competente, esta delimitación se deberá realizar garantizando el libre paso de las especies y que no fragmenten el ecosistema.	El diseño de delimitación del predio permitirá el libre paso de las especies, así como no ocasiona la fragmentación del ecosistema (Ver detalles en página 15).
12	La construcción e instalación de infraestructura en zonas federales que afecten la dinámica del transporte litoral, tales como, espigones, espolones, escolleras, geotubos y bardas, que obstruyan o modifiquen los cauces principales del flujo y reflujos de marea, así como proyectos de restitución de playas, quedarán restringidas y sujetas a evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a la presentación de un programa de monitoreo y mantenimiento de transporte litoral de sedimentos.	El proyecto no considera la construcción o instalación de infraestructura en zona federal.
18	No se permiten nuevas construcciones o expansiones de desarrollos habitacionales, turísticos o educativos en las zonas de acreción (terrenos ganados al mar) de los márgenes orientales de las escolleras de los puertos de abrigo o marinas, debido a los impactos generados al transporte litoral de sedimentos y a las necesidades de mantenimiento de este proceso.	El proyecto está ubicado fuera de las zonas de acreción (terrenos ganados al mar).

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
19	Las autorizaciones de construcción de hoteles, condominios, villas, casas-habitación, desarrollos habitacionales y urbanos, piscinas, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles y calles de los predios ubicados frente a la playa requerirán de una delimitación de la zona federal marítimo terrestre y los promoventes deberán identificar en un plano topográfico la primera duna, o en su caso, la presencia de matorral costero, el cual deberá ser protegido, por lo que no nivelarán ni destruirán la primera duna y respetarán la vegetación rastrera y de matorral existente tanto en la duna como en la playa. Se exceptúa de este criterio la instalación de estructuras que no requieran de cimentación y que sean desmontables y fácilmente removibles manteniendo la condición de protección total a la vegetación de duna presente. Estos criterios aplican también a los permisos para ampliación, remodelación, o reconstrucción de edificaciones preexistentes, los cuales también requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental.	Se anexa el plano topográfico de la primera duna. Las obras se realizarán detrás de la vegetación de duna costera.
20	Para las autorizaciones de construcción de predios ubicados frente a la playa cuyas dimensiones no les permitan cumplir con la disposición señalada en el criterio anterior, podrán optar por sistemas de construcción elevados sobre pilotes, que mantengan la duna y la vegetación, previa evaluación en materia de impacto ambiental.	El proyecto cumplirá con la disposición señalada en el criterio anterior.
21	En caso de que la primera duna esté alterada o poco definida, las construcciones deben incluir trampas de arena para reconstruirla; si la vegetación está alterada, es escasa o inexistente, la obra debe incluir la reforestación con vegetación rastrera y de matorral desde la duna hasta la playa.	La primera duna no se encuentra alterada.
22	Criterio 22. Las construcciones en la barra arenosa de tipo habitacional, turístico, comercial y de servicios deberán sujetarse al procedimiento del cálculo de la capacidad de carga (anexo I), se podrá exceptuar los resultados del anexo I en los predios cuya capacidad de carga sea menor que el resultado del estudio de contexto. Las construcciones se apegarán a los reglamentos de construcción municipales, en su caso. En paisajes fuera de la barra arenosa, los desarrollos de tipo habitacional, turístico, comercial y de servicios no requerirán del análisis del anexo I. En todos los casos se requerirán evaluaciones de impacto ambiental.	Se realizó para el predio en cuestión este Estudio de Capacidad de Carga en apego a lo establecido en el Anexo I del Decreto no. 308/2015 correspondiente al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), con lo cual se determina la altura máxima de las construcciones; y la superficie máxima de construcción del predio. Se dará cumplimiento a la superficie máxima de construcción de acuerdo a los resultados obtenidos, así como el resto del área será destinado a la conservación de la vegetación.
23	El diseño por viento de las construcciones en la barra arenosa deberá considerar velocidades de 250 km/h.	La construcción de la casa habitación contará únicamente con 2 pisos de

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
24	La altura máxima de los edificios construidos en la barra arenosa dentro del área que resulte del estudio de capacidad de carga determinada por el anexo I o el estudio de contexto será equivalente a la que determine el número máximo de lotes unifamiliares que pudiera establecerse en todo el predio. Se tomará como base para este cálculo lotes con una superficie mínima de 300 m ² y las restricciones por concepto de vialidades o circulaciones y áreas de destino o áreas comunes.	altura, los materiales de construcción que han sido seleccionados, consideran resistir velocidades de vientos de 250 km/h.
25	Los desarrollos urbanos y turísticos sometidos a autorización de la autoridad competente deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos.	El proyecto no corresponde a desarrollo urbano y/o turístico, sino a una vivienda unifamiliar.
26	Se deberá observar los programas maestros de desarrollo portuario para regular las actividades, obras y servicios en los recintos portuarios o marinas y su crecimiento.	No aplica, no es un proyecto portuario.
30	Los accesos peatonales a la playa, ya sean públicos o privados; deberán consistir en andadores elevados sobre pilotes para no destruir la vegetación fijadora de la arena, o accesos serpenteados no mayores a un 1.5 m de ancho.	Se toma en cuenta dicha observación.
31	Las áreas actuales ocupadas por desarrollos turísticos, vivienda y las de futura expansión deberán contemplar el acceso público a zona federal marítimo terrestre, de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, recomendándose distancias máximas de 200 m.	Las construcciones del proyecto no ocuparan zona federal marítimo terrestre.
32	La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales dispondrá las áreas, horarios y condiciones en que no podrán utilizarse vehículos motorizados, así como la realización de otras actividades que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, áreas de anidación de tortugas marinas y la porción correspondiente a la primera duna costera, salvo en casos de inspección, vigilancia y emergencias.	Se respetarán los horarios y condiciones para la circulación motorizada.
33	Con el objeto de no perturbar a las tortugas marinas, durante el periodo de anidación y eclosión se debe restringir la iluminación directa al mar y a la playa durante dicho periodo.	Se restringirá la iluminación directa al mar y a la playa durante el periodo de anidación y eclosión de las tortugas marinas.
37	Las excavaciones y obras hidráulicas para conectar los cuerpos lagunares con el mar requerirán de evaluación en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en los términos de lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, excepto cuando tengan como finalidad el drenaje de cuerpos lagunares o charcas salineras derivados de fenómenos hidrometeorológicos severos.	No se pretende realizar ningún tipo de excavación ni obra hidráulica para conectar cuerpos de agua.

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
38	Las vialidades de acceso público a las playas deberán mantener su permeabilidad por lo que cualquier propuesta de recubrimiento o pavimentación deberá cumplir con este	No aplica, no se realizarán vialidades de acceso público a la playa.
39	La construcción de nuevos caminos así como el ensanche, cambio de trazo y pavimentación de los caminos existentes requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental en los términos de lo establecido en las leyes federales y estatales correspondientes excepto en el caso que conlleve acciones de restauración de flujos hidráulicos en el caso de zonas inundables extendidas en sabanas, lagunas y manglares. A reserva de que los estudios hidráulicos en el trazo vial determinen especificaciones precisas, en carreteras existentes o futuras, se deberá procurar que exista al menos un 30% del área libre de flujo y deben realizarse sobre pilotes y/o puentes en los cauces principales de agua.	No aplica al proyecto, el proyecto no corresponde a la construcción de caminos nuevos.
41	Se considera que el aprovechamiento de especies silvestres será compatible con la protección de este ecosistema siempre y cuando sea en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre, cuyo programa de manejo sea autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	No aplica. No se realizara el aprovechamiento de especies silvestres.
57	Los proyectos de construcción de viviendas, desarrollos turísticos de hospedaje y servicios, los desarrollos urbanos y, en general, cualquier edificación sometida a la evaluación de la autoridad competente deben incluir la implementación de sistemas ahorradores de agua y sistemas integrales de tratamiento y disposición de aguas residuales previendo la separación de aguas grises de las negras.	El proyecto de construcción de una vivienda, se somete a evaluación en materia de impacto ambiental, e incluye sistemas ahorradores de agua y sistema de tratamiento de aguas residuales.
59	No se permite que se realicen en playas y lagunas el mantenimiento de embarcaciones, motores, y depósitos de aceites y combustibles, lo anterior deberá hacerse adecuadamente en los refugios y puertos de abrigo de acuerdo con lo establecido en las leyes aplicables en la materia. En el caso de motobombas para la actividad salinera, los arreglos mayores se realizarán en talleres establecidos para tal efecto.	No se realizará ningún tipo de mantenimiento de vehículos en las playas.
61	Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.	Los residuos generados por el proyecto serán transportados fuera del predio a sitios autorizados para su disposición.
63	Los residuos de la actividad pesquera como eviscerados, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en dicha actividad, están regulados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, por lo que su disposición en las playas está restringida.	No aplica al proyecto, no se realizarán actividades pesqueras.
64	No se permite el vertimiento de salmueras a los humedales, lagunas, manglares y blanquiales.	No se realizará ningún tipo de vertimiento de salmueras.

Análisis General

El proyecto en cuestión es de competencia federal en cuanto a la evaluación en materia de impacto ambiental puesto que la obra se ubica en un ecosistema costero; por lo tanto se presenta esta manifestación de impacto ambiental como instrumento preventivo.

A lo largo de este documento se presentan las medidas para cumplir con lo establecido en las disposiciones de los Reglamentos y normas oficiales en la materia. Así como el diseño arquitectónico del proyecto, se ha ajustado a las regulaciones de los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial aplicables a la zona donde se encuentra. Siendo que no está ubicado en alguna Área Natural Protegida, no aplica la observancia de algún programa de manejo, sin embargo y considerando que se identificó una especie de fauna Silvestre enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del área del proyecto, será necesario realizar acciones de protección y conservación que incluye el recorrido de ahuyentamiento.

CAPÍTULO 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.

De acuerdo a la "Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector turístico, modalidad particular" emitida por la SEMARNAT en el año 2002, *"para delimitar el área de estudio se utilizará la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente), la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, por lo que podrá abarcar más de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con las características del proyecto, las cuales serán consideradas en el análisis"*.

En el caso de este proyecto que se presenta, si existe un Ordenamiento Ecológico, el Programa de Ordenamiento del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), el predio se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental HUN02-BAR_AP1-R, por lo tanto el sistema ambiental que se evalúa corresponde a dicha Unidad de Gestión Ambiental (UGA).

La superficie total del sistema ambiental del proyecto es de 132.50 ha, que de acuerdo a la zonificación realizada el 20.7% está ocupado por costa o playa, el 0.4% por un área afectada, el 3.5% está ocupado por caminos, el 2.1% por humedales, y el 73.3% por vegetación de duna costera.

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN "CASA DE VERANO", SISAL, HUNUCMÁ

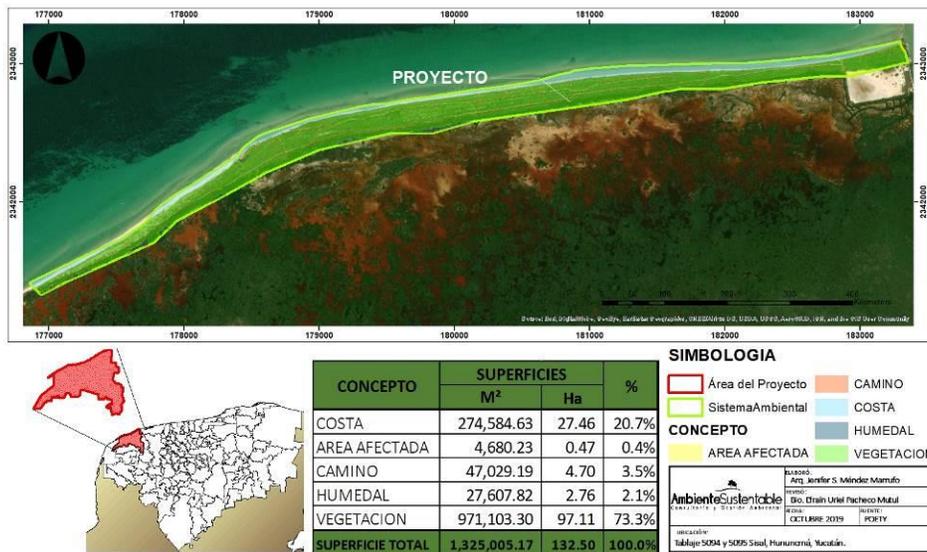


Figura 8 Sistema Ambiental del Proyecto.

Área de influencia del proyecto.

El área de influencia corresponde a una superficie de 8.58 ha, la cual está conformada en un 8% por arena o playa, el 4% por caminos y el 89% corresponde a una vegetación de Matorral Costero. Como se puede observar el área de influencia se encuentra parcialmente impactado, principalmente por trazo caminos existentes, sin embargo, aunque es posible observar áreas que aun cuentan con vegetación en buen estado de conservación con especies propias de las dunas costeras.

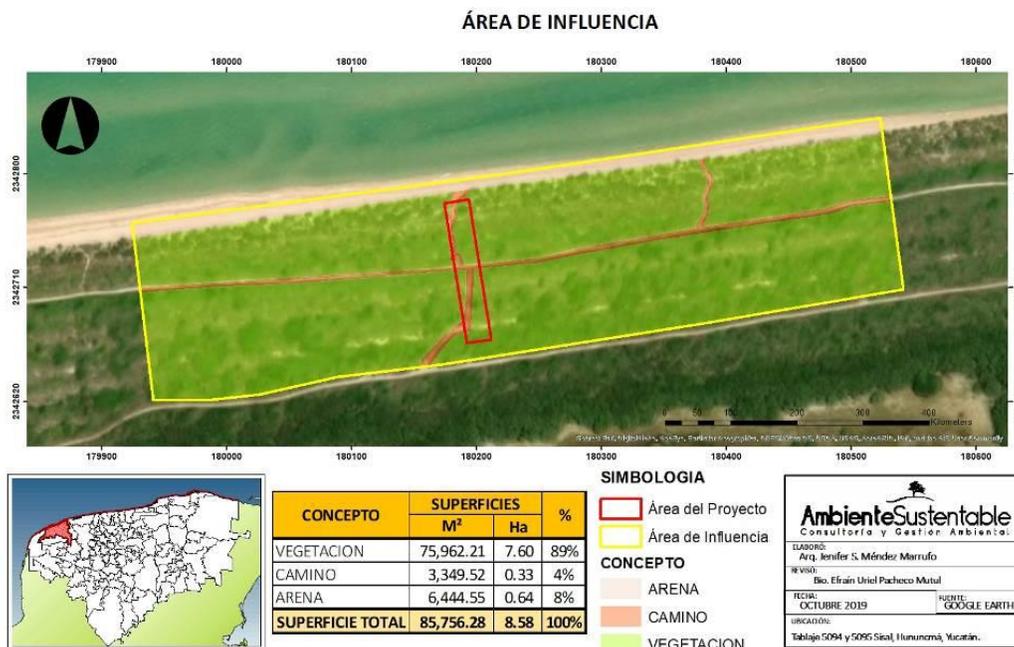


Figura 9 Área de influencia del área del proyecto.

En la siguiente tabla se presentan las Coordenadas que delimitan el área de influencia del proyecto:

Tabla 8 Coordenadas del área de influencia del proyecto.

VERTICE	COORDENADAS UTM ZONA 15	
	X	Y
1	179924.50	2342761.41
2	180219.43	2342799.57
3	180523.63	2342844.53
4	180542.05	2342708.82
5	180379.18	2342681.55
6	180173.01	2342649.68
7	180089.32	2342639.61
8	180026.33	2342626.03
9	179983.91	2342621.40
10	179941.17	2342621.06

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.2.1 Aspectos abióticos

- **Tipo de clima**

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán, el clima identificado para la zona de estudio es BS1(h')w se caracteriza por ser Semiárido cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

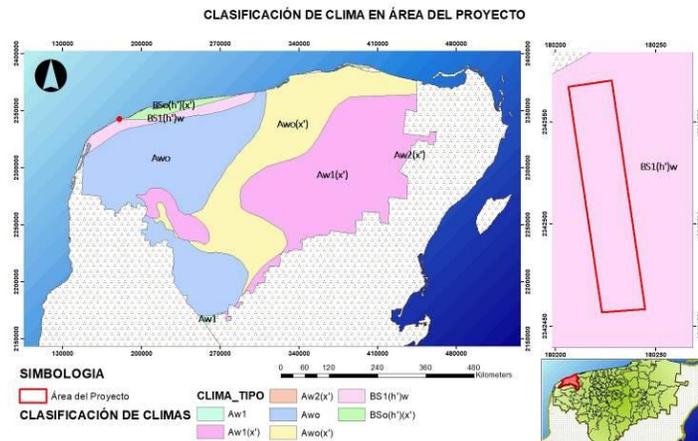


Figura 10 Tipo de clima en el área del proyecto.

La característica que lo distingue es su cociente p/t cercano a los 30, relativamente bajo, pero suficiente para ser tipificado como tal, puesto que el límite que lo separaría de un eventual subtipo BSo(h')w es de 22.9 solamente. La precipitación media anual varía entre 700 y 800 mm, concentrándose predominantemente en la época de temporal, que en este caso se regulariza a partir del mes de junio hasta alcanzar el monto mensual máximo en septiembre, para luego abatirse marcadamente durante octubre y noviembre.

De acuerdo con la variación de las temperaturas medias mensuales en el transcurso del año, se observa que la diferencia entre la del mes más frío y la del más caliente es ligeramente mayor de 5°C, por lo cual se considera como de poca oscilación térmica. Del mismo modo, la presencia del mes más caliente antes del solsticio de verano, define su marcha anual térmica como de tipo ganges. En este sentido, la fórmula climática completa para este subtipo se expresa como sigue: BS1(h')w(i')g, con una eventual ocurrencia del fenómeno canicular.

Meteoros tropicales.

Los ciclones, como popularmente son conocidos los meteoros tropicales, son parte de una cuota que promedia anualmente 100 perturbaciones meteorológicas que se originan en cuatro centros de origen siendo el más peligroso el que se localiza en las aguas atlánticas que bañan la porción occidental del Continente Africano, cuyo vórtices avanzan con trayectorias irregulares de este a oeste a una velocidad promedio de 25 kilómetros por hora.

Un Meteoro Tropical consiste en una masa de aire, con vientos fuertes que giran en forma de remolino y transportan gran cantidad de humedad. Se origina y desarrolla en mares de aguas cálidas y templadas, con nubes en espiral. Generalmente su diámetro es de cientos de kilómetros, con presiones mínimas en la superficie, vientos violentos y lluvias torrenciales, algunas veces acompañadas por tormentas eléctricas.

Los Meteoros Tropicales que potencialmente pueden afectar directamente al Municipio se originan en el Océano Atlántico entre junio a noviembre, período considerado "Temporada de huracanes". Los datos estadísticos y la trayectoria de los ciclones que se desarrollan en el Océano Atlántico indican que el Estado de Yucatán tiene alto grado de probabilidad de ser afectado por fenómenos de este tipo.

Según datos estadísticos existentes, en el período 1886 al 2005, los ciclones no han sido frecuentes, a pesar de que el estado se localiza en una zona donde incide gran número de estos fenómenos hidrometeorológicos. Cada año se desarrollan un promedio de 10 ciclones tropicales hasta convertirse en tormentas, de las cuales seis alcanzan el grado de huracanes y de ellos dos son de gran intensidad.

Los principales fenómenos hidrometeorológicos que afectan la zona, son los meteoros tropicales y los frentes fríos. Las precipitaciones y la fuerza de impacto y succión que provocan las ráfagas de viento son los factores que más afectan a la población y a la infraestructura.

Los huracanes de mayor intensidad que han afectado al municipio han sido "Gilberto" en 1988 e "Isidoro" en el 2002, los cuales originaron encharcamientos, desplome de paredes y muros, desprendiendo de techos, ocasionando el estallido de cristales, causando cuantiosos daños de líneas de abastecimiento eléctrico, arranque y arrastre de árboles, etc.

A continuación se presenta un resumen de algunas de las tormentas tropicales y huracanes que han afectado a la Península de Yucatán (Adaptado de Nat. Hurr. Center, 1990).

Tabla 9 Registro histórico de huracanes en la Península de Yucatán.

AÑO	FECHA	CURSO	CONTACTO CON TIERRA
1895	Ago.26	NW	Isla Contoy y Cabo Catoche
1903	Ago.13	WNW	Cancún
1909	Ago.25	WNW	Cabo Catoche
1916	Ago.17	WNW	Isla Blanca
1922	Oct.18	W	Cancún
1938	Ago.13	NW	Cancún y Cabo Catoche
1944	Sep.20	W	Cancún e Isla Mujeres
1961	Sep.7	NW	40 millas noreste de Isla Convoy
1967	Sep. 18	SW	Norte de Chetumal.
1980	Ago. 7	WNW	40 millas norte Cabo Catoche
1988	Sep. 14	WNW	Cozumel y Playa del Carmen
1995	Sep. 25	WSW	Costa central de Quintana Roo
1995	Oct. 02	WSW	Costa central de Quintana Roo
2002	Sept.22	WSW	Costa Norte de Yucatán y Mérida
2005	Oct. 22	WNW	Cozumel, Costa noreste de Yucatán.
2007	Agosto	WNW	Costa sur de Quintana Roo y sur de Yucatán

Tabla 10 Registro histórico de tormentas tropicales en la Península de Yucatán.

AÑO	FECHA	CURSO	CONTACTO CON TIERRA
1880	Oct. 6	NNW	40 millas este de Cancún
1901	Jul.8	NW	Cancún
1924	Sep.28	N	40 millas este de Cancún
1931	Jun. 25	NW	40 millas norte de Cabo catoche
1936	Jun.12	N	25 millas este de Cancún
1945	Jun. 21	N	25 millas este de Cancún

Frentes fríos.

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 y son arrastradas por las fuertes corrientes de chorro que corren de oeste a este desde el Océano Pacífico, cuando una masa de aire frío avanza hacia el sur, su frente se desplaza con facilidad sobre la superficie llana del este de los Estados Unidos levantando el más ligero aire caliente que por convención se precipita aumentando la humedad del sistema.

Por este motivo se pueden observar densas nubes de alto desarrollo vertical que ordinariamente originan chubascos o nevadas si la temperatura ambiente del sitio también es muy baja. Durante su desplazamiento la masa de aire que desplaza el aire más cálido causa descensos rápidos en las temperaturas de las regiones por donde transcurre el fenómeno.

Trombas o turbonadas.

Las lluvias torrenciales acompañadas de violentas ráfagas de viento, acompañadas de tormentas eléctricas y a veces de granizo, son conocidas popularmente como "trombas" siendo fenómenos hidrometeorológicos aislados que se presentan por lo regular al inicio de la temporada de lluvias. La intensidad de los vientos de una turbonada puede alcanzar una fuerza similar a la de un huracán.

Granizadas.

El granizo es un corpúsculo formado por capas concéntricas de hielo, dispuestas como una cebolla, originándose de la acumulación cíclica del congelamiento de una gota de lluvia la que desciende y asciende varias veces manteniéndose en las altas capas frías de la biosfera, precipitándose con violencia después de adquirir una cierta masa que aumenta por la condensación del vapor de agua del aire ascendente, llegando a veces a diámetros semejantes al de una naranja o una pelota de béisbol.

En el municipio las granizadas no son frecuentes y su granulometría es escasa.

Tormentas eléctricas.

Los rayos, que son la descarga estática de la acumulación de electrones de carga negativa que se concentra en el subsuelo, y que es atraída por la acumulación de cargas positivas en las nubes por efecto del roce de corrientes de aire ascendente y descendente potenciado por el vapor de agua.

La chispa incendia el ozono acumulado en el aire, formando un rayo que al actuar como ánodo un objeto inflamable (un árbol, un edificio metálico o de madera) provocan incendios, además del enorme impacto

que provoca el intercambio estático de millones de voltios cuyo golpe ejerce una gran presión que llega a fracturar grandes rocas y que para una persona por lo regular es mortal.

Sequías.

En el municipio el tiempo de estío se da sobre todo en los meses de marzo, abril y mayo, la falta de corrientes de aire y de precipitaciones provocan una aguda sequía. La falta de humedad en el magro suelo afecta la frondosidad de la vegetación, el recalentamiento del ambiente provoca una más acelerada evaporación reseca la maleza, la hierba, los arbustos y los grandes árboles que no logran enraizar en las capas del subsuelo más impregnadas de humedad.

Esto debilita a los organismos vegetales exponiéndolos a un derribo prematuro convirtiéndose en materia prima de incendios forestales y agropecuarios, sobre todo en los periodos de roza y quema de los planteles agrícolas. Las personas también son afectadas por la reseca, ocasionando enfermedades dermatológicas en adición a las gastrointestinales que provoca el polvo reseco que se levanta en compañía de microorganismos, heces fecales y materias tóxicas

Incendios.

La temporada de incendios ocurre en los meses de enero a mayo, siendo los más críticos abril y mayo, de acuerdo a estadística del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). En años con lluvias abundantes el riesgo de incendios decrece.

De acuerdo con información de CONAFOR, en el municipio de Hunucmá se han registrado en total 17 incendios forestales entre el año 1998 y el 2006, reportándose en total 1,506 has. Siniestradas. En el sitio del proyecto no ha ocurrido ningún incendio forestal en los últimos 20 años.

b) Geología y geomorfología

• Geología

El accidente orográfico más importante en la Península es una cordillera que se conoce localmente como la Sierrita, que va de noroeste a sureste, desde Muna a Ticul y que termina al sur de Peto. Tiene una longitud aproximada de 100 km por unos 5 km de ancho y en ella apenas se alcanzan los 100 m como altitud máxima.

Las formaciones geológicas de la Península de Yucatán son de tipo sedimentario. Son predominantemente calizas y la deficiente circulación superficial, en virtud de su escaso relieve, origina el llamado carso yucateco, donde ocurren fenómenos de disolución de las calizas y circulación subterránea por infiltración del agua de lluvia, con lo que ocurren hundimientos y derrumbes que dan lugar a cavernas, pasajes subterráneos, etc.

Aun cuando la lámina promedio anual de lluvia en todo el Estado es apreciable, estimada en 1072.4 mm, la región carece por completo de corrientes superficiales y presenta fenómenos tales como lagunetas, aguadas y principalmente los cenotes, que consisten en cavernas dentro de las cuales se almacena el agua y que pueden ser permanentes o secarse en algunos periodos del año.

Como dato adicional se recuerda el hecho de que la Península está reconocida como una zona enteramente asísmica.

El estado de Yucatán, al igual que todo el territorio peninsular, se caracteriza por la uniformidad que presenta el sustrato geológico. Destaca el origen sedimentario marino de roca principalmente de órgano genéticas, constituidos químicamente por carbonatos mayormente de calcio (CaCO₃) en una alta proporción y bajo la forma mineral de calcita y en menor medida dolomita o aragonita.

El resto del material está formado por óxidos de fierro y aluminio, alumo-silicatos muy finos (arcillas y limos) y sílice.

El sustrato geológico del estado de Yucatán muestra tres agrupaciones superficiales principales con relación a su edad, que corresponden a los periodos del Terciario (Cenozoico) y Cuaternario Duch, 1988):

- **Materiales del Eoceno** (Inferior, Medio y Superior) con una edad aproximada de 36 a 58 millones de años, en las porciones sur y central.
- **Materiales del Mioceno Superior y Plioceno**, con diversas edades alrededor de los 13 millones de años aproximadamente, ubicados hacia el noroeste, norte y oriente de los depósitos eocénicos, formando una banda periférica que los rodea.
- **Materiales del Pleistoceno y Holoceno**, con una edad menor a un millón de años desplegados en forma periférica a partir de los materiales terciarios, formando una angosta franja entre estos y la actual línea de costa.

La distribución de las formaciones geológicas en la zona de estudio y su posición estratigráfica se establecen en la siguiente tabla:

Tabla 11 Distribución de las formaciones geológicas y su posición estratigráfica

EDAD	PORCIÓN NORTE	PORCIÓN SUR Y CENTRO
Holoceno Pleistoceno	Reciente Arenas de playa Arcillas y turbas Suelos residuales Calizas de moluscos	Reciente Suelos residuales
Plioceno mioceno	Carrillo Puerto	Indiferenciado
Oligoceno	Sin Nombre (lutitas, calizas, margas)	Indiferenciado
Eoceno	Miembro Chumbec (calizas) Miembro Pisté (calizas) Miembro Xbacal (calizas)	Miembro Chumbec Miembro Pisté

Formación: calizas de moluscos (Pleistoceno-Holoceno)

Calizas de moluscos, denominación para las calizas conquíferas, masivas de color blanco a crema, que forman una banda más o menos amplia a lo largo de la costa norte y oeste del estado de Yucatán. Probablemente las calizas consolidadas pertenezcan al Pleistoceno y al Holoceno los niveles más altos y más próximos a las costas; descansan generalmente sobre las calizas de la formación Carrillo Puerto y en el estado de Campeche directamente sobre las series eocénicas.

Su espesor debe alcanzar solo algunas decenas de metros. Estas rocas manifiestan una gran permeabilidad y porosidad debido a la presencia de fracturas y cavidades de disolución; sin embargo, la explotación de las aguas subterráneas aquí se encuentra limitada por la poca profundidad de la interfase salina, por lo que ésta se lleva a cabo a través de una serie de pozos someros.

En los límites con la línea costera se pueden observar tres unidades litológicas, sin consideración hidrogeológica y que se encuentran recubriendo parcialmente a las calizas de moluscos:

- a) **Suelos residuales** constituidos por arcillas de color café, gris o rojizo y que resultan del intemperismo químico de las calizas.
- b) **Arcillas y turbas** localizadas en zonas de esteros y manglares a consecuencia de la formación de cordones litorales.
- c) **Arenas de playa** (cordones litorales) constituidos por arenas calcáreas y fragmentos de conchas. En la franja costera, es característica la presencia de un elemento litogénico denominado acuitardo costero, o caliche como se conoce en la localidad y que se extiende por toda la superficie norte principalmente, producto de las precipitaciones de carbonato de calcio durante las oscilaciones del Pleistoceno, proceso que continúa hasta nuestros días.

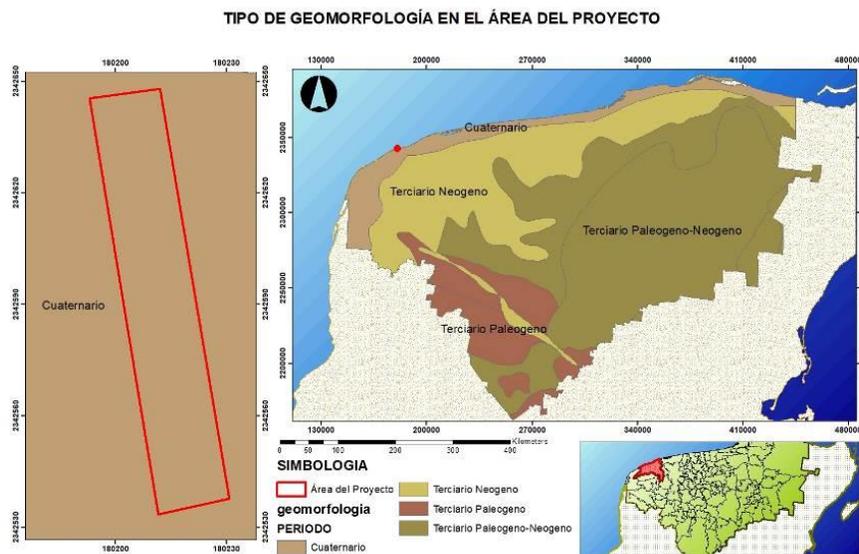


Figura 11 Ubicación del predio en plano geomorfológico del estado.

La estructura geológica de la entidad fue determinada por dos eventos principales: un proceso compresivo, acaecido durante el Eoceno, que plegó ligeramente las formaciones, configurando el relieve ondulado de la porción sur del estado; y un proceso distensivo, que tuvo lugar entre el Mioceno y el Plioceno, el cual originó dos sistemas de fracturas con orientación NE- SW Y NW – SE.

El rasgo estructural más notorio es la Sierrita de Ticul, que es producto de una falla normal orientada de noroeste al sureste, con buzamiento hacia el noreste y ligero plegamiento de su bloque alto.

- **Hidrografía**

Aguas superficiales

Los pocos escurrimientos superficiales existentes en la Región administrativa XII, Península de Yucatán, alcanzan un volumen promedio anual de 4 394.87 hm³ que se concentra en las subregiones que comprende el estado de Campeche y el sur del de Quintana Roo, con la siguiente distribución:

- Candelaria (con 1 956.87 hm³) en donde se ubica el río del mismo nombre.
- Poniente (con 698.63 hm³) donde escurre el Champotón.
- Oriente (con 1 739.37 hm³) donde se localiza el río Hondo.

Existen sin embargo otros arroyos o cuencas sin escurrimiento base que responden muy rápidamente en condiciones de tormenta como son los ríos Chumpán en Carmen, Mamantel en Escárcega, la Malinche en Champotón, la Ría en Campeche y arroyo Ucum o Escondido en Chetumal. En el resto de la Región los arroyos o corrientes son intermitentes y normalmente descargan en sumideros que funcionan cuando tienen suficiente carga hidráulica.

Aguas subterráneas

En la península de Yucatán subyacen aguas subterráneas que forman un sólo cuerpo de agua al que se denomina acuífero de Yucatán. Es esta la principal fuente de agua para todos los usos y también el principal cuerpo receptor de la precipitación que se infiltra y de las aguas residuales.

A partir de los análisis y estimaciones previas de la CNA, se establece que ese acuífero es libre y se encuentra sobre una interfase de agua salada, con grandes espesores de agua dulce en el sur, que disminuye hasta tener capas delgadas en la línea de costa.

Igualmente, se ha llegado a determinar que el acuífero tiene una alta dinámica de desplazamiento, y se estima su velocidad de flujo en aproximadamente 40 m/hora alimentado por la infiltración de aguas de lluvia y los volúmenes que descargan después de los usos superficiales.

El volumen total de lluvia que se precipita en la Región es del orden de 169 905.26 hm³ al año. La mayor parte de la misma se infiltra y genera grandes volúmenes de agua que viajan a velocidades mínimas que parten desde el punto topográficamente más alto, ubicado al sur de Xpujil.

Desde allí se establecen flujos radiales en dirección de las costas de Quintana Roo, Yucatán y Campeche.

A lo largo de su trayectoria el acuífero es utilizado para los distintos usos mediante bombes profundos que van desde 80 y 100 m, hasta aprovechamientos someros de entre 5 y 15 metros en la planicie costera. Para ello la infraestructura hidráulica que se utiliza en la Región consta principalmente de pozos profundos, norias y cenotes.

La recarga natural por la infiltración de la lluvia se estima en 23 408.88 hm³ a los cuales se les debe sumar una importación proveniente de Guatemala y Belice del orden de 1 906.82 que registra una recarga total de 25 135.70 hm³, mientras que la extracción por bombeo es apenas de 1 523.86 hm³. La extracción se realiza mediante 22 740 aprovechamientos, por lo que la condición geohidrológica del acuífero es de subexplotación.

La descarga por evapotranspiración se manifiesta a través de la presencia de una amplia cobertura vegetal que en sus orígenes, fue selva alta y que ahora permanece como vegetación en transición. Grandes cantidades de agua se evaporan o transpiran a través de las plantas.

Otra gran cantidad de agua manifiesta su presencia en las costas de la península a través de descargas al mar que son evidentes a través de manantiales en las zonas de humedales o en el propio océano.

La escasa información disponible relacionada con aspectos cuantitativos de los acuíferos precisa suponer un medio homogéneo y continuo para establecer el volumen de flujo subterráneo entre las diferentes zonas. Asimismo, se carece de datos e información de los parámetros hidráulicos subterráneos de las diferentes porciones de la península.

Zona Geohidrológica: Región Costera

La zona donde se desarrollará el proyecto se encuentra en la región geohidrológica costera de Yucatán. Esta región se caracteriza por desarrollarse a lo largo de la costa con una superficie de 20,424 km² y reúne un aporte considerable de agua por flujo subterráneo, alrededor del 70% de su recarga natural.

Debido a su alto contenido de sales por su cercanía al mar y por la presencia de la intrusión salina, su explotación es mínima. Los aportes de los flujos subterráneos provienen principalmente de las zonas de Cerros y Valles y de la Planicie Interior.

Al norte y hasta el límite de la zona edáfica costera de suelos halomórficos (Solonchac) se desarrolla una planicie que percola fácilmente el agua precipitada hacia los mantos subterráneos.

Por otro lado, la zona de descarga y exposición del acuífero representado por la cuenca de inundación costera es un área de alta evaporación e impermeable, y que confina las aguas subterráneas, y sus vertimientos, los cuales son muy localizados (cenotes en petenes y en el mar, manantiales, etc.).

El estado de Yucatán carece de corrientes superficiales, particularmente en la porción norte. Hacia el sur, sólo se manifiesta un drenaje incipiente que desaparece en resumideros o en cuerpos de agua superficial o aguadas.

- **Características geomorfológicas más importantes.**

Los rasgos morfológicos de la Península de Yucatán, parecen estar íntimamente relacionados con la orientación NNE y SSO de la costa oriental que fue formada por una falla y que a diferencia de las costas norte y oeste, desciende bruscamente a una profundidad de varios centenares de metros.

Con base en análisis de imágenes del satélite Landsat y en observaciones de campo del POETCY, el estado de Yucatán, de acuerdo a sus rasgos geomórficos, se ha dividido en tres provincias: Costera, Planicie Interior y Cerros y Valles.

El área de estudio pertenece a la **zona costera**, la cual contiene a las playas y márgenes costeras del estado y se caracteriza por manifestar aguas sódico-cloruradas, como resultado de la intrusión salina que ahí se lleva a efecto.

Tabla 12 Rasgos geomórficos, ubicación y características geológicas de la zona costera de Yucatán

SUBDIVISIONES	GEOFORMAS	UBICACIÓN	GEOLOGÍA
1. Playas	Playas de barrera largas y angostas.	A lo largo de las costas norte y noroccidentales.	Depósitos recientes asociados a la erosión marina.
2. Área de mareas	Lagunas de inundación.	Detrás de las playas separando a éstas del continente.	Depósitos actuales provocados por la acción de las mareas.
	Playas rocosas y angostas, costas abruptas y cortadas; Playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos asociados.	A lo largo de las costas del margen oriental.	Depósitos de alta energía asociada a zonas afalladas y fracturadas.

En la zona costera del Estado, desde su extremo poniente en Celestún hasta el Cuyo, existe un cordón litoral angosto, producto de acarreo marino, separado de tierra firme por ciénagas, marismas y lagunas pantanosas de agua salobres e hipersalinas en época de estiaje, que forman una franja en general también angosta. La ciénaga en algunos sitios es discontinua, debido a los azolves y en otros se conservan restos que forman partes de áreas pantanosas algo extensas. Estas áreas de agua están sujetas a los efectos de las mareas.

Los cordones litorales mencionados, están constituidos por una subestructura de antiguas dunas de arena cementada, contra las que se acumula actualmente la arena. Bajo estas formaciones arenosas se encuentra un horizonte de roca caliza que corresponde a la prolongación de la plataforma hacia el fondo marino. Esta condición se observa a lo largo de toda la costa del estado.

Recientemente cobra importancia una estructura localizada en el noroeste del estado, enmarcada por un anillo de cenotes, probablemente producida por un cráter de impacto y la cual define una frontera de cambios relevantes en la estratigrafía del norte del estado que aún está en estudio y definición; pero que manifiesta en su interior condiciones morfológicas distintas a la parte oriental con relación a elevaciones, pendientes y formaciones cársticas.

Todos los carbonatos Cenozoicos del estado de Yucatán, están extensamente fracturados lo cual facilita la rápida infiltración de agua en el subsuelo. Las observaciones directas en la superficie son difíciles de apreciar; sin embargo, numerosos alineamientos de cenotes y otras características cársticas, dan testimonio de la presencia de las fracturas.

Entre los principales tipos de roca caliza en el estado destacan: la coraza calcárea exterior, las calizas blandas subsuperficiales y los arenales calcáreos de la costa.

Los arenales costeros por su parte, se refieren al conjunto de materiales cuaternarios constituidos por sedimentos arenosos relativamente gruesos y pedregal de diversas estructuras conchíferas y coralígenas de naturaleza calcárea, que se localizan justo en la línea de costa que actualmente define el litoral. Estos arenales se caracterizan por su color blanco amarillento y su homogeneidad en relación

a su composición física, química y mineral, esta última a base de cálcita hipermagnética y aragonita (Duch, 1988).

Estos depósitos arenosos se comportan como terrenos inestables frente a los embates del oleaje y los vientos debido a su escasa cohesión y compactación interna, con espesores mayores a los 2 metros antes de hacer contacto con el basamento rocoso. Solo muestran una incipiente consolidación superficial en aquellos lugares donde la vegetación, a través de su sistema radicular, cobertura y protección de su follaje favorece la cohesión del estrato superior.

Esta situación se presenta por lo regular en aquellos depósitos más alejados de la línea de costa propiamente dicha. Sin embargo lejos de favorecer la transformación y evolución edáfica de estos sedimentos, la consolidación de los materiales propicia su endurecimiento progresivo, con tendencia a la desaparición de las formas originales y a la formación de una estructura masiva tipo caliche; lo anterior significa que la estabilidad de los depósitos arenosos se fundamenta en la transformación de estos en roca y no en formación de suelo, como podría esperarse.

Este fenómeno puede apreciarse en algunas excavaciones cercanas a localidades costeras, sobre tierra firme, donde el estrato más superficial se encuentra en franco proceso de litificación; sin embargo, la variación vertical de los materiales subsuperficiales, muy similares en cuanto a su constitución física a los depósitos arenosos de las playas, se advierte el paso gradual del material suelto en las capas más inferiores.

Lo anterior sugiere la posibilidad de que éstos materiales arenosos y conchíferos se hayan conformado y desarrollado en distintos ciclos de arrastre y acumulación de sedimentos. Todo parece indicar que tales estratos endurecidos, en alguna época de su historia geológica conformaron la posición más superficial de los depósitos arenosos y por ello, expuesta a las influencias atmosféricas y de la vegetación y sujeta al proceso de consolidación señalado.

Es importante señalar que los estratos endurecidos que se observan en los cortes de las excavaciones, muestran varios rasgos de similitud con la coraza calcárea superficial que abunda en el territorio peninsular, aun cuando no haya alcanzado el grado de dureza y consolidación que muestra en la zona sur y central (Duch, 1988).

- **Características de relieve.**

El relieve general de la zona es plano.

- **Presencia de fallas y fracturamientos.**

No existen fallas ni fracturamientos en el área del proyecto ni en el estado de Yucatán.

- **Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, derrumbes e inundaciones.**

Sismicidad / nula. Derrumbes / nulos. Inundaciones / nulas.

c) Suelos

Prácticamente la mayor porción de la zona 32 está clasificada, desde el punto de vista de los suelos que la forman, como tropicales rojos del grupo laterítico o terrarosa, excepto un núcleo de forma elíptica que rodea a Mérida, de unos 50 km de eje mayor que es del grupo Litosol (afloraciones de roca con vegetación desértica) y otras dos porciones laterales hacia Celestún, Yuc., y Puerto Morelos, Q. Roo., que son zonas pantanosas.



Figura 12 Tipos de suelo en el estado de Yucatán (POETY 2007).

En base al POETCY, en la zona de estudio los Regosoles Calcáricos, que son los suelos más jóvenes, son transportados por el viento y las corrientes litorales sobre las partes meridionales de las **dunas costeras**, en los depósitos arenosos de la barra costera. Son suelos poco fértiles y muy inestables debido a su posición frontal con los vientos y mareas, produciendo las playas y dunas que conforman al cordón litoral.

Se caracterizan por ser suelos profundos (mayores a 1 m), con nula pedregosidad, textura gruesa con más del 90% de arenas y de rápido drenaje superficial.

El tipo de suelo en el predio es arenoso, los cuales son de poca fijeza cuando no tiene cobertura vegetal, pero que soportan ecosistemas bien establecidos. Poseen perfil profundo, pero variable de acuerdo a la influencia de los vientos y del agua conforme se acerca al litoral.

d) Hidrología superficial y subterránea

En el estado de Yucatán no existen corrientes superficiales de agua. Sin embargo, hay corrientes subterráneas que forman depósitos comúnmente conocidos como cenotes. En algunos casos los techos de estos se desploman y forman las aguadas.

El coeficiente de escurrimiento superficial es del 5% en casi todo el municipio. El agua de lluvia se infiltra rápidamente por el sustrato rocoso hasta su incorporación al sistema hidrológico subterráneo (Duch, 1988).

La península corresponde a una cuenca hidrológica, en la que el recurso hidráulico es esencialmente subterráneo, con un acuífero Kárstico de tipo libre, donde los niveles del agua varían alrededor de los 120 m de profundidad en la parte de lomeríos a 30 m en la parte de la planicie, reduciendo hasta a menos de 5 m en una franja de 15 km de ancho paralela a la costa.

Así, el acuífero que subyace a la ciudad de Mérida forma parte de un gran acuífero peninsular, el cual está contenido en una estructura formada básicamente por rocas calcáreas que debido a su gran permeabilidad y a la morfología geohidrológica de la región, establecen el conjunto de condiciones que

permiten la existencia de un acuífero Kárstico con un nivel muy cercano a la superficie en casi toda la porción norte de la península de Yucatán.

No existen en sitios contiguos al terreno en estudio, cuerpos de agua superficiales, sin embargo a aproximadamente 500 metros, atrás de la granja acuícola abandonada, se encuentra la ciénaga, formada con afloramientos de agua subterránea y retención de la precipitación pluvial, de características salobres, con apenas una angosta e intermitente comunicación con el mar. No se identificó relación física o ambiental alguna con el terreno en estudio, ni el proyecto de construcción de la casa o su posterior ocupación, mantienen relación con ella.

- **Hidrología subterránea.**

La zona donde se encuentra el proyecto, no se tiene corrientes superficiales de agua, pero cuenta con un sistema subterráneo alimentado por las lluvias. El tipo de suelo presenta numerosas oquedades que al comunicarse con el manto freático forman los llamados cenotes.

El estado de Yucatán se caracteriza por carecer de corrientes superficiales, por lo tanto, la única fuente de agua para todo uso es la del acuífero subterráneo.

IV.2.2 Aspectos bióticos

La vegetación de las zonas costeras en el estado de Yucatán, de manera general se divide en dos tipos principales: la zona de pioneras con halófitas anuales localizada entre la línea de costa y lo que se llama duna con pendiente hacia sotavento, inmediatamente está un matorral con especies arbustivas que pueden tener espinas o carecer de ellas (Espejel & Rodríguez, 1981; en Flores, et al, 1994).

- Zona de pioneras

Plantas pioneras, principalmente hierbas de forma amacollada (rodetes) o rastreras, aunque hay hierbas de altura variable, puede haber arbustos de 1 a 2 m. de altura. Entre las especies herbáceas dominantes se encuentran: *Sesuvium portulacastrum*, *Suaeda linearis*, *Ambrosia hispida*, *Ageratum littoralis*, *Ipomea pes-caprae*, *Cakile lanceolada*, *Sporobolus virginicum*, *Canavalia rosea*, *Portulacca olearacea*, *Lycium carolinianum*, *Limpia reptans* y *Tríbulus cistoides*.

Entre los arbustos pioneros: *Tournefortia gnaphalodes*, *Croton punctatus*, *Scaevola plumieri* y *Suriana maritima*.

- Zona de matorral.

Desde el punto de vista florístico, esta zona es más compleja que la anterior. Los arbustos principales son: *Bravaisia tubiflora*, *Agave angustifolia*, *Metopium brownei*, *Cordia sebestena*, *Acanthocereus pentagonus*, *Opuntia dillenii*, *Capparis incana*, *Maytenus phyllanthioides*, *Gymnanthes lucida*, *Hippocratea celastroides*, *Pithecellobium keyense*, *Caesalpinia vesicaria*, *Gossypium hirsutum*, *Thrinax radiata*, *Coccothrinax readii*, *Pseudophoenix sargentii*, *Coccoloba uvífera*, *Chrysobalanus icaco*, *Erithalis fruticosa*, *Bumelia retursa*, *Jacquinia aurantiaca*, *Lantana involucrata*, *Strumphia maritima* y *Krugiodendron ferreum*.

La vegetación terrestre que se encuentra en el predio, es la propia de las playas de Yucatán y la cual crece básicamente sobre arena móvil. Entre las características de las plantas herbáceas anuales que en ellas crecen, son la tolerancia a la extrema salinidad, los vientos fuertes y la acción de las mareas altas.

Dado que se ubica en la franja litoral, la vegetación es la correspondiente a las dunas costeras, así como en todo el litoral de la península. En este tipo de ecosistema, el medio es muy extremo pues hay poca precipitación y altas temperaturas, es por eso que la vegetación que logra colonizar estas zonas se caracteriza por ser halófitas, de hojas crasas, hierbas rastreras y arbustos ramificados de escasa altura. (Flores, et al, 1994).

Vegetación en el área de influencia del proyecto

La vegetación que se desarrolla en el área de influencia del proyecto corresponde a una vegetación de Matorral Costero; en ella típicamente las comunidades pueden estar dominadas por diversas formas de vida: suelen haber sitios dominados por especies de tipo herbáceo, otras por matorral arbustivo, especies de hábito arbóreo o ambas.

En la vegetación observada en el área de influencia predominan los elementos herbáceos y arbustivos con una estructura vertical no mayor a los 2.0 m. La fisionomía de la vegetación del área de influencia está caracterizada por especie como *Pithecellobium keyense* Ts'iu'che', *Caesalpinia vesicaria* (Toxoc), *Bravaisia berlandieriana* (Hulub), *Lycium carolinianum* (Ch`ilib tux de playa), *Suriana maritima* (Pantsil), *Malvaviscus arboreus* (Tulipan Xiw), *Bouteloua repens* (Nej ch'amak), *Sporobolus virginicus* (ch'ilibil su'uk), *Agave angustifolia* (Ch'elem) entre otros.

En términos generales la vegetación que se desarrolla dentro del área de influencia se encuentra en un buen estado de conservación, donde la mayoría de las especies que la componen son típicos del ambiente costero.

Con el propósito de identificar y conocer las especies presentes en el área de influencia en el que se pretende desarrollar el proyecto se realizó la colecta de información por medio de un muestreo aleatorio donde se plantearon un total de 6 sitios de muestreo, las dimensiones de los sitios fueron trazadas en cuadrantes de 5 m x 5 m, en donde a cada sitio le corresponde una superficie de 25 m², haciendo un total de 150 m² de superficie muestreada. Cada sitio de muestreo fue georreferenciado con un GPS marca Garmin Etrex en coordenadas UTM con Datum WGS84. La ubicación de los sitios de muestreo se señala en la siguiente tabla:

Tabla 13 Coordenadas de ubicación los sitios de muestreo en el área de influencia.

NO. SITIO	COORDENADAS UTM ZONA 15	
	X	Y
1	803147.00	2342431.00
2	803536.00	2342501.00
3	803223.00	2342397.00
4	803436.00	2342423.00
5	803145.00	2342316.00
6	803603.00	2342407.00

En cada sitio se levantaron los siguientes datos identificación y conteo de las especies de flora divididas por estratos, clasificación de las especies de acuerdo a su forma de vida (hábito)

En gabinete se elaboró un listado general de las especies de flora en la cual se clasificaron por su Familia Botánica, Nombre Científico, Nombre común, Forma de vida, Distribución y sus Usos. También se

consultó la normativa para verificar aquellas especies que se encuentran enlistadas bajo algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con los datos obtenidos en campo se calcularon la densidad, cobertura y frecuencia. Para obtener el índice de valor de importancia (I.V.I.) fueron sumados los valores relativos de densidad, cobertura y frecuencia.

RESULTADOS

En los sitios de muestreo realizados en el área de influencia del proyecto se contabilizaron un total de 40 especies de flora que están distribuidos en 25 familias botánicas, siendo Boraginaceae, Cactaceae, Gramineae, Leguminosae y Malvaceae las de mayor riqueza con 3 especies, posteriormente se encuentran un grupo de 5 familias botánicas con una riqueza de 2 especies. El resto de las familias únicamente estuvieron representados por una sola especie. En la siguiente tabla se muestra el listado de flora identificado dentro del área del proyecto.

Tabla 14 Listado general de especies de flora identificadas en el área de influencia.

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA	ORIGEN
ACANTACEAE	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	Hulub	Arbusto	Nativa
ACANTACEAE	<i>Dicliptera assurgens</i>	P'oklampix	Hierba	Nativa
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i>	Ch'elem	Hierba	Nativa
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera ramosissima</i>	Sak pol tes	Hierba	Nativa
AMARANTHACEAE	<i>Iresine diffusa</i>	Sak tees xiw	Hierba	Nativa
AMARYLLIDACEAE	<i>Hymenocallis caribaea</i>	Lirio	Hierba	Nativa
APOCYNACEAE	<i>Urechites andrieuxii</i>	Biperol	Enredadera	Nativa
BORAGINACEAE	<i>Cordia globosa</i>	Hawche`	Arbusto	Nativa
BORAGINACEAE	<i>Cordia sebestena</i>	Anacahuite	Árbol	Nativa
BORAGINACEAE	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Sisimk / tabaquillo	Arbusto	Nativa
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	Xchu`u	Epifita	Nativa
CACTACEAE	<i>Acanthocereus pentagonus</i>	Numtsutsuy	Hierba	Nativa
CACTACEAE	<i>Opuntia stricta</i>	Pak'an / tsakam	Hierba	Nativa
CACTACEAE	<i>Selenicereus donkelaarii</i>	Chooch kan/ pol tsutsuy	Hierba	Endémica
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis flexuosa</i>	chuchuk che' / yoon xiw	Arbusto	Nativa
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis incana</i>	Tayche	Arbusto	Nativa
CELASTRACEAE	<i>Crossopetalum eucyosum</i>	Kambalkibche	Arbusto	Nativa
COMPOSITAE	<i>Chromolaena lundellii</i>	Anilkab, tok'abam	Enredadera	Nativa
COMPOSITAE	<i>Melanthera nivea</i>	Toplaixix	Hierba	Nativa
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Hobon k'ak'	Hierba	Nativa
GOODENIACEAE	<i>Scaevola plumieri</i>	Chunup de playa	Arbusto	Nativa
GRAMINEAE	<i>Bouteloua repens</i>	Nej ch'amak	Pasto	Nativa
GRAMINEAE	<i>Cynodon dactylon</i>	Chimes su'uk	Pasto	Nativa
GRAMINEAE	<i>Sporobolus virginicus</i>	ch'ilibil su'uk	Pasto	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	Toxoc	Árbol	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa	Enredadera	Nativa

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA	ORIGEN
LEGUMINOSAE	<i>Pithecellobium keyense</i>	Ts'iuche'	Árbol	Nativa
MALVACEAE	<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón	Arbusto	Nativa
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipan Xiw	Arbusto	Nativa
MALVACEAE	<i>Waltheria americana</i>	Sak xiw	Hierba	Nativa
NYGTAGINACEAE	<i>Boerhavia diffusa</i>	Chakil xiw/mata de pavo	Hierba	Nativa
NYGTAGINACEAE	<i>Commicarpus scandens</i>	Commicarpus scandens	Hierba	Nativa
ORCHIDACEAE	<i>Myrmecophila christinae</i>	Xon-ikni	Hierba	Nativa
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida</i>	Xpoch' ak'	Enredadera	Nativa
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Arbusto	Nativa
RUBIACEAE	<i>Ernodea littoralis</i>	Desconocida	Arbusto	Nativa
SAPOTACEAE	<i>Bumelia retusa</i>	Puts'mukuy/ Mulche	Arbusto	Nativa
SOLANACEA	<i>Lycium carolinianum</i>	Ch`ilib tux de playa	Arbusto	Nativa
SURIANACEAE	<i>Suriana maritima</i>	Pantsil	Arbusto	Nativa
THEOPHRASTACEAE	<i>Jacquinia macrocarpa</i>	Pincha huevo	Arbusto	Nativa
S=25	S=40			

En la distribución de las especies por su forma de vida se tiene que el 37.5% son arbustos, el 35% hierbas, el 10.0% enredaderas, el 7.5% arboles, el 2.5% son epifitas y el 7.5% Pastos. De lo anterior se observa que la mayoría de las especies presentes en el área de influencia son de hábito herbáceas y arbustivas. La composición florística en relación con las formas de vida encontradas en el área de influencia manifiesta que la vegetación que desarrolla en el área de influencia corresponde a una comunidad de matorral costero.

En cuanto a la distribución de las especies de acuerdo a su origen, se tiene que el 97.5% son nativas, y solo el 2.5% son endémicas, lo que demuestra el bajo endemismo en la zona.

INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA

El índice de valor de importancia fue calculado para los tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo del área de influencia del proyecto. A continuación se muestra los resultados obtenidos.

Estrato arbóreo del área de influencia

En este estrato se contabilizaron un total de 3 especies distribuidas en 2 familias botánicas. De las especies registradas se obtuvo que *Pithecellobium keyense* (Ts'iuche') fue la especie con el valor más alto de importancia ecológica, esto debido a que presenta valores altos en sus parámetros de densidades y frecuencia. *Caesalpinia vesicaria* (Toxoc) fue la segunda especie más importante en este estrato con un valor de IVI de 78.52%, resta el hecho que esta especie fue la dominante entre las otras dos especies ya que presenta valores altos de dominancia, es decir, que tuvieron tallos más gruesos. *Cordia sebestena* (Anacahuite) fue la especie de menor valor de importancia con un valor de 59.63%.

Tabla 15 Índice de valor de importancia ecológica para el estrato arbóreo del área de influencia.

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMUN	DR	Fr	DOR	IVI
BORAGINACEAE	<i>Cordia sebestena</i>	Anacahuite	5.00%	28.57%	26.06%	59.63%
LEGUMINOSAE	<i>Pithecellobium keyense</i>	Ts'iuche'	80.00%	57.14%	24.71%	161.85%

LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	Toxoc	15.00%	14.29%	49.23%	78.52%
S=2	S=3		100%	100%	100%	300%

Simbología: Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, DOR- Dominancia relativa.

Estrato arbustivo del área de influencia

En este estrato se contabilizaron un total de 15 especies que están distribuidos en 12 familias botánicas. Las especies que presento el mayor valor de importancia ecológica en este estrato fue *Bravaisia berlandieriana* (Hulub) con un valor de 79.6%, a esta le siguen las especies *Crossopetalum eucymosum* (Kambalkibche) con el 30.2%, *Malvaviscus arboreus* (Tulipan Xiw) con el 26.9%, *Suriana maritima* (Pantsil) con el 22.1% y *Jacquinia macrocarpa* (Pincha huevo) con el 20.3%, el restos de las especies obtuvieron valores de importancia menores al 20.0%

En lo que respecta a cada uno de los parámetros se tiene que *Bravaisia berlandieriana* (Hulub) fue la especie de mayor densidad. Por su parte *Malvaviscus arboreus* (Tulipan Xiw) y *Jacquinia macrocarpa* (Pincha huevo) fueron las especies más comunes entre los sitios de muestreo y *Crossopetalum eucymosum* (Kambalkibche) fue la especie más dominante en este estrato.

Tabla 16 Índice de valor de importancia ecológica para el estrato arbustivo del área de influencia.

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMUN	DR	FR	DOR	IVI
SURIANACEAE	<i>Suriana maritima</i>	Pantsil	7.2%	5.7%	9.3%	22.1%
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	1.2%	5.7%	7.3%	14.2%
GOODENIACEAE	<i>Scaevola plumieri</i>	Chunup de playa	3.6%	5.7%	9.3%	18.6%
BORAGINACEAE	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Sisimk / tabaquillo	1.1%	5.7%	5.3%	12.1%
RUBIACEAE	<i>Ernodea littoralis</i>	Desconocida	2.3%	5.7%	5.3%	13.3%
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipan Xiw	4.7%	14.3%	8.0%	26.9%
THEOPHRASTACEAE	<i>Jacquinia macrocarpa</i>	Pincha huevo	3.0%	11.4%	5.9%	20.3%
SOLANACEA	<i>Lycium carolinianum</i>	Ch`ilib tux de playa	9.3%	2.9%	5.3%	17.5%
SAPOTACEAE	<i>Bumelia retusa</i>	Puts`mukuy/ Mulche	0.9%	5.7%	10.6%	17.2%
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis incana</i>	Tayche	1.6%	5.7%	1.3%	8.6%
ACANTACEAE	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	Hulub	60.3%	8.6%	10.7%	79.6%
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis flexuosa</i>	chuchuk che'/ yoon xiiw	1.6%	5.7%	0.8%	8.1%
CELASTRACEAE	<i>Crossopetalum eucymosum</i>	Kambalkibche	2.6%	8.6%	19.0%	30.2%
BORAGINACEAE	<i>Cordia globosa</i>	Hawche`	0.5%	5.7%	0.7%	6.8%
MALVACEAE	<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón	0.2%	2.9%	1.3%	4.3%
S=12	S=15		100%	100%	100%	300%

Simbología: Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, DOR- Dominancia relativa.

Estrato herbáceo del área de influencia

En este estrato se contabilizó un total de 22 especies que están distribuidos en 15 familias botánicas. Las especies que presentaron los valores más altos de importancia ecológica fueron *Sporobolus virginicus* (ch`ilibil su`uk) con el 29.3%, *Commicarpus scandens* con el 24.6%, *Bouteloua repens* (Nej ch`amak) con el 22.1%, *Agave angustifolia* (Ch`elem) con el 22.0% y *Opuntia stricta* (Pak`an / tsakam) con el 21.2%. Por el contrario se encuentran las especies *Urechites andrieuxii* (Biperol) y *Melanthera*

nívea (Toplaixix) como las de menor de valor de importancia con valores de tan solo el 3.6% y 2.8% respectivamente.

En este estrato se muestra que *Sporobolus virginicus* (ch'ilibil su'uk) y *Bouteloua repens* (Nej ch'amak) fueron las más abundantes. La especie más frecuente entre los sitios de muestreo fue evidentemente *Agave angustifolia* (Ch'elem), *Dicliptera assurgens* (P'oklampix) y *Sporobolus virginicus* (ch'ilibil su'uk). *Commicarpus scandens* (*Commicarpus scandens*) y *Alternanthera ramosissima* (Sak pol tes) fueron las de mayor cobertura en este estrato.

Tabla 17 Índice de valor de importancia ecológica para el estrato herbáceo del área de influencia.

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMUN	DR	FR	COR	IVI
LEGUMINOSAE	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa	1.6%	1.9%	4.9%	8.4%
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i>	Ch'elem	5.4%	9.6%	7.0%	22.0%
ACANTACEAE	<i>Dicliptera assurgens</i>	P'oklampix	4.3%	9.6%	1.7%	15.6%
NYGTAGINACEAE	<i>Commicarpus scandens</i>	Commicarpus scandens	2.5%	5.8%	16.3%	24.6%
AMARYLLIDACEAE	<i>Hymenocallis caribaea</i>	Lirio	3.3%	3.8%	0.8%	8.0%
CACTACEAE	<i>Acanthocereus pentagonus</i>	Numtsutsuy	5.9%	5.8%	5.3%	16.9%
CACTACEAE	<i>Opuntia stricta</i>	Pak'an / tsakam	3.0%	7.7%	10.5%	21.2%
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida</i>	Xpoch' ak'	0.6%	3.8%	7.2%	11.7%
GRAMINEAE	<i>Sporobolus virginicus</i>	ch'ilibil su'uk	19.0%	9.6%	0.7%	29.3%
CACTACEAE	<i>Selenicereus donkelaarii</i>	Chooch kan/ pol tsutsuy	1.3%	1.9%	4.9%	8.1%
GRAMINEAE	<i>Bouteloua repens</i>	Nej ch'amak	17.5%	3.8%	0.8%	22.1%
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	Xchu'u	2.7%	3.8%	2.9%	9.5%
ORCHIDACEAE	<i>Myrmecophila christinae</i>	Xon-ikni	9.8%	3.8%	0.5%	14.2%
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Hobon k'ak'	1.3%	3.8%	6.0%	11.1%
AMARANTHACEAE	<i>Iresine diffusa</i>	Sak tees xiw	1.1%	1.9%	4.1%	7.2%
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera ramosissima</i>	Sak pol tes	1.9%	3.8%	13.8%	19.5%
GRAMINEAE	<i>Cynodon dactylon</i>	Chimes su'uk	15.1%	5.8%	1.2%	22.0%
MALVACEAE	<i>Waltheria americana</i>	Sak xiw	1.1%	5.8%	1.3%	8.2%
COMPOSITAE	<i>Melanthera nivea</i>	Toplaixix	0.3%	1.9%	0.5%	2.8%
NYGTAGINACEAE	<i>Boerhavia diffusa</i>	Chakil xiw/mata de pavo	0.8%	1.9%	6.7%	9.4%
COMPOSITAE	<i>Chromolaena lundellii</i>	Anilkab, tok'abam	1.0%	1.9%	1.7%	4.6%
APOCYNACEAE	<i>Urechites andrieuxii</i>	Biperol	0.5%	1.9%	1.2%	3.6%
S=15	S=22		100%	100%	100%	300%

Simbología: Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, COR- Cobertura relativa.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITABILIDAD

Estrato arbóreo del área de influencia

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon Wiener la diversidad obtenida para el área de influencia en el estrato arbóreo fue de un valor de $H = 0.61$ con una equitabilidad de $J = 0.56$ que de acuerdo a la escala de valoración de estos índices, sugiere que la diversidad vegetal que se desarrolla en el área de

influencia en este estrato es muy baja y con una alta dominancia de una especie. Era de esperarse valores bajos de diversidad, debido a las pocas especies registradas.

Tabla 18 Índice de diversidad y equitabilidad del estrato arbóreo del área de influencia.

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	P(I) = N/N	LN P(I)	P(I)*LN P(I)
<i>Cordia sebestena</i>	Anacahuite	2	0.050	-2.996	-0.150
<i>Pithecellobium keyense</i>	Ts'iuche'	32	0.800	-0.223	-0.179
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	Toxoc	6	0.150	-1.897	-0.285
S=3		40			
Índice de Shannon-Wiener (H)					0.61
Máxima diversidad H' max =					1.10
Equitabilidad (J)					0.56

Estrato arbustivo del área de influencia

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon Wiener la diversidad obtenida para el área de influencia en el estrato arbustivo tuvo de un valor de H= 1.58 con una equitabilidad de J= 0.58 que de acuerdo a la escala de valoración de estos índices, sugiere que la diversidad vegetal que se desarrolla en el área de influencia en este estrato se considera como baja, donde su valor de equitabilidad sugiere la presencia de especies dominantes.

Tabla 19 Índice de diversidad y equitabilidad del estrato arbustivo del área de influencia.

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	P(I) = N/N	LN P(I)	P(I)*LN P(I)
<i>Suriana maritima</i>	Pantsil	46	0.072	-2.638	-0.189
<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	8	0.012	-4.387	-0.055
<i>Scaevola plumieri</i>	Chunup de playa	23	0.036	-3.331	-0.119
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Sisimk / tabaquillo	7	0.011	-4.520	-0.049
<i>Ernodea littoralis</i>	Desconocida	15	0.023	-3.758	-0.088
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipan Xiw	30	0.047	-3.065	-0.143
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	Pincha huevo	19	0.030	-3.522	-0.104
<i>Lycium carolinianum</i>	Ch`ilib tux de playa	60	0.093	-2.372	-0.221
<i>Bumelia retusa</i>	Puts`mukuy/ Mulche	6	0.009	-4.674	-0.044
<i>Capparis incana</i>	Tayche	10	0.016	-4.164	-0.065
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	Hulub	388	0.603	-0.505	-0.305
<i>Capparis flexuosa</i>	chuchuk che'/ yoon xiiw	10	0.016	-4.164	-0.065
<i>Crossopetalum eucymosum</i>	Kambalkibche	17	0.026	-3.633	-0.096
<i>Cordia globosa</i>	Hawche`	3	0.005	-5.368	-0.025
<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón	1	0.002	-6.466	-0.010
S=15		643			
Índice de Shannon-Wiener (H)					1.58
Máxima diversidad H' max =					2.71
Equitabilidad (J)					0.58

b) Listado florístico

VEGETACIÓN TERRESTRE.

TIPOS DE VEGETACIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO.

La vegetación que se desarrolla en el área del proyecto corresponde a una formación vegetal de duna costera misma que ha experimentado cambios importantes en su estructura vegetativa. La vegetación en las dunas costeras se distribuye como un mosaico en el que observar zonas con grados muy diferentes de cobertura vegetal. Los factores directamente relacionados con estos cambios son por un lado los fenómenos naturales (huracanes) y por otro lado las actividades antrópicas, lo que sin duda ha ocasionado la fragmentación de la vegetación.

Por lo anterior y dado sus características estructurales la vegetación que se desarrolla en el predio de proyecto corresponde a una asociación vegetal de matorral costero el cual se caracteriza por presentar una distribución en forma de mosaicos aislados, donde la comunidad vegetal está básicamente conformada por elementos arbustivos y herbáceos, lo cuales apenas alcanzan alturas entre los 1 hasta los 1.5 m. Este tipo de vegetación es la misma que se puede observar en el área de influencia del proyecto.

Es importante mencionar y señalar que en la parte centro de predio se encuentra un camino de arena, el cual ya existía desde que se tuvo posesión del predio. Este camino tiene un amplitud de aproximadamente 2.5 m y atraviesa horizontalmente el polígono predio. Este camino sin duda ha ocasionado la fragmentación de la vegetación.



Fotografía 4 Camino que atraviesa el predio.



Fotografía 5 Estructura de la Vegetación del predio

Con el propósito de identificar y conocer las especies presentes en el área donde se pretende desarrollar el proyecto se llevaron a cabo la colecta de información por medio de un muestreo aleatorio estratificado donde se plantearon un total de 5 sitios de muestreo, las dimensiones de los sitios fueron trazadas en cuadrantes de 5m x 5m, en donde a cada sitio le corresponde una superficie de 25 m², haciendo un total de 125 m² de superficie muestreada. Cada sitio de muestreo fue georreferenciado con un GPS marca Garmin Etrex en coordenadas UTM con Datum WGS84. La ubicación de los sitios de muestreo quedo de la forma en que se señala en la tabla siguiente.

Tabla 20 Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo.

SITIO	COORDENADAS UTM ZONA 15	
	X	Y
1	803327.82	2342358.20
2	803330.04	2342378.94

3	803322.95	2342406.96
4	803322.03	2342429.99
5	803309.74	2342463.51

En cada sitio se levantaron los siguientes datos; identificación y conteo de las especies de flora divididas por estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo), se clasificaron las especies de acuerdo a su forma de vida, por último y para finalizar con los trabajos de campo se realizó un recorrido por todo el predio para tener un listado completo de las especies de flora presentes en el predio. Cabe mencionar que las especie observadas fuera de lo sitios de muestreo fueron anexadas al listado general de especies, pero no fueron consideradas durante el análisis.

Por último estos trabajos fueron evidenciados con fotografías para sustentar la información levantada en campo. La información taxonómica y los datos sobre toponimia (Nombre común utilizado localmente) se apoyaron en los trabajos y determinaciones realizadas por Arellano-Rodríguez, J.A., J.S. Flores Guido, J. Tun Garrido y M.M. Cruz Bojórquez. 2003.

En gabinete se elaboró un listado general de las especies de flora en la cual se clasificaron por su Familia Botánica, Nombre Científico, Nombre común, Forma de vida, Distribución y los Usos de cada especie. También se consultó la normatividad para verificar aquellas especies que se encuentran enlistadas bajo algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con los datos obtenidos en campo se calcularon la densidad, área basal, y frecuencia. Para obtener el índice de valor de importancia (I.V.I) fueron sumados los valores relativos de densidad, área basal y frecuencia. A continuación se presentan las fórmulas utilizadas:

Densidad relativa:

$$Dr = \frac{ni}{N} (100)$$

Donde:

- Dr = Densidad relativa.
- ni = Número de individuos de la especie i
- N = Número total de individuos

Frecuencia relativa:

$$Fr = \frac{Fi}{Fn} (100)$$

Donde:

- Fr = Frecuencia relativa
- Fi = Frecuencia de la especie i
- Fn= Suma de las frecuencias de todas las especies

Dominancia relativa:

$$Dor = \frac{Abi}{Abn} (100)$$

Donde:

- Dor =Dominancia relativa

Abi = Área basal de la especie i
Abn= Suma del área basal de todas las especies

Área basal:

El área basal de cada individuo se obtuvo con la fórmula: **DAP² x 0.7854**
En el caso del estrato herbáceo se consideró la cobertura como factor de dominancia.

Cobertura de copa.

La cobertura de copa se obtuvo de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$C.= ((D+d)/2)^2 * 0.7854$$

En donde:

C = Cobertura

D = Diámetro de copa mayor

d= Diámetro de copa menor

Índices de Valor de Importancia:

$$I.V.I = Dr + Fr + Dor.$$

Donde:

I.V.I = Índice de Valor de Importancia

Dr= Densidad relativa

Fr = Frecuencia relativa

Dor= Dominancia relativa

Diversidad de especies:

Se estimó a partir del índice de Shannon-Weiner (H), el cual se define como la sumatoria de los productos de la abundancia de cada especie por el logaritmo natural de dicha abundancia. Este índice toma valores de 0 a 5 don valores inferiores a 2 son considerados zonas de baja diversidad. Este se calculó mediante la fórmula:

$$H= -\sum Pi (\ln Pi)$$

Donde:

H= Índice de Shannon-Weiner

Pi = Densidad absoluta de la especie i

Ln Pi= Logaritmo natural de la densidad absoluta de la especie i.

Para complementar el análisis se calculó el Índice de Equitabilidad de Pielou (J') mediante la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H}{\ln(S)} (100)$$

Donde:

J'= Índice de Equitabilidad de Pielou

H= Índice de Shannon-Weiner

Ln= Logaritmo natural

S= Número total de especies

RESULTADOS

En el área que contempla el proyecto se registraron un total de 36 especies vegetales que están distribuidas en 25 familias botánicas. Las familias botánicas con mayor riqueza de especies fueron Cactaceae y Gramineae con 3 especies, y el resto de las familias únicamente estuvieron representados entre 1 y 2 especies. En la siguiente tabla se muestra el listado general de especies de flora identificados en el predio del proyecto.

Tabla 21. Listado general de especies de flora identificadas en el área del proyecto.

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA	ORIGEN
LEGUMINOSAE	<i>Pithecellobium keyense</i>	Ts'iuche'	Árbol	Nativa
NYGTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	Árbol	Nativa
SAPOTACEAE	<i>Bumelia retusa</i>	Puts'mukuy/ Mulche	Arbusto	Nativa
ACANTACEAE	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	Hulub	Arbusto	Nativa
CELASTRACEAE	<i>Crossopetalum eucyosum</i>	Kambalkibche	Arbusto	Nativa
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis flexuosa</i>	chuchuk che'/ yoon xiw	Arbusto	Nativa
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipan Xiw	Arbusto	Nativa
THEOPHRASTACEAE	<i>Jacquinia macrocarpa</i>	Pincha huevo	Arbusto	Nativa
MALVACEAE	<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón	Arbusto	Nativa
VERBENACEAE	<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de playa	Arbusto	Nativa
RUBIACEAE	<i>Ernodea littoralis</i>	Desconocida	Arbusto	Nativa
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Arbusto	Nativa
SURIANACEAE	<i>Suriana maritima</i>	Pantsil	Arbusto	Nativa
BORAGINACEAE	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Sisimk / tabaquillo	Arbusto	Nativa
SOLANACEA	<i>Lycium carolinianum</i>	Ch`ilib tux de playa	Arbusto	Nativa
BORAGINACEAE	<i>Cordia globosa</i>	Hawche`	Arbusto	Nativa
GOODENIACEAE	<i>Scaevola plumieri</i>	Chunup de playa	Arbusto	Nativa
ACANTACEAE	<i>Dicliptera assurgens</i>	P'oklampix	Hierba	Nativa
NYGTAGINACEAE	<i>Commicarpus scandens</i>	Commicarpus scandens	Hierba	Nativa
ORCHIDACEAE	<i>Myrmecophila christinae</i>	Xon-ikni	Hierba	Nativa
CACTACEAE	<i>Selenicereus donkelaarii</i>	Chooch kan/ pol tsutsuy	Hierba	Endémica
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i>	Ch'elem	Hierba	Nativa
CACTACEAE	<i>Opuntia stricta</i>	Pak'an / tsakam	Hierba	Nativa
GRAMINEAE	<i>Cynodon dactylon</i>	Chimes su'uk	Pasto	Nativa
COMPOSITAE	<i>Melanthera nivea</i>	Toplaixix	Hierba	Nativa
GRAMINEAE	<i>Bouteloua repens</i>	Nej ch'amak	Pasto	Nativa
GRAMINEAE	<i>Sporobolus virginicus</i>	ch'ilibil su'uk	Pasto	Nativa
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	Xchu`u	Epifita	Nativa
AMARANTHACEAE	<i>Iresine diffusa</i>	Sak tees xiw	Hierba	Nativa

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA	ORIGEN
COMMELINACEAE	<i>Commelina elegans</i>	pant'siu / Xpahtsa'	Hierba	Nativa
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera ramosissima</i>	Sak pol tes	Hierba	Nativa
COMPOSITAE	<i>Ambrosia hispida</i>	Encaje / margarita de mar	Hierba	Nativa
CACTACEAE	<i>Acanthocereus pentagonus</i>	Numtsutsuy	Hierba	Nativa
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida</i>	Xpoch' ak'	Enredadera	Nativa
APOCYNACEAE	<i>Urechites andrieuxii</i>	Biperol	Enredadera	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa	Enredadera	Nativa

En cuanto a las formas de vida predominante de las especies registradas en el predio se distribuyen de la siguiente manera; 6% arboles, 42% arbustos, 33% hierbas, 8% pasto, 3% epifitas y 8% enredaderas. De lo anterior se observa que la mayoría de las especies que se desarrollan en el predio son de hábitos herbáceos y arbustivos, si bien las formas de vida son típicos del ambiente en el que se desarrollan, es decir de ambientes costeros. En cuanto al origen de las especies el 97% son nativas y tan solo el 3% son endémicas, lo que demuestra el bajo endemismo de flora en el predio.

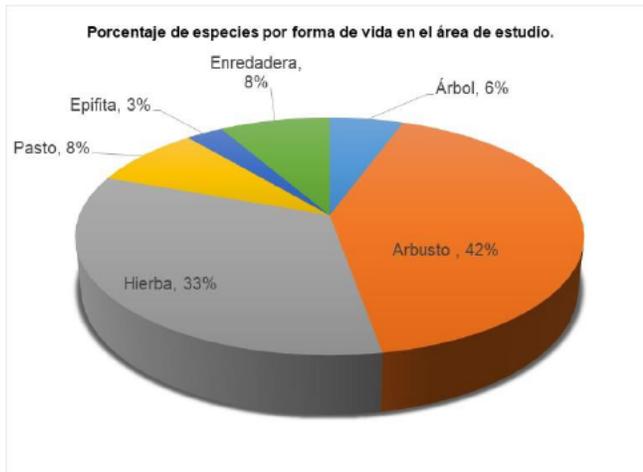


Figura 13 Distribución de especies por su forma de vida.

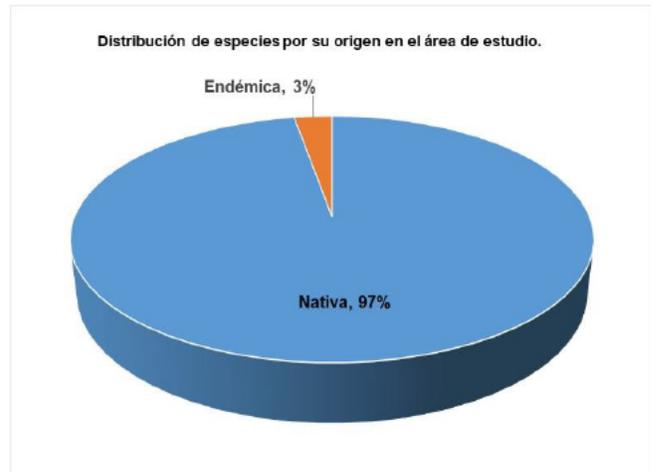


Figura 14 Distribución de especies por su origen.

A continuación se presentan los parámetros ecológicos calculados para cada uno de los estratos registrados en el área del proyecto.

Estrato arbóreo

Este estrato estuvo conformado únicamente por dos especies en igual número de familias botánicas. De estas *Pithecellobium keyense* (Ts'iuiche') resulto ser la de mayor importancia con un valor de 233.1%, mientras *Neea psychotrioides* (Tatsi) tuvo un valor de importancia de 66.9%. El alto valor de importancia de *Pithecellobium keyense* (Ts'iuiche') estuvo influenciado por sus parámetros ecológicos, ya que obtuvo los valores más altos, por lo tanto es la especie con la mayor densidad, frecuencia y dominancia para este estrato.

Tabla 22 Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo.

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMUN	DR	Fr	DOR	IVI
---------	----------	--------------	----	----	-----	-----

LEGUMINOSAE	<i>Pithecellobium keyense</i>	Ts'iuiche'	83.9%	75.0%	74.3%	233.1%
NYGTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	16.1%	25.0%	25.7%	66.9%
			100%	100%	100%	300%

Estrato Arbustivo

Conformado el estrato arbustivo de la vegetación se registraron un total de 15 especies que se encuentran distribuidos en 10 familias botánicas. De estos *Bravaisia berlandieriana* (Hulub) es la especie de mayor Índice de valor de importancia ecológica con un valor de 83.4%. El alto valor de importancia de esta especie estuvo influenciado mayormente por sus altos valores de abundancia, es decir, por presentar el mayor número de individuos. A esta especie le sigue *Coccoloba uvifera* (Uva de mar) con el 29.7%, *Tournefortia gnaphalodes* (Sisimk / tabaquillo) con el 25.7%, *Suriana marítima* (Pantsil) con el 23.1% y *Bumelia retusa* (Puts'mukuy/ Mulche) con el 21.0%. El resto de las especies presentaron valores de importancia debajo del 20%, siendo *Cordia globosa* (Hawche'), *Lycium carolinianum* (Ch`ilib tux de playa), *Scaevola plumieri* (Chunup de playa) y *Lantana involucrata* (Orégano de playa) la de menor valor de importancia registrados para este estrato.

En comparación de las especies entre cada uno de los parámetros ecológicos se observa que *Bravaisia berlandieriana* (Hulub) fue la especie con las más altas densidades, lo cual se considera como la especie más abundante dentro de este estrato y junto con *Crossopetalum eucymosum* (Kambalkibche) fueron las especies más comunes entre los sitios muestreados. Por otro lado se observa que *Tournefortia gnaphalodes* (Sisimk / tabaquillo) es la especie con mayor dominancia en este estrato.

Tabla 23 Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo.

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMUN	DR	FR	DOR	IVI
ACANTACEAE	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	Hulub	68.3%	12.9%	2.2%	83.4%
BORAGINACEAE	<i>Cordia globosa</i>	Hawche`	3.3%	3.2%	0.9%	7.4%
BORAGINACEAE	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Sisimk / tabaquillo	0.5%	3.2%	22.0%	25.7%
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis flexuosa</i>	chuchuk che'/ yoon xiiw	1.1%	6.5%	9.4%	17.0%
CELASTRACEAE	<i>Crossopetalum eucymosum</i>	Kambalkibche	3.7%	12.9%	3.1%	19.7%
GOODENIACEAE	<i>Scaevola plumieri</i>	Chunup de playa	2.1%	3.2%	1.4%	6.7%
MALVACEAE	<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón	0.8%	3.2%	6.9%	10.9%
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipan Xiw	2.2%	9.7%	1.4%	13.3%
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	6.0%	6.5%	17.2%	29.7%
RUBIACEAE	<i>Ernodea littoralis</i>	Desconocida	1.9%	9.7%	4.5%	16.1%
SAPOTACEAE	<i>Bumelia retusa</i>	Puts'mukuy/ Mulche	4.6%	9.7%	6.7%	21.0%
SOLANACEA	<i>Lycium carolinianum</i>	Ch`ilib tux de playa	1.3%	3.2%	0.3%	4.8%
SURIANACEAE	<i>Suriana marítima</i>	Pantsil	2.7%	3.2%	17.2%	23.1%
THEOPHRASTACEAE	<i>Jacquinia macrocarpa</i>	Pincha huevo	1.0%	6.5%	6.4%	13.8%
VERBENACEAE	<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de playa	0.6%	6.5%	0.3%	7.4%
13	15		100%	100%	100%	300%

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo estuvo conformado por un total de 19 especies, representados en 14 familias botánicas. De las especies registradas en este estrato se obtuvo que *Canavalia rosea* (Frijol de playa) fue la especie con el valor más alto de importancia ecológica con el 36.8%, seguido por las especies

Dicliptera assurgens (P'oklampix) con el 26.0%, *Selenicereus donkelaarii* (Chooch kan/ pol tsutsuy) con el 25.1% y *Cynodon dactylon* (Chimes su'uk) con el 25.6%. Por el contrario *Urechites andrieuxii* (Biperol) *Tillandsia dasyliiriifolia* (Xchu`u) *Passiflora foetida* (Xpoch' ak') fueron las especies de menor valor de importancia con valores por debajo del 5%.

Del total de las especies registradas en este estrato se tuvo que *Canavalia rosea* (Frijol de playa) y *Commicarpus scandens* fueron las especies con las mayores coberturas, por lo que destacaron como las especies más dominantes. *Ambrosia hispida* (Encaje / margarita de mar) y *Cynodon dactylon* (Chimes su'uk) fueron las más abundantes entre el resto de las especies y *Dicliptera assurgens* (P'oklampix) y *Agave angustifolia* (Ch'elem) fueron las más frecuentes y comunes entre los sitios de muestreo.

Tabla 24 Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo.

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMUN	DR	FR	DOR	IVI
ACANTACEAE	<i>Dicliptera assurgens</i>	P'oklampix	11.8%	11.8%	2.5%	26.0%
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i>	Ch'elem	7.1%	11.8%	4.7%	23.5%
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera ramosissima</i>	Sak pol tes	1.2%	5.9%	4.1%	11.2%
AMARANTHACEAE	<i>Iresine diffusa</i>	Sak tees xiw	1.2%	8.8%	1.9%	11.9%
APOCYNACEAE	<i>Urechites andrieuxii</i>	Biperol	0.4%	2.9%	1.1%	4.4%
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia dasyliiriifolia</i>	Xchu`u	1.2%	2.9%	0.3%	4.5%
CACTACEAE	<i>Acanthocereus pentagonus</i>	Numtsutsuy	3.5%	5.9%	0.8%	10.2%
CACTACEAE	<i>Opuntia stricta</i>	Pak'an / tsakam	3.9%	5.9%	2.6%	12.4%
CACTACEAE	<i>Selenicereus donkelaarii</i>	Chooch kan/ pol tsutsuy	7.5%	5.9%	11.8%	25.1%
COMMELINACEAE	<i>Commelina elegans</i>	pant'siu / Xpahtsa'	0.4%	2.9%	2.8%	6.1%
COMPOSITAE	<i>Ambrosia hispida</i>	Encaje / margarita de mar	16.1%	2.9%	2.1%	21.2%
COMPOSITAE	<i>Melanthera nivea</i>	Toplaixix	0.8%	5.9%	3.0%	9.6%
GRAMINEAE	<i>Bouteloua repens</i>	Nej ch'amak	9.4%	2.9%	4.4%	16.8%
GRAMINEAE	<i>Cynodon dactylon</i>	Chimes su'uk	16.5%	5.9%	2.3%	24.6%
GRAMINEAE	<i>Sporobolus virginicus</i>	ch'ilibil su'uk	8.6%	5.9%	0.4%	14.9%
LEGUMINOSAE	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa	2.0%	2.9%	31.9%	36.8%
NYGTAGINACEAE	<i>Commicarpus scandens</i>	Commicarpus scandens	1.2%	2.9%	19.3%	23.4%
ORCHIDACEAE	<i>Myrmecophila christinae</i>	Xon-ikni	6.7%	2.9%	3.5%	13.1%
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida</i>	Xpoch' ak'	0.8%	2.9%	0.5%	4.3%
14	19		100%	100%	100%	300%

ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITABILIDAD

A continuación se describe la diversidad y equitabilidad para cada estrato registrado en el predio del proyecto

Estrato arbóreo

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon Wiener la diversidad obtenida para el predio en el estrato arbóreo fue de un valor de $H=0.44$ con una equitabilidad de $J=0.64$ que de acuerdo a la escala de valoración de estos índices, sugiere que la diversidad vegetal que se desarrolla en el predio en este estrato es muy baja y pobre y donde la dominancia es alta. Era de esperarse una baja diversidad para este estrato, puesto que solo se registros dos especies.

Tabla 25 Índice de diversidad y equitabilidad del estrato arbóreo.

FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	P(I) = N/N	LN P(I)	P(I)*LN P(I)
LEGUMINOSAE	<i>Pithecellobium keyense</i>	Ts'iuche'	26	0.84	-0.18	-0.15
NYGTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	5	0.16	-1.82	-0.29
	2		31			
Índice de Shannon-Wiener (H)						0.44
Máxima diversidad H' max =						0.69
Equitabilidad (J)						0.64

Estrato arbustivo

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon Wiener la diversidad obtenida para el predio en el estrato arbustivo fue de un valor de H= 1.39 con una equitabilidad de J=0.51 que de acuerdo a la escala de valoración de estos índices, sugiere que la diversidad vegetal que se desarrolla en el predio en este estrato es muy bajo y donde la dominancia de ciertas especies es notable.

Tabla 26 Índice de diversidad y equitabilidad del estrato arbustivo.

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	P(I) = N/N	LN P(I)	P(I)*LN P(I)
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	Hulub	430	0.68	-0.38	-0.26
<i>Cordia globosa</i>	Hawche`	21	0.03	-3.40	-0.11
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Sisimk / tabaquillo	3	0.00	-5.35	-0.03
<i>Capparis flexuosa</i>	chuchuk che'/ yoon xiiw	7	0.01	-4.50	-0.05
<i>Crossopetalum eucymosum</i>	Kambalkibche	23	0.04	-3.31	-0.12
<i>Scaevola plumieri</i>	Chunup de playa	13	0.02	-3.88	-0.08
<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón	5	0.01	-4.84	-0.04
<i>Malva viscus arboreus</i>	Tulipan Xiw	14	0.02	-3.81	-0.08
<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	38	0.06	-2.81	-0.17
<i>Ernodea littoralis</i>	Desconocida	12	0.02	-3.96	-0.08
<i>Bumelia retusa</i>	Puts'mukuy/ Mulche	29	0.05	-3.08	-0.14
<i>Lycium carolinianum</i>	Ch`ilib tux de playa	8	0.01	-4.37	-0.06
<i>Suriana maritima</i>	Pantsil	17	0.03	-3.61	-0.10
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	Pincha huevo	6	0.01	-4.65	-0.04
<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de playa	4	0.01	-5.06	-0.03
15		630			
Índice de Shannon-Wiener (H)					1.39
Máxima diversidad H' max =					2.71
Equitabilidad (J)					0.51

Estrato herbáceo

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon Wiener la diversidad obtenida para el predio en el estrato herbáceo fue de un valor de H=2.49 con una equitabilidad de J=0.85 que de acuerdo a la escala de valoración de estos índices, sugiere que la diversidad vegetal que se desarrolla en el predio en este estrato es intermedia y donde la dominancia de ciertas especies es mínima.

Tabla 27 Índice de diversidad y equitabilidad del estrato herbáceo.

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	P(I) = N/N	LN P(I)	P(I)*LN P(I)
<i>Dicliptera assurgens</i>	P'oklampix	30	0.12	-2.14	-0.25
<i>Agave angustifolia</i>	Ch'elem	18	0.07	-2.65	-0.19
<i>Alternanthera ramosissima</i>	Sak pol tes	3	0.01	-4.44	-0.05
<i>Iresine diffusa</i>	Sak tees xiw	3	0.01	-4.44	-0.05
<i>Urechites andrieuxii</i>	Biperol	1	0.00	-5.54	-0.02
<i>Tillandsia dasyliiriifolia</i>	Xchu'u	3	0.01	-4.44	-0.05
<i>Acanthocereus pentagonus</i>	Numtsutsuy	9	0.04	-3.34	-0.12
<i>Opuntia stricta</i>	Pak'an / tsakam	10	0.04	-3.24	-0.13
<i>Selenicereus donkelaarii</i>	Chooch kan/ pol tsutsuy	19	0.07	-2.60	-0.19
<i>Commelina elegans</i>	pant'siu / Xpahtsa'	1	0.00	-5.54	-0.02
<i>Ambrosia hispida</i>	Encaje / margarita de mar	41	0.16	-1.83	-0.29
<i>Melanthera nivea</i>	Toplaixix	2	0.01	-4.85	-0.04
<i>Bouteloua repens</i>	Nej ch'amak	24	0.09	-2.36	-0.22
<i>Cynodon dactylon</i>	Chimes su'uk	42	0.16	-1.80	-0.30
<i>Sporobolus virginicus</i>	ch'ilibil su'uk	22	0.09	-2.45	-0.21
<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa	5	0.02	-3.93	-0.08
<i>Commicarpus scandens</i>	Commicarpus scandens	3	0.01	-4.44	-0.05
<i>Myrmecophila christinae</i>	Xon-ikni	17	0.07	-2.71	-0.18
<i>Passiflora foetida</i>	Xpoch' ak'	2	0.01	-4.85	-0.04
19		255			
Índice de Shannon-Wiener (H)					2.49
Máxima diversidad H' max =					2.94
Equitabilidad (J)					0.85

Comparando los tres estratos se tiene que el estrato herbáceo, obtuvo los valores más altos en cuanto a diversidad biológica, seguido por el estrato arbustivo y por último el arbóreo. De acuerdo a la escala de la valoración de los índices nos muestra que el estrato arbustivo presente una diversidad clasificada como intermedia a diferencia del estrato arbustivo y arbóreo donde la diversidad obtenida es considerada como muy baja y pobre, esta baja diversidad está asociada a las pocas especies registradas en estos estratos, además a la dominancia de algunas especies, ya que sus valores de equitabilidad fueron muy bajos en comparación al estrato herbáceo.

PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES VEGETALES BAJO EL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN LEGAL.

Se comparó la lista de organismos identificados en campo, con la de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, y se determinó que en el área que comprende el proyecto no se encontraron especies de flora Protegida en el predio.

c) Fauna silvestre.

INTRODUCCION

La fauna silvestre es un conjunto de especies animales que habitan en una región dada, son influidos por el ambiente, por lo que la geología, topografía, la hidrología, es decir, los factores del medio físico que determinan el tipo de vegetación que se presenta en cada lugar, también determinan la fauna

asociada a estos grupos vegetales. Además, la Fauna Silvestre forma parte del paisaje natural como un recurso escénico, y se destaca aún más por su valor ecológico (Semarnat, 2009).

En el estado de Yucatán se ha podido reconocer un total de 18 especies de anfibios, 87 de reptiles, 456 de aves y 89 especies de mamíferos (Chable Santos, Ricardo pasos, Hernández B. *et al*, 2010), sin embargo hoy en día existe una acelerada destrucción de los ecosistemas debido a las actividades antropogénicas que incluyen destrucción de hábitat causada por diversas actividades productivas; la influencia de compuestos químicos y tecnologías utilizados en la fertilización de suelos, fumigación de cultivos y la construcción de obras de ingeniería; entre otras. En este sentido la fauna silvestre ha tenido que adaptarse a las nuevas condiciones ambientales, por lo que actualmente es común observar algunas las especies se encuentren presentes en ambientes totalmente modificados y perturbados.

El presente estudio faunístico tiene como propósito determinar que especies se encuentran en el área de estudio y con base en ello inferir las condiciones ecológicas generales del sitio. Para ello se implementaron diferentes metodologías adaptadas a cada grupo faunísticos (Anfibios, Reptiles, Aves Y mamíferos) que a continuación se describe.

Métodos de muestro para el registro de fauna silvestre.

Las metodologías empleadas fueron de acuerdo a lo sugerido, aplicado y adaptado por diversos autores como Moreno, C. E .2001, Aranda, M. 2000, Hernandez y Gallina- Tessaro, 2011 entre otros. Para documentar el trabajo de campo y el registro de algunas especies, se tomaron fotografías.

Búsqueda intensiva

Este método consiste en buscar: anfibios, reptiles y mamíferos, realizando recorridos sin dirección fija, con desplazamiento lento y constante, revisando vegetación, cuerpos de agua, piedras, rocas y diverso material que sirva de refugio a los especímenes dentro de un hábitat determinado. Este método aporta información relativamente rápida de cuáles especies están presentes y de sus abundancias aproximadas en un sitio. Se planteó un recorrido por todo el predio debido a que la superficie del predio es pequeña. La identificación de la herpetofauna presente se realizó mediante las guías especializadas de Calderón *et. al* (2005) y Lee, J. C. 1996.

Estaciones por Puntos de Conteo: Aves

Este método consiste en contar todos los individuos detectados y/o escuchados dentro de un radio fijo establecido (50 m), para este caso y por las dimensiones del predio se optó la permanencia en el predio en un punto por 4 horas en la mañana y 2 horas antes de anochecer. Para la identificación del grupo de las aves se utilizaron la Guía de aves de México y Norte de América Central de Howell y Webb (1995); Chablé, J.; *et al* (2007), Aves comunes del sur de Yucatán Llamosa, E.; Rodríguez, G. (2008), Aves comunes de la Península de Yucatán entre otros.

Se establecieron 8 puntos de conteo, 4 ubicado en el predio y 4 en el área de influencia.

Tabla 28 Coordenadas de Puntos de muestreo de aves.

SITIO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM	
	ZONA 15 Q	
	X	Y
PREDIO		
1	803328.00	2342369.00
2	803317.00	2342407.00
3	803320.00	2342437.00
4	803303.00	2342464.00
AREA DE INFLUENCIA		
1	803512.00	2342497.00
2	803579.00	2342398.00
3	803135.00	2342309.00
4	803173.00	2342436.00

Estado de conservación

Para determinar el estado actual de riesgo de las especies, se tomó como base las categorías propuestas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, el cual se basa en la Protección ambiental de Especies nativas de México de flora y fauna silvestres en riesgo.

ANALISIS DE DATOS.

Con los resultados obtenidos se realizó un listado de fauna silvestre el cual se clasificaron por grupo Orden, Familia, Nombre científico y Nombre Común. Estos fueron ordenados y procesados utilizando los programas de computación de Microsoft Excel 2013. Posteriormente se calcularon y obtuvieron los siguientes parámetros de la comunidad faunística:

Riqueza de especies (S): Se obtuvo como el número de especies que conforman la comunidad de una determinada área y se define con la letra "S".

Abundancia relativa de las especies: La abundancia relativa (Ar) se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, se expresa en porcentaje y se calculó con la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{ni}{N} (100)$$

Donde:

Ar = Abundancia relativa.

ni = Número de individuos de la especie i

N = Número total de individuos

Diversidad de especies: Se estimó a partir del índice de Shannon-Weiner (H'), el cual se define como la sumatoria de los productos de la abundancia de cada especie por el logaritmo natural de dicha abundancia. Este índice toma valores de 0 a 5 donde valores inferiores a 2 son considerados zonas de baja diversidad.

Este se calculó mediante la fórmula:

$$H = -\sum Pi (\ln Pi)$$

Donde:

H= Índice de Shannon-Weiner

Pi = Densidad absoluta de la especie i

Ln Pi= Logaritmo natural de la densidad absoluta de la especie i.

Para complementar el análisis se calculó el Índice de Equitabilidad de Pielou (J') el cual mide la proporción de la diversidad obtenida con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, donde 1 corresponde a situaciones donde las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Este cálculo mediante la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H}{\ln(S)} \quad (100)$$

Donde:

J'= Índice de Equitabilidad de Pielou

H= Índice de Shannon-Weiner

Ln= Logaritmo natural

S= Número total de especies

RESULTADOS

En el predio se lograron registrar un total de 13 especies de fauna silvestre que se encuentran distribuidos en igual número de familias taxonómicas. Del total de especies registradas, 2 especies pertenecen al grupo de los reptiles y 11 al grupo de las aves. En el grupo de mamíferos y anfibios no se encontraron especies. La distribución de las especies registradas en cada grupo faunístico se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 29 Listado de fauna silvestre registrado en el predio.

GRUPO	FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMUN
REPTILES	PHRYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa
	TEIIDAE	<i>Aspidocelis angusticeps</i>	Merech rayado
	S=2	S=2	
AVES	CARDINALIDAE	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo
	CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura
	COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita
	CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy
	EMBERIZIDAE	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo
	FREGATIDAE	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta
	MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical
	PELECANIDAE	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo
	POLIOPTILIDAE	<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria
	TROCHILIDAE	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canela
	TYRANNIDAE	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario
S=11	S=11		

ESTADO DE CONSERVACION

De las 13 especies de fauna silvestre registradas, únicamente 1 se encuentran en listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Siendo *Sceloporus cozumelae* (Lagartija Espinoza) catalogada como especies sujeta a protección especial (Pr).

Tabla 30 Listado de fauna silvestre registrados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059
REPTILES	PHRYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija Espinoza	Pr
	S=1	S=1		

ABUNDANCIAS ABSOLUTA Y RELATIVAS

A continuación se muestran las abundancias absolutas y relativas por cada grupo de faunísticos registrados. No se consideraron los grupos mamíferos y anfibios toda vez que no se registraron especies.

REPTILES

En el grupo de reptiles se registraron únicamente dos especies repartidos en dos familias taxonómicas. De las especies de reptiles registrados en el predio se tuvo que *Sceloporus cozumelae* (Lagartija espinoza) fue la especie más abundante con 8 individuos y *Aspidocelis angusticeps* (Merech rayado) con apenas una abundancia de 2 individuos.

Tabla 31 Abundancia de reptiles en el predio.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA
PHRYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinoza	8	80%
TEIIDAE	<i>Aspidocelis angusticeps</i>	Merech rayado	2	20%
S=2	S=2		10	100%

AVES

En el grupo de las aves se identificaron un total de 11 especies distribuidas en igual número de familias. Del total de especies registradas se obtuvo que *Fregata magnificens* (Fragata Tijereta), fue la especie con la mayor abundancia relativa con un valor de 18%, seguido de las especies *Columbina passerina* (Tórtola coquita) y *Pelecanus occidentalis* (Pelícano pardo) ambas con una abundancia del 14% y *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero pijuy) con una abundancia relativa del 11%. El resto de las especies de aves presentaron abundancias relativas entre el 7 y 4%.

Tabla 32 Abundancia de aves en el predio.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA
CARDINALIDAE	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	2	7%
CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	2	7%
COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	4	14%
CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	3	11%
EMBERIZIDAE	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	1	4%
FREGATIDAE	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	5	18%
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	2	7%
PELECANIDAE	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo	4	14%
POLIOPTILIDAE	<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria	2	7%
TROCHILIDAE	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canela	1	4%
TYRANNIDAE	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	2	7%
S=11	S=11		28	100%

INDICE DE DIVERSIDAD

Reptiles

Los valores de diversidad calculada para este grupo fue de un valor de $H=0.50$ con una equitabilidad de $J=0.72$, lo que nos demuestra una diversidad muy baja y pobre, que si bien era de esperarse debido a la pocos especies registradas. En cuanto al valor de equitabilidad obtenido, muestra una ligera dominancia de la especie *Sceloporus cozumelae* (Lagartija espinosa)

Tabla 33 Índice de diversidad y equitabilidad del grupo de Reptiles.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	$P(I) = N/N$	$LN P(I)$	$P(I)*LN P(I)$
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa	8	0.8	-0.223	-0.179
<i>Aspidocelis angusticeps</i>	Merech rayado	2	0.2	-1.609	-0.322
S=2		10			
Índice de Shannon-Wiener (H)					0.50
Máxima diversidad $H' \max =$					0.69
Equitabilidad (J)					0.72

Aves

En cuanto a los valores de diversidad calculado para el grupo de las aves fue de un valor de $H=2.28$ con una equitabilidad de $H=0.95$, lo que sugiere que la diversidad obtenida para este grupo es considerada como intermedio, donde la distribución de los individuos es de manera uniforme.

Tabla 34 Índice de diversidad y equitabilidad del grupo de aves.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	$P(I) = N/N$	$LN P(I)$	$P(I)*LN P(I)$
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	2	0.07	-2.64	-0.19
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	2	0.07	-2.64	-0.19
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	4	0.14	-1.95	-0.28
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	3	0.11	-2.23	-0.24
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	1	0.04	-3.33	-0.12
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	5	0.18	-1.72	-0.31

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	P(I) = N/N	LN P(I)	P(I)*LN P(I)
<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	2	0.07	-2.64	-0.19
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo	4	0.14	-1.95	-0.28
<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria	2	0.07	-2.64	-0.19
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canela	1	0.04	-3.33	-0.12
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	2	0.07	-2.64	-0.19
S=11		28			
Índice de Shannon-Wiener (H)					2.28
Máxima diversidad H' max =					2.40
Equitabilidad (J)					0.95

Con los valores de abundancia obtenidos de todas las especies registradas en predio se calculó el índice de Shannon-Wiener y el correspondiente índice de equitabilidad. Los resultados muestran que la diversidad faunística dentro del área del proyecto es de un valor de H=2.39 con una equitabilidad de J=0.93, que de acuerdo a la escala de valoración de dichos índices nos indica que la diversidad obtenida es considerada como intermedia con una distribución homogénea de las especies. Si bien hay que tener en cuenta que la diversidad obtenida de la fauna silvestre está directamente influenciada por el grupo de las aves, dado que fueron los que presentan el mayor número de especies.

Tabla 35 Índice de diversidad y equitabilidad del predio.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	P(I) = N/N	LN P(I)	P(I)*LN P(I)
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa	8	0.211	-1.558	-0.328
<i>Aspidocelis angusticeps</i>	Merech rayado	2	0.053	-2.944	-0.155
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	2	0.053	-2.944	-0.155
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	2	0.053	-2.944	-0.155
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	4	0.105	-2.251	-0.237
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	3	0.079	-2.539	-0.200
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	1	0.026	-3.638	-0.096
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	5	0.132	-2.028	-0.267
<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	2	0.053	-2.944	-0.155
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo	4	0.105	-2.251	-0.237
<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria	2	0.053	-2.944	-0.155
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canela	1	0.026	-3.638	-0.096
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	2	0.053	-2.944	-0.155
S=13		38			
Índice de Shannon-Wiener (H)					2.39
Máxima diversidad H' max =					2.56
Equitabilidad (J)					0.93

FAUNA SILVESTRE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

En el área de influencia del proyecto se identificaron un total de 21 especies repartidas en 20 familias taxonómicas. Del total de las especies 3 corresponden al grupo de los reptiles 17 al grupo de las aves y 1 al grupo de los mamíferos. No se observaron anfibios en los muestreos. En la siguiente tabla se puede observar el listado de fauna silvestre registrado en el área de influencia del proyecto.

Tabla 36 Listado de fauna silvestre registrado en el área de influencia.

GRUPO	FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMUN	NOM-059
REPTILES	PHRYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinoza	Pr
	TEIIDAE	<i>Aspidocelis angusticeps</i>	Merech rayado	
	IGUANIDAE	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	A
	S=3	S=3		
AVES	CARDINALIDAE	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	
	CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	
	COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	
	CORVIDAE	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	
	CRACIDAE	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	
	CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	
	EMBERIZIDAE	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	
	FREGATIDAE	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	
	MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	
	PELECANIDAE	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo	
	PHOENICOPTERIDAE	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco rosado	A
	POLIOPTILIDAE	<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria	
	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris minutilla</i>	Playero diminuto	
	TROCHILIDAE	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canela	
	TYRANNIDAE	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	
	TYRANNIDAE	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	
VIREONIDAE	<i>Vireo pallens</i>	Víreo manglero	Pr	
	S=16	S=17		
MAMIFEROS	CANIDAE	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris, gato de monte	
	S=1	S=1		

Del total de especies registradas en el área de influencia del proyecto 4 se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de los cuales *Ctenosaura similis* y *Phoenicopterus ruber* se encuentran en la categoría de Amenazada (A) y *Sceloporus cozumelae* y *Vireo pallens* en la categoría de especies sujetas a protección especial (Pr).

ABUNDANCIAS ABSOLUTA Y RELATIVAS

A continuación, se muestran las abundancias absolutas y relativas por cada grupo de faunísticos registrado en el área de influencia del predio.

REPTILES

En el grupo de reptiles únicamente se registró 3 especies, de los cuales *Sceloporus cozumelae* fue la especie con la mayor abundancia con 10 individuos y una abundancia relativa del 76.9%, a esta le sigue la especie *Aspidocelis angusticeps* con una abundancia de 3 individuos y un valor de abundancia relativa del 23.1%. *Ctenosaura similis* fue la especie menos abundante con tan solo 2 individuos y una abundancia relativa del 15.4%.

Tabla 37 Abundancia de reptiles en el área de influencia.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA
PHRYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa	10	76.9%
TEIIDAE	<i>Aspidocelis angusticeps</i>	Merech rayado	3	23.1%
IGUANIDAE	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	2	15.4%
S=3	S=3		13	100%

AVES

En el área de influencia se registraron 17 especies de aves repartidos en 16 familias taxonómicas. Las especies con mayor abundancia dentro el área de influencia fueron *Pelecanus occidentalis*, *Fregata magnificens*, y *Columbina passerina* con una abundancia relativa del 11.8%. Posteriormente se encuentran las especies *Cathartes aura* y *Mimus gilvus* con el 10.3% de abundancia relativa. Por el contrario se tiene un conjunto de 9 especies, misma que presentaron los valores más bajos de abundancia relativa entre 1.5% y 2.9%.

Tabla 38 Abundancia de Aves en el área de influencia.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA
CARDINALIDAE	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	2	2.9%
CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	7	10.3%
COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	8	11.8%
CORVIDAE	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	2	2.9%
CRACIDAE	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	2	2.9%
CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	4	5.9%
EMBERIZIDAE	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	2	2.9%
FREGATIDAE	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	8	11.8%
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	7	10.3%
PELECANIDAE	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo	8	11.8%
PHOENICOPTERIDAE	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco rosado	6	8.8%
POLIOPTILIDAE	<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria	2	2.9%
SCOLOPACIDAE	<i>Calidris minutilla</i>	Playero diminuto	2	2.9%
TROCHILIDAE	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canela	3	4.4%
TYRANNIDAE	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	2	2.9%
TYRANNIDAE	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	2	2.9%
VIREONIDAE	<i>Vireo pallens</i>	Víreo manglero	1	1.5%
S=16	S=17		68	100%

MAMIFEROS

En el caso de los mamíferos solo se registró a la especie *Urocyon cinereoargenteus* con una abundancia de apenas un individuo.

Tabla 39 Abundancia de Mamíferos en el área de influencia.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA
CANIDAE	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris, gato de monte	1	100%
S=1	S=1			

INDICE DE DIVERSIDAD

La diversidad faunística en el área de influencia del proyecto fue de un valor de H=2.82 con un equitabilidad J=0.93, lo cual nos muestra una diversidad intermedia con una distribución homogénea de los individuos entre las especies.

Tabla 40 Índice de diversidad y equitabilidad de fauna silvestre en el área de influencia.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	P(I) = N/N	LN P(I)	P(I)*LN P(I)
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa	10	0.119	-2.128	-0.253
<i>Aspidocelis angusticeps</i>	Merech rayado	3	0.036	-3.332	-0.119
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	2	0.024	-3.738	-0.089
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	2	0.024	-3.738	-0.089
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	7	0.083	-2.485	-0.207
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	8	0.095	-2.351	-0.224
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	2	0.024	-3.738	-0.089
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	2	0.024	-3.738	-0.089
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	4	0.048	-3.045	-0.145
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	2	0.024	-3.738	-0.089
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	8	0.095	-2.351	-0.224
<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	7	0.083	-2.485	-0.207
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo	8	0.095	-2.351	-0.224
<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco rosado	6	0.071	-2.639	-0.189
<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria	2	0.024	-3.738	-0.089
<i>Calidris minutilla</i>	Playero diminuto	2	0.024	-3.738	-0.089
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canela	3	0.036	-3.332	-0.119
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	2	0.024	-3.738	-0.089
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	2	0.024	-3.738	-0.089
<i>Vireo pallens</i>	Víreo manglero	1	0.012	-4.431	-0.053
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris, gato de monte	1	0.012	-4.431	-0.053
21		84			
Índice de Shannon-Wiener (H)					2.82
Máxima diversidad H' max =					3.04
Equitabilidad (J)					0.93

En cuanto a la diversidad por grupo faunístico registrado en el área de influencia se obtuvo que el grupo de los reptiles presentaron una diversidad de $H=0.86$ con un equitabilidad de $J=0.78$, que nos indica una diversidad muy baja pobre y que la dominancia de especies es mínima. Era de esperarse la baja diversidad de este grupo debido a las pocas especies registradas.

Tabla 41 Índice de diversidad y equitabilidad de reptiles en el área de influencia.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	P(I) = N/N	LN P(I)	P(I)*LN P(I)
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa	10	0.667	-0.405	-0.270
<i>Aspidocelis angusticeps</i>	Merech rayado	3	0.200	-1.609	-0.322
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	2	0.133	-2.015	-0.269
3		15			
Índice de Shannon-Wiener (H)					0.86
Máxima diversidad H' max =					1.10
Equitabilidad (J)					0.78

El grupo de las aves en el área de influencia presentaron una diversidad de $H=2.63$, lo que nos sugiere una diversidad media de este grupo, el valor de Equitabilidad fue de $J=.093$ que demuestra una distribución homogénea de las especies.

Tabla 42 Índice de diversidad y equitabilidad de Aves en el área de influencia.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	P(I) = N/N	LN P(I)	P(I)*LN P(I)
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	2	0.03	-3.53	-0.10
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	7	0.10	-2.27	-0.23
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	8	0.12	-2.14	-0.25
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	2	0.03	-3.53	-0.10
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	2	0.03	-3.53	-0.10
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	4	0.06	-2.83	-0.17
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	2	0.03	-3.53	-0.10
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	8	0.12	-2.14	-0.25
<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	7	0.10	-2.27	-0.23
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano pardo	8	0.12	-2.14	-0.25
<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco rosado	6	0.09	-2.43	-0.21
<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria	2	0.03	-3.53	-0.10
<i>Calidris minutilla</i>	Playero diminuto	2	0.03	-3.53	-0.10
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canela	3	0.04	-3.12	-0.14
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	2	0.03	-3.53	-0.10
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	2	0.03	-3.53	-0.10
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	1	0.01	-4.22	-0.06
17		68			
Índice de Shannon-Wiener (H)					2.63
Máxima diversidad H' max =					2.83
Equitabilidad (J)					0.93

En el caso de los mamíferos no se obtuvo índice de diversidad, ya que se solo se registró un solo individuo.

IV.2.3 Paisaje.

El área donde se pretende realizar el proyecto se encuentra parcialmente cubierto de vegetación secundaria de duna costera, se asume que el sitio formó parte de plantaciones de cocales en varias décadas anteriores,

En el área del proyecto no se localiza dentro de un área natural protegida, sitio de interés cultural, arquitectónico o recreativo, así como tampoco presenta un paisaje urbano importante, sin embargo al encontrarse en una zona de muy baja intensidad de urbanización, la vista escénica de la playa si tiene un valor importante, por lo tanto se considera que la calidad del paisaje actual es media.

Para la identificación del paisaje en el sitio, basada en el proceso recomendado por Smardon, *et al*, en Canter, 2003¹, se realizó un inventario de los recursos visuales del sitio, a continuación se presenta una lista de chequeo sobre la presencia o ausencia de recursos visuales y terrenos visualmente frágiles en el área del proyecto:

Tabla 43 Listado de recursos visuales y terrenos visualmente frágiles en el sitio.

RECURSOS VISUALES / TERRENOS VISUALMENTE FRÁGILES	PRESENCIA	
	SI	NO
Áreas Naturales Protegidas.		X
Cuerpos de agua recreativos, escénicas o naturales establecidas por una institución estatal		X
Áreas recreativas de gestión pública o privada		X
Estructuras arquitectónicas y lugares de importancia cultural.		X
Lugares históricos o arqueológicos incluidos en los Catálogos Nacional o Estatal de sitios históricos.		X
Vistas escénicas.	X	
Paisajes urbanos importantes (corredores visuales, monumentos, esculturas, plantaciones paisajísticas y/o espacios verdes urbanos).		X
Elementos arquitectónicos y estructuras de importancia que representen el estilo de la comunidad.		X

IV.2.4 Aspectos Abióticos.

a) Demografía

Número de habitantes por núcleo de población identificado.

Sisal es un puerto mexicano ubicado en el litoral nor-poniente del Estado de Yucatán, en el Golfo de México y localizado en el municipio de Hunucmá.

De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2010 efectuado por el INEGI, la población total del municipio de Hunucmá es de 24,910 habitantes, de los cuales 12,351 son hombres y 12,559 son mujeres.

¹ Canter, L. 2003. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Pags. 570-599.

De acuerdo a los resultados que presenta el II Censo de Población y Vivienda del 2010, el municipio cuenta con un total de 8,133 habitantes. En el municipio de Dzidzantún, de acuerdo al II Censo de Población y Vivienda efectuado por el INEGI se presentan los siguientes datos:

Tabla 44 Población por municipio según población total.

Población total	Población total hombres	Población total mujeres	Relación hombre/mujer
24,910	12,351	12,559	24,910

Fuente: INEGI. II Censo de Población y Vivienda de 2010.

La población total del municipio en 2010 fue de 24,910 personas, lo cual representó el 1.4% de la población en el Estado.

Tasa de crecimiento de población considerando por lo menos 10 años antes de la fecha en que se realiza la Manifestación de Impacto Ambiental.

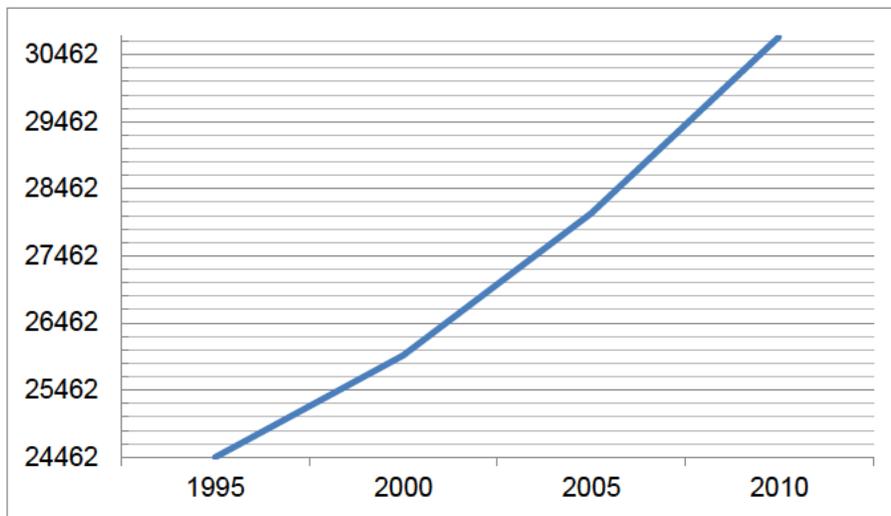


Figura 15 Crecimiento poblacional en el municipio de Hunucmá.

Distribución y ubicación de núcleo de poblaciones cercanas al proyecto y a su área de estudio.

El área de estudio se encuentra dentro de la localidad de Sisal, municipio de Hunucmá, el sitio del proyecto aunque se encuentra dentro de dicha localidad, sin embargo fuera del área urbana.

- **Vivienda**

Oferta y demanda en el área y cobertura de servicios básicos en el núcleo de población.

Vivienda.

De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2010 efectuado por el INEGI, el municipio de Hunucmá cuenta con total de 7,230 viviendas habitadas, el resto esta deshabitadas o son de uso temporal.

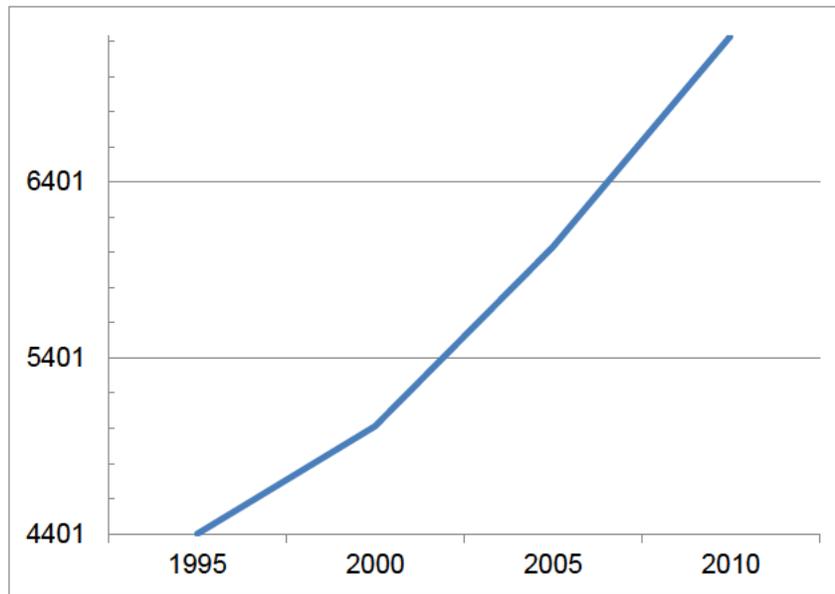


Figura 16 Incremento histórico de viviendas habitadas en Hunucmá.

- **Servicios básicos.**

De acuerdo a los resultados que presenta el II Censo de Población y Vivienda del 2010, en el municipio de Hunucmá se cuentan con 7,230 viviendas. De acuerdo a datos recabados por el Sistema para la Consulta del Anuario Estadístico de Yucatán se describe el número de viviendas según material de construcción predominante en pisos:

Tabla 45 Número de viviendas según material de pisos.

Municipio	Viviendas particulares habitadas	Material en pisos		Promedio de ocupantes en viviendas.
		Con piso diferente de tierra	Madera, mosaico y otro material	
Hunucmá	7230	4400	2601	4.26

Fuente: II Censo de Población y Vivienda 2010.

La disponibilidad de servicios básicos son indicadores que inciden en un mayor o menor nivel de bienestar al interior de la vivienda, por tanto, en la calidad de vida de sus ocupantes. El H. Ayuntamiento de Hunucmá administra los servicios de agua potable, mantenimiento y conservación del alumbrado público, mercados, rastros, parques y panteones.

Servicios públicos.

Las coberturas de los servicios públicos, de acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2010 efectuado por el INEGI, son las siguientes:

Tabla 46 Cobertura de servicios básicos en el municipio.

Servicio	Viviendas	Cobertura %
Energía eléctrica	2,236	97%
Agua entubada	1,566	68%
Drenaje	1,816	80%

Fuente: II Censo de Población y Vivienda de 2010.

Urbanización

Vías y medios de comunicación existentes, disponibilidad de servicios básicos y equipamiento.

- **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 220.3 km. Las vialidades interiores que se localizan dentro del municipio de Hunucmá se mantienen con niveles de servicio considerablemente bajos.

Medios de Transporte.

Terrestres.

La ruta de transportes que llevan desde el centro de la ciudad hasta la zona del proyecto, esta compuestas por líneas de y transporte del Oriente, Autotransporte centro, y Linea Maya.

Aéreos.

En el municipio no existe aeropuerto alguno, sin embargo el más cercano es el que se ubica en la ciudad de Mérida "Lic. Manuel Crescencio Rejón".

Marítimos.

La localidad de Sisal cuenta con un puerto de abrigo. La terminal marítima de mayor importancia en el estado es el recinto portuario de Progreso.

- **Medios de comunicación.**

El municipio de Hunucmá, cuentan con red de comunicaciones terrestres y los servicios de correo, telégrafo, teléfono, radiodifusión, televisión y prensa. Está comunicada con todas las poblaciones del estado a través de la red de carreteras federales y estatales.

Teléfono.

La red telefónica de la ciudad se ha transformado notablemente, incrementando el número de sus líneas, que para cubrir más áreas urbanas son conducidas por medio de cable multilínea suspendidos por medio de postes de madera embreados. En las líneas troncales se han introducido los conductos subterráneos, que además de tener más capacidad para alojar cables, ofrecen mayor protección mejorando las condiciones de transmisión de mensajes.

Actualmente, además de aplicarse programas de automatización de centrales y modernización de equipo los cables metálicos son sustituidos por ases de fibra óptica, con mayor capacidad productiva y libre de interferencias.

El sistema de Larga Distancia Automática enlaza a Hunucmá con todo el mundo a través de la red de microondas y satélites de telecomunicaciones. Además de Teléfonos de México, desde 1997 este sistema lo ofrecen en el país compañías como A&T y Avantel.

En la década pasada se introdujo el servicio de telefonía celular a la ciudad, fue concesionado el servicio a compañías privadas: *Telcel, Portatel, Movistar, Iusacell*, cuya cobertura se realiza por medio de torres transmisoras que cubren amplios radios de acción, estando enlazadas a la red de Teléfonos de México S.A. y vía satélite con otras regiones.

Los progresos de este servicio son acelerados, pues se ha incrementado considerablemente por un sistema de pago por tarjetas, cada día más solicitado por la población. Su labor comunicativa es complementada por revistas de menor cobertura y permanencia en la circulación.

- **Salud y seguridad social**

Sistema y cobertura de la seguridad social.

Los servicios médicos cubren desde la consulta externa en el sector público. El municipio cuenta con seis unidades médicas (0.7% del total de unidades médicas del estado). El personal médico corresponde a seis personas (0.1% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica es de 2 frente a la razón de 10.4 en todo el estado.

De acuerdo a los datos recabados por el INEGI el municipio de Hunucmá la población afiliada a las siguientes instituciones médicas es la siguiente:

Tabla 47 Población afiliada a instituciones de salud.

Hunucmá	IMSS	ISSSTE
7320	8350	713

Fuente: II Censo de Población y Vivienda. INEGI 2010.

- **Educación**

En 2010, el municipio se cuenta con nivel académicos desde preescolar con 11 centros educativos, hasta bachillerato con 5 centros educativos. Existe una población de nivel profesional de 1,043 personas.



Figura 17 Población con nivel profesional en el municipio de Hunucmá.

- **Equipamiento**

Drenaje.

Dadas las características del suelo, no existe un sistema de drenaje; la disposición de las aguas residuales domésticas se efectúa a fosas sépticas, de las cuales se tienen en el 80% de las casas habitación.

Relleno sanitario.

El municipio del proyecto no cuenta con un sitio de disposición de residuos sólidos, refiere la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA).

Tiradero a cielo abierto.

El H. Ayuntamiento de Hunucmá es el encargado de prestar el servicio de recolección de basura, este se realiza de manera gratuita.

Basurero municipal.

No se cuenta con un basurero ya que todos los residuos son dirigidos a los sitios de disposición mencionados anteriormente.

Agua potable

Este servicio lo presta la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán (JAPAY) el cual abarca toda la ciudad de Mérida y sus municipios.

Energéticos (combustible)

El municipio de Hunucmá cuenta con una estación de servicio.

Energía Eléctrica.

La Comisión Federal de Electricidad proporciona el servicio de energía eléctrica y para el año 2010 el 97 % de las viviendas contaban con energía eléctrica. En el área del proyecto, se tiene 97.53% de cobertura de este servicio, se puede observar el paso de las líneas de alta y media tensión cerca del sitio del proyecto.

b) Factores socioculturales

- **Presencia de grupos étnicos y religiosos.**

De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2010 efectuado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) la población de 5 años y más, hablante de lengua indígena en el municipio asciende 6,797 personas.

- **Localización y caracterización de recursos y actividades culturales y religiosas identificadas en el sitio donde se ubicará el proyecto.**

Dependiendo de los días en que se lleve a cabo el Carnaval y la Cuaresma, se realiza la fiesta en honor de la Virgen de Tetiz; del 10 al 15 de agosto se festeja a la Virgen de la Asunción; del 28 al 31 de enero, se festeja Corpus Cristi; la última semana de agosto, fiesta en honor del Cristo de Hunucmá, en Sisal.

Para las festividades de todos los Santos y fieles difuntos se acostumbra colocar un altar en el lugar principal de la casa, donde se ofrece a los difuntos la comida que más les gustaba y el tradicional Mucbil pollo, acompañado de atole de maíz nuevo, y chocolate batido con agua. En las fiestas regionales los habitantes bailan las jaranas, haciendo competencias entre los participantes.

Tipo de organizaciones sociales predominantes

En el área del proyecto no existen organizaciones sociales participantes.

ASPECTOS ECONÓMICOS

Región económica a la que pertenece el sitio del proyecto, según la clasificación del INEGI, y principales actividades productivas.

El municipio de Hunucmá pertenece a la región económica "B" según la clasificación del INEGI. Las principales actividades económicas en el municipio son la agricultura, ganadería y la industria manufacturera y el comercio.

Ingreso per cápita por rama de actividad productiva, población económicamente activa (PEA) con remuneración por tipo de actividad, salario mínimo vigente, PEA que cubre la canasta básica.

De acuerdo con cifras al año 2000 presentadas por el INEGI, la población económicamente activa del municipio asciende a 9,412 personas, de las cuales 9,376 se encuentran ocupadas y se presenta de la siguiente manera:

Tabla 48 Población económicamente activa distribuida por sector.

Sector	Porcentaje
Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)	21.52
Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	32.37
Terciario (Comercio, turismo y servicios)	44.17
Otros	1.94

Salario mínimo vigente.

El salario mínimo del área del proyecto, así como para todo el país es de \$80.04, vigente desde el 01 de enero de 2017.

Empleo: PEA ocupada por rama productiva, índice de desempleo, relación oferta – demanda.

La población económicamente activa por rama productiva es la siguiente:

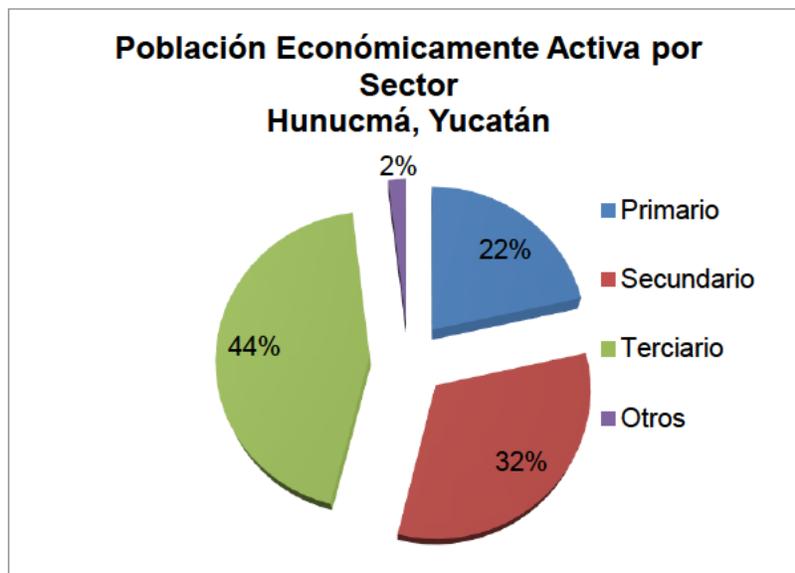


Figura 18 Distribución de la PEA en el municipio de Hunucmá, por sector económico.

Problemática social

- *En el paisaje isla de barrera.*

En relación a la problemática social, en el POETCY se considera que esta se concentra en la isla de barrera, por ser el lugar de residencia de la mayor parte de la población que depende de la pesca. La concentración de la riqueza generada por la actividad pesquera, las prácticas de acaparamiento e intermediarismo, el poco desarrollo de valor agregado, la competencia por el recurso entre grupos locales y con los inmigrantes temporales, las pocas opciones de trabajo para la mujer, unidas a la sobreexplotación del recurso subyacen tras la problemática del bajo ingreso del pescador que, a su vez, es el origen de gran parte de la problemática social de estas localidades.

Las estrategias de subsistencia se basan en actividades temporales y de bajo potencial económico, y están reproduciendo a escala informal los problemas de competencia por el recurso, sobreexplotación y bajos ingresos. Los programas de gobierno no favorecen desarrollos endógenos porque son de carácter paliativo, asistencial, de corto plazo, con escasa capacitación, manejo poco transparente, promueven la dependencia, la corrupción y limitan las capacidades de auto organización. Hasta el momento no hay alternativas ocupacionales suficientes para los tiempos inactivos de la actividad pesquera. El alcoholismo, drogadicción, desintegración y violencia familiar y social son resultado de lo anterior agravado por la partidización política y la división religiosa que están generando una desintegración del tejido social en mayor o menor medida en prácticamente todos los puertos.

A pesar de contar con un recurso de alto valor nutricional, de presentar mejores condiciones en la mayor parte de los indicadores sociales, y de tener cercanía y buena comunicación con las principales ciudades del estado, hay evidencia de incremento en el riesgo nutricional en Celestún, Progreso, Río Lagartos y San Felipe. La tasa de mortalidad infantil se incrementó en seis municipios, las neumonías y enfermedades infecciosas persisten como causa de muerte, y existe un incremento en la mortalidad por enfermedades crónico degenerativas (hipertensión, diabetes y obesidad). El porcentaje de analfabetismo va de 8% a 20 % y el nivel educativo no responde a las necesidades locales; y la emigración hacia Cancún, Mérida y otros destinos es casi equivalente a la inmigración.

La inmigración, aunque en menor medida que en décadas pasadas, continúa siendo un factor de conflicto social dado la sobreexplotación del recurso pesquero y la reducción del espacio habitable en la barra arenosa. Por otra parte, el incremento de las casas de veraneo y las nuevas funciones que éstas adquieren son un factor de marginación y exclusión para la población local, por la especulación con terrenos de alto valor escénico en las playas y por las barreras físicas y psicológicas que limitan el acceso a la playa.

En el municipio de Progreso las casas de veraneo forman un continuo urbano que se expande casi hasta Telchac Puerto y que provoca una unión de los diferentes poblados existentes en esta franja. En todo el litoral de estos municipios las casas de verano han modificado el paisaje provocando la desaparición de las dunas costeras, provocando afectaciones importantes al transporte litoral de sedimentos. Esta afectación se incrementa en áreas con construcción de escolleras y espigones. Otros puertos como Celestún, Sisal, Santa Clara y el Cuyo están experimentando un incremento de construcciones veraniegas con similares efectos sobre la duna costera.

A todo lo largo de la isla de barrera predomina la tenencia privada de la tierra y los pocos ejidos costeros están vendiendo sus parcelas. El poblamiento de la isla de barrera conlleva en términos ambientales:

- 1) **Un impacto sobre la estabilidad de la barra, que varía dependiendo del ancho y la altura de las dunas y del grado de remoción de la vegetación. De acuerdo a este criterio la zona centro del territorio costero presenta una alta vulnerabilidad debido a que tiene mayor desarrollo de casas de veraneo y se prevé un incremento en el futuro inmediato. Es importante señalar que en el estado de Yucatán el desarrollo de vivienda urbana en la isla de barrera implica la remoción total de la vegetación.**
- 2) **La mala disposición de la basura urbana e industrial y la falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales que generan altas concentraciones de contaminantes que se transmiten a aguas subterráneas y paisajes colindantes. El incremento de vivienda implica mayor consumo de agua, que ocasiona una presión sobre la calidad del acuífero.**
- 3) **El impacto sobre las playas y que afecta zonas de anidamiento de tortugas.**
- 4) La creación de infraestructura portuaria que implica el dragado de los puertos con el consiguiente abatimiento del espesor de agua aprovechable, con el riesgo de ruptura del acuitardo (caliche).
- 5) Problemas de contaminación debidos al manejo de grasas, aceites, ácidos usados en el mantenimiento y operación de embarcaciones, a la basura vertida directamente al agua desde las embarcaciones y las instalaciones de procesamiento de la pesca. Este esquema se agrava por el abandono de instalaciones industriales y embarcaciones, resultado a su vez de la problemática del decaimiento de la actividad.

Otra de las actividades que afectan directamente a la isla de barrera es la turística en sus tres modalidades: 1) turismo de sol y playa, 2) turismo de crucero y 3) turismo alternativo de bajo impacto. Estas actividades han propiciado la creación de empleo en el ramo de restaurantes, de actividades recreativas y artesanales. Actualmente hay muchos intereses en reconvertir la región al turismo, mezclando modalidades arriba mencionados y mercados potenciales principalmente de origen internacional. Y de alto impacto económico. Esta proyección ha ocasionado una especulación con la tierra lo que ha ocasionado un incremento desproporcionado del precio de la tierra.

- *En el área de influencia del proyecto.*

El área de influencia del proyecto se encuentra parcialmente impactado, principalmente por trazo caminos existentes, sin embargo, aunque es posible observar áreas que aun cuentan con vegetación en buen estado de conservación con especies propias de las dunas costeras.

- *En el área del predio.*

El predio no está situado dentro de un área urbana, así como tampoco se realizan actividades de pesca cerca del predio. En el terreno donde se encuentra el proyecto no se presenta la problemática social por la sobre explotación del recurso pesquero.

El predio es propiedad privada y no afectará ningún acceso público a la playa, así como respetará la altura máxima permitida y el porcentaje de construcción, por lo que no se considera que el proyecto contribuya a la marginación y/o exclusión de la población local.

Contexto legal

- *En el paisaje isla de barrera.*

Uno de los conflictos más comunes en esta zona es que se han cerrado calles de acceso a la playa al construir conjuntos de nuevas viviendas veraniegas. De acuerdo con el artículo 17 del Reglamento de ZOFEMAT, "Los propietarios de los terrenos colindantes con la zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, deberán permitir, cuando no existan vías públicas u otros accesos para ello, el libre acceso a dichos bienes de propiedad nacional, por lugares que para tal efecto convenga la Secretaría con los propietarios, teniendo derecho al pago de la compensación que fije la Secretaría con base en la justipreciación que formule la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales".

La creación de infraestructura habitacional y turística implican, en la mayor parte de los casos, la **remoción de la vegetación de la duna costera**. Hasta el momento no existe ley específica alguna que evite la a remoción de la vegetación de la duna costera. La única ley que la protege, aunque de manera muy escueta, es la Ley General de Vida Silvestre, la cual en su artículo 122, fracción I establece como infracción realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley.

- *En el área de influencia del proyecto.*

Dentro del área de influencia del proyecto, no se encuentra viviendas, puesto que es una zona en proceso primario de urbanización, únicamente se pueden observar el trazo de camino existentes que recorren paralelamente a la costa, mismo que da acceso a terrenos de la zona.

El área de influencia está conformado en un 8% por arena o playa, el 4% por caminos, el 89% lo conforma una vegetación de Matorral Costero.

- *En el predio.*

El predio colinda al sur con una calle de arena, el proyecto no considera obstruir ningún tipo de calle o acceso público.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental.

Integración e interpretación del inventario ambiental.

De acuerdo a la Guía, los criterios de valoración para describir el escenario ambiental, identificar la interrelación de los componentes y de forma particular, detectar los puntos críticos del diagnóstico, que pueden ser considerados, son los siguientes:

- **Normativos.** Las normas aplicables a este tipo de proyectos son escasas. Se identifica la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la cual no se encontró ninguna especie de flora enlistada en el área del proyecto. Adicionalmente durante la construcción, se deben cumplir las relativas al manejo de los residuos sólidos y al control de emisiones a la atmósfera y aunque el proyecto no está sujeto a

restricciones en su operación, se deben tomar las medidas necesarias para evitar dañar ejemplares de esta especie y contaminar el suelo, agua y aire.

Al respecto es de mencionarse que no se tuvo evidencia de que existan en la zona programas de conservación o protección de alguna especie amenazada.

El proyecto no se encuentra incluido en algún área protegida, y se ajusta a los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico aplicable al sitio (POETCY).

- **De diversidad.** Se identificaron en el lugar de estudio 36 especies vegetales principales pertenecientes a 25 familias, con lo que se evidencia una diversidad baja, característica de zonas perturbadas.

- **Rareza.** No se da este atributo en el paisaje valorado. Como se ha mencionado, la biocenosis presente, es prácticamente idéntica a la duna de toda la costa yucateca y no se encontró alguna especie o circunstancia que se pueda calificar como rara.

- **Naturalidad.** La biocenosis presente en el sitio es el resultado de la sucesión, lo que indica una fuerte perturbación por influencia humana y no representa un estado natural.

- **Grado de aislamiento.** No se trata de un sitio aislado, pues la vía de comunicación de acceso se encuentra en muy buenas condiciones, la presencia humana es constante debido a las visitantes de las playas yucatecas y al aprovechamiento que se hace de los recursos naturales, como la pesca, recolecta de leña, ecoturismo, etc.

En general la estructura de la asociación vegetal es de conservación moderada, debido las actividades humanas que se desarrollaron en la zona en años atrás.

Síntesis del inventario.

La zona de estudio está ocupada por una asociación vegetal de tipo duna costera en proceso de sucesión, después de pasar por varios estadios de aprovechamiento (plantaciones de coco) y con perturbación humana. La fauna identificada y reportada es acorde con el hábitat vegetal. No se encuentra en el sitio una estructura ecosistémica excepcional.

El turismo y la habitación de una vivienda unifamiliar puede integrarse al medio, manteniendo la calidad del ambiente al controlar las descargas de aguas residuales, los residuos sólidos y los impactos ambientales negativos que pudiera ocasionar la construcción del proyecto.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el presente capítulo, se identifican, caracterizan y clasifican los efectos que tendrán sobre el medio ambiente la construcción y operación de la “**CASA DE VERANO**”. Se incluyen algunos efectos sobre el medio socioeconómico, ya que estos son objetivos inherentes al proyecto, y son de antemano positivos.

Como marco de referencia, el proyecto en cuestión se encuentra ubicado en una zona costera al oeste de Yucatán, en un predio de **2,242.13 m²** que presenta escasas alteraciones de origen atropogénico, y cuenta con vegetación secundaria derivada de matorral de duna costera, con especies propias de la zona de pioneras; el proyecto consiste en la construcción y operación de una casa unifamiliar que será utilizada como segunda residencia, aunque podrá estar ocupada durante todo el año.

En las diversas etapas del proyecto, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, son responsabilidad del promovente.

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de impacto ambiental de un proyecto es claramente una herramienta de previsión y en su caso de prevención, adquiriendo sentido cuando su resultado influye en la toma de decisiones de las actividades que lo componen, desde el nivel cero, permitiendo que todo siga como se planeó o en términos drásticos cancelando su ejecución, en función de que se identifiquen afectaciones a los ecosistemas donde se lleva a cabo y de su zona de influencia, o malas prácticas que pongan en riesgo la estabilidad de los mismos.

En este caso, se trata de un proyecto de construcción y operación de una casa habitación en un ecosistema costero, en un predio inmerso en una zona en proceso de urbanización, para lo cual se prevé la habilitación del área para una operación óptima, con generación de efectos negativos y positivos, cuya responsabilidad en la magnitud de éstos durante la operación y la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación, corresponde a los propietarios.

Descripción de la metodología.

Primera fase: identificación de impactos.

La primera fase de cualquier evaluación de impacto ambiental, es la **identificación de impactos**, lo cual se realiza en la metodología según dos líneas paralelas, una que analiza el proyecto y que desemboca en la identificación de las *acciones* de éste susceptibles de producir impactos significativos y otra que analiza el entorno afectado para identificar los *factores* del medio que presumiblemente serán alterados por aquellas acciones; ambas líneas confluyen en una tarea destinada específicamente a la identificación de efectos potenciales mediante la búsqueda de relaciones causa-efecto entre las acciones y los factores, utilizando para ellos técnicas adecuadas. (Gómez, 2003).

En este caso, la descripción del proyecto se presenta en el capítulo II, y los componentes del sistema ambiental se describen en el capítulo IV. Una vez identificados las *acciones* y los *factores ambientales*, se procede a la identificación de las relaciones causa-efecto entre ellas. La técnica empleada para descubrir las relaciones causa-efecto utilizada será una **matriz de relación causa-efecto**, que consiste en cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto causa de impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos, ambas entradas identificadas en tareas anteriores.

Después de llenada la matriz correspondiente, se posibilita identificar los impactos potenciales que se presentarán por la preparación del sitio, la construcción y la operación del proyecto, quedando un listado final.

Segunda fase: evaluación de impactos.

Ya que se han identificado los impactos ambientales potenciales del presente proyecto, se les aplica un **valor** a cada uno de ellos, bajo un criterio subjetivo y presentado en una matriz modificada. Para poder aplicarles un valor, se requiere una descripción explícita de cada uno de los impactos, **describiendo** sus implicaciones e importancia.

Para la valoración de los impactos se aplica parámetros bajo la siguiente escala:

Tabla 49 Criterios de clasificación de los impactos ambientales.

CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS			
CARACTERÍSTICA	CLASIFICACIÓN		
Carácter	Positivo (1)	Negativo (-1)	Neutro (0)
Perturbación	Importante (3)	Regular (2)	Escasa (1)
Importancia	Alta (3)	Media (2)	Baja (1)
Ocurrencia	Muy probable (3)	Probable (2)	Poco probable (1)
Extensión	Regional (3)	Local (2)	Puntual (1)
Duración	Permanente (3)	Media (2)	Corta (1)
Reversibilidad	Irreversible (3)	Parcial (2)	Reversible (1)

Para la valoración de los impactos se utiliza la siguiente relación:

$$\text{Impacto Total} = C * (P+I+O+A+D+R)$$

Finalmente los resultados obtenidos se contrastan con la siguiente escala:

Tabla 50 Escala de condición del impacto.

CONDICIÓN DEL IMPACTO	NEGATIVO	POSITIVO
ALTO	> -45	> 45
MEDIO	-30 a -45	30 a 45
BAJO O COMPATIBLE	<-15	<15

Tercera fase: evaluación global del proyecto

Finalmente para determinar el impacto total del proyecto sobre el medio, y así recomendar su aceptabilidad o no, se presenta el *escenario modificado por el proyecto*, es decir se describe la condición de los factores ambientales según la predicción de su estado una vez alterado por el proyecto.

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

a. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES.

Siguiendo la metodología descrita anteriormente, a partir de la información presentada en los primeros capítulos de este documento y el análisis de la misma, las acciones del proyecto susceptibles a producir impactos son las siguientes:

Tabla 51 Identificación de acciones susceptibles a generar impactos.

ETAPA	ACTIVIDADES
PREPARACIÓN	Remoción vegetación herbácea y arbustiva
CONSTRUCCIÓN	Excavaciones, nivelación y compactación
	Obra civil
	Implementación de sistema eléctrico
	Implementación del sistema hidrosanitario
	Carpintería
	Equipamiento de baños y cocina
	Acabados
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Arreglo paisajístico
	Habitación
	Mantenimiento

b. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES.

Los factores relevantes se presentan a continuación organizados en esquematizados tres niveles:

Tabla 52 Identificación de factores ambientales.

MEDIO	FACTOR	SUBFACTOR
FÍSICO	Agua subterránea	Calidad del recurso
		Cantidad del recurso
	Suelo	Topografía
		Erosión
		Infiltración y drenaje
		Calidad
BIOLÓGICO	Vegetación	Vegetación secundaria
		Duna costera
	Fauna	Especies de fauna silvestre
		Especies de Avifauna
		Hábitat de fauna silvestre
SOCIOECONÓMICO	Población	Empleo
		Valor del uso de suelo
	Servicios	Demanda de servicios
	Actividades económicas	Infraestructura turística
	Paisaje	Calidad del paisaje

c. IDENTIFICACIÓN DE INTERACCIONES: Matriz de causa efecto.

Una vez identificados las actividades del proyecto y los factores del medio susceptibles a recibir los impactos derivados de dichas actividades, se presenta en la siguiente hoja una matriz de causa-efecto, en donde se identifican con una "X" las interacciones entre sí.

Tabla 53 Matriz de identificación de impactos.

ETAPA			PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
MEDIO	FACTOR	ACTIVIDAD/ SUBFACTOR	Remoción vegetación herbácea	Excavaciones, nivelación y compactación	Obra civil	Infraestructura hidrosanitaria y eléctrica	Carpintería	Acabados	Arreglo paisajístico	Consumo de agua	Generación aguas residuales	Generación de residuos sólidos	Demanda de energía eléctrica	Mant. Áreas verdes	Mant. Servicios	Mant. Infraestructura	
FÍSICO	Agua subterránea	Calidad del recurso			x	x	x	x	x		x						
		Cantidad del recurso			x	x	x	x	x	x	x				x		
	Suelo	Topografía			x												
		Erosión	x	x		x									x		
		Infiltración y drenaje			x	x			x						x		
		Calidad										x	x		x	x	x
BIOLÓGICO	Vegetación	Vegetación secundaria	x						x					x			
		Primera duna costera	x						x					x			
	Fauna	Especies de fauna silvestre			x				x								
		Especies de Avifauna							x						x		
		Hábitat de fauna silvestre							x						x		
SOCIOECONÓMICO	Población	Empleo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Valor del uso de suelo			x	x	x	x	x							x	x
	Servicios	Demanda de servicios	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Actividades económicas	Infraestructura turística			x	x	x	x	x						x	x	
	Paisaje	Calidad del paisaje			x				x	x					x		

d. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

De la matriz anterior, se identifican los siguientes impactos potenciales en cada una de las etapas del proyecto:

Tabla 54 Listado de impactos ambientales identificados.

ETAPA	IMPACTO
I. PREPARACIÓN DEL SITIO	I.a. Remoción de vegetación secundaria de duna costera.
	I.b. Generación de empleos.
	I.c. Modificación del escenario actual.
	I.d. Afectación a vegetación de la primera duna costera.
II. CONSTRUCCIÓN	II.a. Reducción de la superficie natural disponible para la infiltración del suelo.
	II.b. Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.
	II.c. Contaminación del agua subterránea por descargas de aguas residuales sin tratamiento.
	II.d. Generación de empleos.
	II.e. Incremento calidad de vida.
	II.f. Modificación de paisaje.
III. OPERACIÓN	III.a. Contaminación del suelo por residuos sólidos.
	III.b. Contaminación del acuífero por aguas residuales sin tratamiento.
	III.c. Modificación de la calidad de vida.
	III.d. Incremento en la demanda de servicios.
	III.e. Mantenimiento de áreas de conservación.

V.1.1 Descripción y clasificación de los impactos.

A continuación se describen y clasifican cada uno de los impactos ambientales detectados, de acuerdo a la etapa del proyecto de posible ocurrencia. Como se ha mencionado anteriormente, la construcción del proyecto se realizará en una sola etapa que se estima tenga una duración máxima de 5 años, y la operación de las casa se prevé sea permanente y estará determinado por la ocupación de esta por sus habitantes.

I. Etapa: Preparación del sitio

I.a. *Remoción de vegetación secundaria de duna costera.*

Descripción: Es necesaria para la primera fase de cualquier proyecto de construcción de infraestructura, pues se requiere de un terreno libre de vegetación, para poder construir la casa y dotarla de sus instalaciones.

Este es uno de los mayores efectos ambientales que se generan en proyectos de construcción, y a partir de este se desprenden algunos secundarios, sin embargo la vegetación presente en el predio es secundaria, predominando los estratos arbustivo y herbáceo, el proyecto considera la remoción de la vegetación en el **22.35%** de la superficie del predio y mantendrá el **77.65%** como áreas de conservación.

I.b. *Generación de empleos.*

Descripción: La generación de empleos para la construcción es un impacto positivo, pues se requiere contratar personal para las labores en esta etapa. Los trabajos deben ser ejecutados con base en mano de obra.

Tanto los trabajadores como los responsables del proyecto requieren durante el desarrollo de esta etapa de la obra de alimentarse, transportarse y de otros servicios complementarios, con lo que se abre la posibilidad de que los vecinos u otros prestadores ya establecidos sean capaces de proporcionárselos.

I.c. *Modificación del escenario actual.*

Descripción: Los trabajos realizados en esta etapa generarán un cambio en el paisaje, sin embargo esto no será significativo, puesto que el área que será afectada ha sido previamente perturbado y aunque actualmente se encuentra en recuperación la vegetación. Las construcciones ocuparán el **22.35%** de la superficie del predio, considerando que se mantendrá vegetación alrededor de las áreas de construcción, el proyecto se integrará de manera armoniosa al escenario actual.

I.d. *Afectación a vegetación de la primera duna costera.*

Descripción: Es necesaria para la primera fase de cualquier proyecto de construcción de infraestructura, pues se requiere de un terreno libre de vegetación, para poder construir las casas y dotarlas de sus instalaciones.

De realizarse las actividades de remoción de vegetación de manera indiscriminada, tanto por la ubicación de las construcciones, como por la afectación indirecta en la ejecución de las actividades de construcción, se podrá ocasionar la remoción de la vegetación de la primera duna costera, que representa una barrera natural para protección de la erosión eólica en la zona.

II. Etapa: Construcción.

II.a. Reducción de la superficie natural disponible para la infiltración del suelo.

Descripción: Derivado de las construcciones, se tendrá una ocupación del suelo del **8.72%** de la superficie total del predio, donde la permeabilidad no podrá realizarse directamente hacia el suelo y no permitirá la infiltración directa de agua de lluvia que recargue el acuífero.

II.b. Contaminación del agua subterránea por descargas de aguas residuales sin tratamiento.

Descripción: Necesariamente las personas tienen que eliminar sus desechos metabólicos, el efecto negativo se da originalmente en el sitio de generación o lugares cercanos cuando no se disponen adecuadamente. La descarga directamente al suelo sin tratamiento previo, puede ocasionar la contaminación del agua subterránea.

II.c. Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.

Descripción: Éste impacto, está relacionado con el consumo de alimentos de los trabajadores, y su consecuente generación de desechos de comida, como envases, envolturas y desperdicios de manera constante, creando posibles focos de contaminación de magnitud variable, dependiendo de la atención que se ponga en estos detalles.

Así mismo, la edificación del proyecto genera residuos de materiales de construcción como trozos de madera, restos no usados de material, entre otros.

Sí los residuos sólidos son bien manejados, no debe convertirse un problema, ni mucho menos en productores de contaminación de suelo, considerando como medida preventiva lo señalado en las normas ambientales y de salud.

II.d. Generación de empleos.

Descripción: El área favorecida sobre todo en la de construcción, es la socioeconómica, pues en estas actividades se requiere la participación de técnicos especializados y albañiles en la obra.

Por otra parte, es previsible que el valor de la propiedad de las construcciones que se encuentran en la zona, aumente al ubicarse ahora cerca de una zona de turismo de segunda residencia.

II.e. Incremento calidad de vida.

Descripción: Durante el proceso de construcción se genera una demanda de diversos insumos y servicios por el personal que labora en la obra, por lo que aumenta la calidad de vida local al abrirse oportunidades de negocio y verse beneficiadas las familias por un ingreso monetario al ofertar servicios a los trabajadores y aun cuando es temporal, coadyuva a disminuir este problema del desempleo.

II.f. Modificación de paisaje.

Descripción: Después de la remoción de la vegetación y de la construcción, el cambio de paisaje es afectado pasando a un área construida del **22.35%**. Sin embargo, el cambio de paisaje no es drástico, ya que además de ubicarse en una zona en proceso de desarrollo, la construcción estará integrada al paisaje manteniendo áreas de conservación con vegetación a su alrededor.

III. ETAPA DE OPERACIÓN

III.a. Contaminación del suelo por residuos sólidos.

La generación de residuos domésticos de los habitantes de la casa, podría generar contaminación en el suelo si se acumulan en un sitio y no se maneja adecuadamente, sin embargo se considera el uso de contenedores para almacenar y separar desde su origen los residuos y tener un sitio específico para su disposición temporal mientras se traslada al sitio de disposición final, sea centros de acopio y/o relleno sanitario.

Pueden provocar contaminación del suelo, del agua, del paisaje, provocar focos de infección, daños a la salud y creación de plagas si no se maneja de acuerdo a la normatividad.

III.b. Contaminación del acuífero por aguas residuales sin tratamiento.

Descripción: Necesariamente las personas tienen que eliminar sus desechos metabólicos, acompañados de papel, jabón, restos de comida, grasa y todos los demás residuos, incluyendo peligrosos, que se desalojan por la tarja, el excusado y las coladeras o incluso en pasillos y áreas verdes.

El efecto negativo se da originalmente en el sitio de generación o lugares cercanos cuando se almacenan o disponen incorrectamente los residuos sólidos o peligrosos, pero se da principalmente en sitios lejanos, donde se disponen finalmente, suponiendo que ahí se les dará tratamiento adecuado. Pueden provocar contaminación del agua, del paisaje, provocar focos de infección, daños a la salud y creación de plagas si no se maneja de acuerdo a la normatividad.

El tratamiento de aguas residuales se pretende dar mediante una fosa séptica prefabricada instalada en las casas donde las aguas residuales que se generen pasarán por un procedimiento clarificador (tanque biodigestor) y posteriormente serán conducidas a un campo de absorción impermeabilizado. Con ello se asegura la remoción en alto grado de contaminantes, siempre y cuando vaya acompañada de mantenimiento de los lodos y la limpieza de la fosa.

III.c. Modificación de la calidad de vida.

El resultado de desarrollar una residencia, aunque sea pequeña, conlleva beneficios para la sociedad, como son las oportunidades de negocio. Dado que los habitantes de las casas, requerirán de abastecerse de bienes y servicios, que pudieran aumentar la demanda de estos, se genera una derrama económica puntual.

III.d. Incremento en la demanda de servicios.

Como se ha mencionado, para la operación de la casa, los habitantes requerirán abastecerse de bienes y servicios, para lo cual se ha programado el abastecimiento mediante pipas de agua potable y de electricidad. Un servicio relevante será la recoja y traslado de los residuos sólidos generados en la casa, para lo que se requerirá la recolección y disposición de estos.

III.e. Mantenimiento de áreas de conservación.

Descripción: Como parte del diseño de paisaje, se dará mantenimiento a las áreas de conservación que sean mantenidas y en su caso restauradas una vez finalizada la construcción.

V.2 METODOLOGÍA PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La metodología empleada para la evaluación de los impactos ambientales en este proyecto se detalla al inicio de este capítulo.

A continuación se presenta una matriz modificada en donde se le ha aplicado un valor a cada uno de los impactos identificados y descritos en el apartado anterior. Los parámetros empleados son los que se presentaron en la Tabla 49 (página 91).

Tabla 55 Valoración de los impactos ambientales.

ETAPA	IMPACTO	CARÁCTER	GRADO PERTURBACIÓN	IMPORTANCIA	OCURRENCIA	AMPLITUD	DURACIÓN	GRADO DE REVERSIBILIDAD	RELACIÓN	CONDICIÓN
I. PREPARACIÓN DEL SITIO	I.a. Remoción de vegetación secundaria de duna costera.	-1	1	1	3	1	10	5	-21	NEGATIVO BAJO/ COMPATIBLE
	I.b. Generación de empleos.	1	1	5	3	5	1	1	16	POSITIVO BAJO/ COMPATIBLE
	I.c. Modificación del escenario actual.	-1	1	1	3	5	10	5	-25	NEGATIVO BAJO/ COMPATIBLE
	I.d. Afectación a vegetación de la primera duna costera.	-1	1	1	5	1	5	5	-18	NEGATIVO BAJO/ COMPATIBLE
II. CONSTRUCCIÓN	II.a. Reducción de la superficie natural disponible para la infiltración del suelo.	-1	1	5	3	1	10	5	-25	NEGATIVO BAJO/ COMPATIBLE
	II.b. Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.	-1	5	5	1	1	5	5	-22	NEGATIVO BAJO/ COMPATIBLE
	II.c. Contaminación del agua subterránea por descargas de aguas residuales sin tratamiento.	-1	1	1	1	5	10	5	-23	NEGATIVO BAJO/ COMPATIBLE
	II.d. Generación de empleos.	1	5	1	3	5	5	1	20	POSITIVO BAJO/ COMPATIBLE
	II.e. Incremento calidad de vida.	1	1	1	3	5	5	1	16	POSITIVO BAJO/ COMPATIBLE
	II.f. Modificación de paisaje.	-1	1	1	3	5	10	5	-25	NEGATIVO BAJO/ COMPATIBLE
III. OPERACIÓN	III.a. Contaminación del suelo por residuos sólidos.	-1	5	1	1	1	10	5	-23	NEGATIVO BAJO/ COMPATIBLE
	III.b. Contaminación del acuífero por aguas residuales sin tratamiento.	-1	5	5	1	5	10	10	-36	NEGATIVO MEDIO
	III.c. Modificación de la calidad de vida.	1	5	1	2	5	10	5	28	POSITIVO BAJO/ COMPATIBLE
	III.d. Incremento en la demanda de servicios.	1	5	1	2	5	10	5	28	POSITIVO BAJO/ COMPATIBLE
	III.e. Mantenimiento de áreas de conservación.	1	5	1	3	1	10	5	25	POSITIVO BAJO/ COMPATIBLE

V.3. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

V.3.1 Construcción del escenario modificado por el proyecto

Las características físicas del área en donde se pretende desarrollar el proyecto, será modificado por la ocupación de infraestructura de manera permanente construida en el **22.35%** del área del proyecto.

La preparación del sitio, que consistirá en el retiro de vegetación herbácea y arbustiva en una superficie que representa el **22.35%** de la superficie total del predio, afectará la estructura tanto de la comunidad vegetal, de la fauna asociada a ésta (compuesta principalmente por aves y pequeños reptiles) y del suelo.

En la etapa de operación las actividades de mayor impacto serán la generación de residuos sólidos y las descargas de aguas residuales, que se darán a medida que sea habitada la casa, con lo cual si no hay un manejo adecuado podrá disminuir la calidad del agua subterránea y generar focos de infección y lixiviados. Así mismo, derivado de la ocupación de la casa se generará ruidos que podrán afectar las especies de fauna silvestre con potencial distribución en la zona del proyecto.

A pesar de que la zona donde se pretende desarrollar el proyecto, ha sufrido alteraciones antropogénicas, la comunidad vegetal que está presente en el predio y la que será removida, corresponde a vegetación secundaria de matorral de duna costera, presentando al norte del predio vegetación propia de la primera duna costera, con funciones de barrera protectora de erosión eólica, así como fuente de alimento para aves costeras, por lo que dichas áreas serán mantenidas como áreas de conservación de la vegetación.

Con respecto al agua, aire y suelo, es importante mencionar que serán alterados a una escala menor, siendo el suelo el único que será impactado severamente al reducir su capacidad de infiltración directa por la ocupación del área por infraestructura permanente.

La implementación del proyecto generará un cambio en el paisaje como consecuencia de la eliminación del estrato vegetal y la ocupación de suelo, sin embargo el área a modificar de manera permanente corresponde al **22.35%** de la superficie total del predio y se pretende integrar al paisaje mantenimiento áreas con vegetación alrededor de las construcciones.

En el sitio no se identificó ninguna especie de flora catalogada en el sitio, por lo que no será necesario realizar acciones de protección, sin embargo como medida de compensación se realizará la reforestación con individuos de *Thrinax radiata* en las áreas verdes ornamentales, especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que aunque no se encuentra dentro del área del proyecto, es de distribución de la zona, esto tendrá el objeto de promover la conservación de la población de dicha especie en el área de influencia.

Durante la **construcción**, se generarán una mayor cantidad de residuos sólidos inorgánicos, derivados de los materiales de construcción y de la alimentación de los trabajadores, que si no son manejados adecuadamente se pueden dispersar a las áreas naturales y predios colindantes y afectar la vegetación que ahí se encuentra así como contaminar el suelo y convertirse en un foco de infección y plagas.

El personal involucrado en la obra, requerirá realizar sus necesidades fisiológicas, que si se cuenta con un servicio sanitario con el manejo y disposición adecuada (letrina portátil) se podrá evitar la contaminación al acuífero por las descargas sin tratamiento de las aguas residuales. Asimismo, existe el

riesgo de que a falta de servicios sanitarios se realicen las necesidades fisiológicas al aire libre, con lo que se contamina el suelo y disminuye la calidad del agua subterránea por lixiviados.

En la etapa de **operación** las actividades de mayor impacto serán la generación de residuos sólidos y las descargas de aguas residuales, que se darán a medida que sea habitada la casa, con lo cual si no hay un manejo adecuado podrá disminuir la calidad del agua subterránea y generar focos de infección y lixiviados.

Para el desarrollo del proyecto, se requiere de materiales, insumos y de personal, la empresa encargada de la construcción favorecerá la contratación de mano de obra local, lo cual generará un impacto positivo en la población rural, mientras dure el proyecto.

Todos estos procesos serán puntuales en el área del predio donde se desarrollará el proyecto, sin que resulten afectadas directamente las áreas adyacentes del proyecto.

V.3.2 Identificación de los efectos en el sistema ambiental.

Medio físico

Los efectos sobre la calidad del **aire**, no son significativos, por lo cual no se evalúan en este estudio.

El proyecto no representa un riesgo para la disponibilidad de **agua subterránea**, puesto que su demanda será baja, únicamente utilizada con fines domésticos para los habitantes de 3 viviendas que serán utilizadas por temporadas, con una ocupación máxima de 8 personas en cada una, es decir 12 personas. La calidad del agua subterránea, podría verse afectada si no se tomaran las medidas preventivas y las descargas de las aguas residuales se realicen directamente al manto freático. Sin embargo, este proyecto contempla la instalación de un sistema individual para el tratamiento de las aguas residuales las casas habitación y las aguas tratadas serán conducidas hacia un campo de absorción impermeabilizado.

Durante la etapa de preparación y construcción, se tomarán como medidas de prevención la instalación de letrinas portátiles, para evitar la defecación al aire libre, así como la descarga de aguas residuales directamente al manto freático. La construcción del proyecto, afectará de manera permanente por obras civiles y se modificarán las características físicas del **suelo**, por la cimentación. Se considera un impacto bajo. Al menos el **77.65%** de la superficie del predio, permanecerá como áreas naturales, libre de cimentación o construcción permanente.

La generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, por cualquier tipo de actividad, pueden generar contaminación en el suelo, si no son manejados adecuadamente. Se considera un impacto bajo, por el número de personas y la ocupación estimada de la casa, en tanto que estos los residuos domésticos serán generados de manera permanente.

Medio biológico

El proyecto ocasionará la remoción permanente de vegetación secundaria de duna costera en el **22.35%** de la superficie total del predio, sin embargo se mantendrán como áreas verdes (ornamentales y de conservación), el **77.65%** de la superficie del proyecto, las cuales serán áreas de manera permanente estarán compuestas por especies propias del paisaje costero de la zona.

Aun cuando se reducirán áreas naturales en el **22.35%** del predio, con la construcción del proyecto se asegura el mantenimiento de al menos el **77.65%** como áreas naturales, como zona de conservación de la vegetación de duna costera, lo cual representa el incremento de áreas con condiciones favorables para la fauna silvestre de la región (aves y pequeños reptiles).

Las áreas verdes (ornamentales y de conservación) están diseñadas para rodear prácticamente el área de construcción del proyecto, manteniendo mayor superficie al Norte del predio, donde se estima que serán áreas de menor afectación por actividades humanas (lejos de las construcciones). **Esto permitirá la continuidad de la vegetación con la franja de la primera duna costera y facilitará la movilidad de la fauna silvestre.**

El mantenimiento de las áreas de conservación en el **77.65%** del predio, con especies propias del paisaje costero y plantas que están reportadas como alimento de aves, permitirán la conservación de la biodiversidad florística del predio, así como mantendrá hábitat disponible para la fauna silvestre del área de influencia.

Se tomarán las medidas preventivas durante las actividades de construcción, para evitar la afectación indirecta, así como durante la operación del proyecto se dará mantenimiento y vigilancia al área de conservación para asegurar la permanencia de dicha área de conservación.

De manera permanente, se le dará mantenimiento a las áreas de conservación que serán habilitadas en el proyecto, lo cual representa el mantenimiento de la biodiversidad florística en el predio a largo plazo.

La afectación a la **fauna silvestre** asociada al área, la cual está compuesta por pequeños reptiles, aves e insectos, será mínima puesto que ha sido ahuyentada previamente y la escasa fauna podrá ser desplazada a predios vecinos durante la preparación y construcción; y una vez restauradas (reforestación y enriquecimiento) las áreas de conservación del proyecto, estas podrán convertirse en su fuente de alimento. La delimitación del predio será realizada de tal manera que no interrumpa la libre movilidad de la fauna silvestre en el área de influencia del proyecto.

Medio socioeconómico

La preparación del sitio y construcción del proyecto, generará empleos temporales, asimismo, durante la habitación de la casa se requerirán algunos servicios, lo cual representa un efecto positivo en la población de las localidades cercanas, sin embargo no resulta un impacto importante, dadas las dimensiones del proyecto.

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Los impactos ambientales sobre el entorno que generará el desarrollo del proyecto, como se ha descrito anteriormente, cubren una amplia gama de aspectos en sus diferentes etapas. Algunos de los impactos que han sido identificados y evaluados, son inevitables, pues si así no sucediera el proyecto no podría ejecutarse, pero con la aplicación de medidas de mitigación, pudiese disminuir su efecto negativo e incluso lograr uno positivo.

También se identificaron impactos potenciales, de tal manera que con la ejecución de acciones, denominadas preventivas, es posible no generarlos, sin afectar los objetivos o alcance del proyecto, e incluso optimizándolo. A continuación, se enlistan y caracterizan las medidas que son útiles para la correcta implementación del proyecto, mencionando la etapa de aplicación y el impacto ambiental a evitar, mitigar u optimizar.

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

ETAPA	IMPACTO	MEDIDAS
I. PREPARACIÓN DEL SITIO		Se delimitará mediante balizas de madera y/o cintas, exclusivamente el área necesaria para las construcciones (afectación directa e indirecta), para prevenir la afectación de la vegetación de duna costera que se encuentra al norte del proyecto.
	I.a. Remoción de vegetación secundaria de duna costera.	La remoción de vegetación se realizará de manera manual, estando prohibido el uso de agroquímicos, herbicidas o fuego. Previo a los trabajos de remoción de vegetación se realizará recorrido de ahuyentamiento de fauna silvestre en especial atención a la pequeña especies de reptil catalogada.
	I.c. Modificación del escenario actual.	Una vez finalizadas las actividades de construcción, se restaurarán todas las áreas de afectación temporal, se realizará la siembra de plantas propias de la duna costera, teniendo preferencia en aquellas especies reportadas como proveedoras de sombra y alimento a especies de aves, mamíferos y reptiles de ecosistemas costeros.
	I.b. Generación de empleos.	Se favorecerá la contratación de personal local capacitado para realizar los trabajos.

ETAPA	IMPACTO	MEDIDAS
	I.d. Afectación a vegetación de primera duna costera.	Previo al desmonte, se delimitará físicamente el área de conservación al norte, para evitar su afectación durante las actividades de construcción.
II. CONSTRUCCIÓN	II.a. Reducción de la superficie natural disponible para la infiltración del suelo.	Se debe asegurar la hermeticidad de las cimbras con el objeto de evitar derrames de concreto en áreas colindantes. Se controlará durante la construcción las mezclas compactantes (cemento), esto a fin de prevenir excedentes que se puedan dispersar por la zona y también fuera de ella.
	II.b. Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.	Se colocarán los residuos sólidos generados en contenedores con tapa y serán transportados para su disposición final en el sitio que indique la autoridad municipal. Se supervisará al personal de la construcción, para verificar que todos los materiales residuales (clavos, maderas, etc.) sean colocados en los contenedores para residuos sólidos.
	II.c. Contaminación del agua subterránea por descargas de aguas residuales sin tratamiento.	Se instalará una letrina portátil en el sitio para el servicio del personal de trabajo. Se contratará a una empresa especializada para la recolección de las aguas residuales. Se verificará que se le dé el mantenimiento adecuado a las letrinas.
	II.d. Generación de empleos.	Se favorecerá la contratación de personal local capacitado para realizar los trabajos.
	II.f. Modificación de paisaje.	Se llevarán a cabo diariamente actividades de limpieza. Una vez que se haya terminado la construcción de la obra civil, se deberá dar inicio a la reforestación y creación de áreas verdes y de conservación.
	III. OPERACIÓN	III.a. Contaminación del suelo por residuos sólidos.

ETAPA	IMPACTO	MEDIDAS
	III.b. Contaminación del acuífero por aguas residuales sin tratamiento.	Se verificará periódicamente el funcionamiento adecuado de la fosa séptica. Se le dará mantenimiento periódico con la limpieza y retiro de los lodos generados por una empresa autorizada.
	III.e. Mantenimiento de áreas de conservación.	Se destinará un área de 1,740.99 m² , que corresponde al 77.65% del área del proyecto como zona de conservación de la duna costera. Se realizará la reforestación de dichas áreas con ejemplares de <i>Thrinax radiata</i> , especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de distribución en la zona del proyecto (se describen actividades en la siguiente página). Se realizará la reforestación en las áreas verdes ornamentales y áreas de conservación, que representan el 77.65% de la superficie total del proyecto. Se le dará el mantenimiento permanente a éstas áreas.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN:

Reforestación de las áreas verdes (ornamentales y de conservación) con vegetación de matorral de duna costera.

IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDO

- Remoción de vegetación secundaria de duna costera.
- Modificación del escenario actual.
- Modificación de paisaje.

OBJETIVO GENERAL:

Restaurar y enriquecer las áreas verdes del proyecto para incrementar la biodiversidad en el área.

Objetivos específicos:

- Reforestar las áreas verdes (ornamentales y de conservación) que se encuentren perturbadas o que hayan sido afectadas de manera indirecta por las actividades de construcción.
- Incrementar en el área de conservación la población de una especie catalogada como amenazada (*Thrinax radiata*) con la siembra de 30 individuos.
- Enriquecer las áreas verdes con la reforestación con plantas propias del ecosistema costero para obtener una densidad de especies y de individuos similar a las áreas de mejor conservación en el predio.

- Mejorar la vegetación de las áreas de conservación para promover un hábitat que sea fuente de alimento y refugio de aves de la costa y fauna silvestre propia del ecosistema costero.

El número total de especies propuestas para la reforestación es de 100 individuos, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 56 Listado de especies de flora que serán utilizadas para enriquecimiento y reforestación de áreas de conservación.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. PLANTAS A SEMBRAR
<i>Agave angustifolia</i>	Ch'elem	11
<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	11
<i>Cocos nucifera</i> *	Coco	8
<i>Cordia sebestena</i>	Anacahuite	8
<i>Hymenocallis caribaea</i>	Sak lirio	32
<i>Trinax radiata</i> **	Ch'iit	30
TOTAL		100

*Especie introducida, pero reportada como propia del paisaje costero.

** Especie protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A continuación se presentan algunas características de algunas de las especies que serán utilizadas para la reforestación:

Tabla 57 Características de algunas de las especies de flora que serán utilizadas en la reforestación.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CARACTERÍSTICAS	FORMA	PRESENTE	FAUNA	COSTA
<i>Trinax radiata</i>	Ch'iit	Los frutos son salvavidas de congregaciones de aves migratorias particularmente en la primavera.	Palma		X	X
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Palma introducida, su distribución está asociada con las costas, en México es una de las plantas más usadas y manejadas	Palma			X
<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Planta muy tolerante a las sequías y a la sal, el fruto es alimento de iguana negra y tlacuache.	Arb	X	X	X

SIMBOLOGÍA: PRESENTE: encontrada en el sitio. **FAUNA:** hábitat de aves costeras. **COSTA:** representativa de la flora costera de la Península.

a) Superficie total a enriquecer y restaurar con sus correspondientes referencias geográficas.

La superficie total que será reforestada y/o enriquecida corresponde a las áreas verdes del proyecto que es de **1,740.99 m²**, la ubicación exacta se encuentra representada en un plano adjunto, así como las coordenadas geográficas de dichas áreas.

b) Seguimiento al programa.

Siembra de plantas.

La reforestación se llevará a cabo al inicio de la temporada de lluvias (abril a julio) una vez finalizadas las actividades de construcción.

Evaluación.

Se llevará a cabo una evaluación del área reforestada a los **6 meses del establecimiento y a los 12 meses**, para evaluar el porcentaje de sobrevivencia y el desarrollo de los individuos, tomando datos e crecimiento, altura y cobertura. Se realizará el levantamiento de datos cada visita, que integrarán los reportes de campo.

Actividades de mantenimiento y seguimiento.

Se realizarán las siguientes acciones como mantenimiento y seguimiento a las áreas reforestadas:

- Deshierbe: eliminar la competencia que se establece entre las plantas introducidas y las malezas por luz, agua y nutrientes. Se realizará con continuidad. El número de deshierbes dependerá de que tan abundante sea el crecimiento de las malezas. Se dejarán de practicar hasta que el tamaño de la planta sea suficiente para librar la competencia por la luz.
- Control de plagas: de presentarse escaso crecimiento y/o un aspecto poco saludable de la plantación, se realizará su control a partir del diagnóstico preciso del tipo de planta que está afectando a la planta, y se realizará el tratamiento más adecuado.
- Aplicación de insumos: si se encuentran síntomas en el crecimiento y aspecto de la planta, de deficiencia de elementos nutritivos en el suelo, se aplicarán fertilizaciones con productos naturales u orgánicos de manera periódica.
- Riegos auxiliares: en caso que la humedad que reciban las plantas sea deficiente, se realizarán riegos auxiliares que permitan a la plantas establecerse y evitar perder la plantación. El riego se realizará cuidando eficientizar el uso del agua, por lo que considerará en las horas de menos insolación.

Resultados esperados de la reforestación

Se espera tener un índice al menos del **70% de sobrevivencia** en las áreas reforestadas. De obtener un índice menor, se realizará nuevamente una segunda siembra al inicio de la siguiente temporada para cubrir el índice deseado.

Presentación de informe anual

Tal como se mencionó anteriormente, a los **12 meses** de haberse realizado la siembra de las plantas en el sitio se realizará la segunda evaluación del desarrollo de la plantación, una vez capturados los datos se integrará un informe técnico que será entregado a la SEMARNAT **durante el mes 13**.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO

El proyecto que se evalúa en la presente manifestación de impacto ambiental consiste en la construcción y operación de una casa unifamiliar de segunda residencia que se ubica en un ecosistema costero, pero que en el predio se presentan condiciones de perturbación previas por actividades antropogénicas, así como eventos climáticos.

No se considera que el desarrollo del mismo constituya una degradación del paisaje, en el sentido de que, debido a las características de recreación y descanso que se persiguen con el mismo, ha considerado en su diseño la adecuación y utilización positiva de las condiciones medioambientales de la zona, con el objetivo que se puedan mantener durante el proceso constructivo, la vida útil del proyecto y la utilización de sus habitantes. Así como se encuentra en una zona desarrollada por el turismo de segunda residencia.

El área del proyecto contará con una construcción que ocupará el **22.35%** del predio, y el resto de la superficie se mantendrá como áreas naturales, con lo cual no representa un cambio drástico al escenario natural, ya que como se ha mencionado anteriormente se encuentra en una zona desarrollada con casas de segunda residencia.

Ha de quedar claro que el impacto social será neutro, pues el proyecto se trata simplemente de la construcción de una casa habitación que será habitada probablemente sólo durante ciertas temporadas, por lo que probablemente la generación de empleos relacionados con él se limitará a la etapa de construcción; sin embargo puede esperarse la apertura de espacios de oportunidad de empleo para las labores domésticas de este sitio. De esta manera pudiese anticiparse un escenario positivo para la sociedad.

Como media de mitigación y compensación se mantendrán áreas verdes, que incluyen áreas de conservación de la vegetación y áreas ornamentales, que estarán integradas al área de construcción distribuidas en el predio, estas áreas serán enriquecidas en su caso con el fin de incrementar la biodiversidad florística en el sitio, plantando especies propias del paisaje costero y especies reportadas como proveedoras de hábitat para fauna silvestre (aves y pequeños reptiles).

Las áreas verdes se han diseñado, de acuerdo a las condiciones actuales del área de influencia, considerando también la problemática ambiental presente, las áreas de conservación estarán ubicadas en los sitios donde la vegetación presenta mejores condiciones de conservación y donde se estima recibirán menor afectación por las actividades propias de la operación de la vivienda. Tanto al norte como al sur de las áreas de construcción se mantendrán áreas verdes, con lo cual se espera el proyecto se integre de manera armoniosa al paisaje costero.

El mantenimiento de las áreas de conservación, permitirá la continuidad de la vegetación en el área de influencia del proyecto, lo cual favorecerá la movilidad de la fauna silvestre de la zona.

Adicionalmente, se incrementará la población de una especie catalogada como amenazada, con la siembra de esta en las áreas de conservación dentro del proyecto.

Por último, es importante mencionar que los usuarios de la casa tomarán la responsabilidad de mantener en condiciones óptimas su vivienda, dándose a la tarea de llevar la operación de manera que sea lo más amigable con ambiente que lo hospeda y con la población vecina. En el caso de suceder alguna contingencia ambiental relacionada con alguna etapa del proyecto, el promovente se hará cargo de implementar las necesarias medidas de mitigación de impactos que apliquen al caso.

VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

La magnitud del proyecto estudiado ha dado lugar a una serie de medidas de prevención y mitigación que resultan sencillas de aplicar, por lo que no se considera necesario establecer un programa de vigilancia muy elaborado; pero debido a que siempre es de gran importancia asegurarse que las medidas establecidas en este Manifiesto sean respetadas, el promovente deberá vigilar principalmente que los participantes en las etapas de preparación y construcción del proyecto no violen ninguna medida establecida.

Esto se podrá hacer estableciendo un Reglamento de Construcción con la inclusión de cláusulas ambientales con las empresas y/o personal que se contrate, así mismo se recomienda llevar una bitácora de obra, en la que se tome nota del cumplimiento de estas medidas, rindiendo cuenta, de ser solicitado, a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación durante la etapa de operación es responsabilidad única de los usuarios de la casa, aunque las autoridades ambientales serán las indicadas para darle seguimiento a la buena o mala aplicación de la normatividad.

VII.3 CONCLUSIONES

En el estudio del proyecto “**CASA DE VERANO**” los resultados obtenidos del análisis de la información del medio natural del predio y sus alrededores, así como del tipo de proyecto, permite prever un impacto negativo sobre el suelo. Presentar una Manifestación de Impacto Ambiental previo a la construcción del proyecto, es una oportunidad de aplicar medidas preventivas y de mitigación que de otra manera difícilmente se hubiera hecho.

La consideración final es por lo tanto que la construcción y operación del proyecto “**CASA DE VERANO**”, es un proyecto generador de impactos ambientales, perfectamente evitables o mitigables, y cuyos beneficios, siempre y cuando se cumplan las medidas y condicionantes, rebasan a los efectos negativos ambientales.

En este contexto, de manera específica, se enlistan las conclusiones obtenidas a partir del conocimiento del proyecto, de la caracterización ambiental de la zona de estudio y de la evaluación de los efectos generados:

- Se trata de un proyecto de turismo de segunda residencia, ubicado en una zona compatible con este uso y que permite el aprovechamiento del ecosistema en una baja intensidad y la conservación de la vegetación.
- La obra civil no afectará más del 30% del área del predio, de acuerdo al estudio de capacidad de carga.
- Se realizarán acciones para mitigar y compensar el impacto ambiental, designando áreas para la conservación de la vegetación.
- Se promoverá la continuidad de la vegetación con la primera duna costera colindante al norte del predio.
- Se favorecerá la movilidad de fauna silvestre en el sitio con la siembra de especies que proveen hábitat y son fuente de alimento para aves costeras y pequeños reptiles.
- Se incrementará la población en el sitio de *Thrinax radiata*, especie catalogada como amenazada, de distribución en el área de influencia pero ausente en el área del proyecto.
- Este impacto es meramente puntual y no tiene repercusiones regionales.
- Las medidas de prevención minimizarán el impacto generado por las diversas acciones, especialmente en las etapas de preparación y construcción del proyecto.
- Se implementarán medidas para el manejo adecuado de los residuos sólidos y las aguas residuales.
- El proyecto cumple con las normatividad en materia ambiental.

Por lo anterior, se concluye que el proyecto de construcción y operación de la “CASA DE VERANO” que se ubica en los tablajes 5094 y 5095 de la localidad de sisal, municipio de Hunucmá, Yucatán se trata de un proyecto admisible, ambientalmente viable y socialmente aceptable, siempre y cuando se apege a lo manifestado en este documento y se apliquen durante todas las etapas las medidas de prevención y mitigación de impacto propuestas.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

Se entrega un ejemplar impreso del presente estudio, así como su respaldo en memoria magnética (3 copias en discos compactos).

Se presenta un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental.

VIII.1.1 Figuras de ubicación.

Se presenta en el Anexo II.

VIII.1.2 Fotografías.

Se presenta en el Anexo III.

VIII.1.3 Documentos Legales.

Se presenta en el Anexo I.

VIII.2 OTROS ANEXOS

VIII.3 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

- Arellano J. *et al* (2003) **Etnoflora Yucatanense**. Universidad Autónoma de Yucatán, facultad de medicina veterinaria y zootecnia.
- Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. **Regiones hidrológicas prioritarias**. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. Edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México
- Espinoza, G. 2001. **Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental**. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Centro de Estudio para el Desarrollo (CD). Chile.
- Chan, C. *et al*. (2002). **Guía ilustrada de la flora costera representativa de la Península de Yucatán**. Etnoflora Yucatanense. Mérida, México
- Comisión Nacional del Agua. **Registros pluviométricos mensuales, anuales y promedios de 60 años**. Gerencia Regional Sureste. Península de Yucatán.
- Durán, R., *et al*. (2000). **Listado Florístico de la Península de Yucatán**. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán. Mérida, México.
- Flores, S. & Espejel, I. (1994). **Tipos de vegetación de la península de Yucatán**. Universidad Autónoma de Yucatán Sostenibilidad Maya. Fascículo 3. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (2005). **Anuario Estadístico de Yucatán**, Edición 2005.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (s/f). **Cartas sinópticas del Estado de Yucatán de Climas, Temperaturas, Geología, Hidráulicas y Edafológicas**.
- Lesser, H. (1976) **Estudio Geohidrológico e hidrogeoquímico de la Península de Yucatán**. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México D.F.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**.(1996) Diario Oficial de la Federación. 13 de diciembre de 1996.
- Mackinnon, B. 2005. **Plantas costeras que conservan las playas y alimentan las aves**. Amigos de Sian Ka'an A.C. Cancún, Quintana Roo. México.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Yucatán**. (2007) D.O. del Gobierno del Estado de Yucatán, 31 de Julio de 2007.
- Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente en materia del Impacto Ambiental**.(2000) Diario Oficial del Gobierno del Estado. 23 de Marzo de 2000.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de impacto ambiental**. (1996) Diario Oficial de la Federación.13 de diciembre de 1996.
- Secretaría de Gobernación. (1988). **Los municipios de México**. Centro Nacional de Estudios Municipales de la Secretaría de Gobernación. México, D.F.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos. (s/f). **Estudio Geohidrológico de la Península de Yucatán**. Universidad Autónoma de Yucatán. (1999) Facultad de Arquitectura. **Atlas de Procesos Territoriales**.