

**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.** - Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, rfc, curp, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

**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 identifiable.



**Firma del titular. - Encargado del Despacho.- L.A. Hernán José Cárdenas López**

*"Con fundamento 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 Yucatán de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, previa designación, firma 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. 22/2018/SIPOT, en la sesión celebrada el 28 de febrero de 2018.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE.....	7
I.1 Datos Generales del proyecto .....	7
I.1.1 <i>Nombre del proyecto</i> .....	7
I.1.2 <i>Ubicación del proyecto</i> .....	7
I.1.3 <i>Duración del proyecto</i> .....	7
I.2 Datos Generales del promovente .....	7
I.2.1 <i>Nombre o Razón Social</i> .....	7
I.2.2 <i>Registro Federal de Contribuyentes</i> .....	7
I.2.3 <i>Datos del Representante Legal</i> .....	7
I.2.4 <i>Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones</i> .....	7
I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado, .....	8
I.3.1 <i>Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental</i> .....	8
I.3.2 <i>Registro Federal de Contribuyentes o CURP</i> .....	8
I.3.3 <i>Dirección del responsable técnico del documento</i> .....	8
I.3.4 <i>Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo</i> .....	8
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	9
II.1 Información general del proyecto .....	9
II.1.1 <i>Naturaleza del proyecto</i> .....	9
II.1.2 <i>Objetivo del proyecto</i> .....	11
II.1.3 <i>Ubicación física</i> .....	11
II.1.4 <i>Urbanización del área</i> .....	11
II.1.5 <i>Inversión requerida</i> .....	13
II.2 Características particulares del Proyecto .....	13
II.2.1 <i>Dimensiones del proyecto</i> .....	15
II.2.2 <i>Representación gráfica regional</i> .....	16
II.2.3 <i>Representación gráfica local</i> .....	16
II.2.4 <i>Preparación del sitio</i> .....	17
II.2.6 <i>Descripción de obras asociadas al proyecto</i> .....	19
II.2.7 <i>Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo</i> .....	20
II.2.8 <i>Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo.</i> .....	24
II.2.10 <i>Desmantelamiento y abandono de las instalaciones</i> .....	26
II.2.11 <i>Programa General de Trabajo</i> .....	27
II.2.12 <i>Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera</i> .....	29
II.2.13 <i>Residuos</i> .....	29
VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.....	34
III.1 Ordenamiento Jurídico Federales .....	36
III.1.1 <i>Leyes</i> .....	36
III.1.2 <i>Reglamentos de las leyes federales relacionadas con el proyecto</i> .....	38
III.2 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) .....	40
III.3 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas .....	50

III.4 Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas:	51
III.5 Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU).	52
<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL</b>	<b>53</b>
IV.1 Delimitación del Área de Estudio .....	53
IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental .....	58
IV.2.1 Caracterización y Análisis Retrospectivo de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental .....	58
IV.2.2.1 Medio Abiótico.....	58
IV.2.2.2 Medio Biótico.....	76
Tipo de vegetación en el predio. ....	77
IV.2.2.3 Medio Socioeconómico .....	89
IV.2.2.4 Paisaje.....	95
IV.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.....	97
IV.4 Diagnóstico Ambiental .....	97
<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>103</b>
V.1 Identificación de los impactos ambientales.....	103
V.2 Caracterización. ....	105
V.4 Conclusiones.....	116
<b>VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO .....</b>	<b>118</b>
Factores socioeconómicos .....	123
<b>VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES..</b>	<b>126</b>
VII.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental .....	126
VII.1 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.....	135
VII.2. Impactos residuales. ....	141
VII.3. Información necesaria para la fijación de los montos para fianzas. ....	141
<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>142</b>
VIII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	142
VIII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto. ....	142
VIII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.....	142
VIII.4 Pronóstico ambiental.....	143
VIII. 5 Programa de Manejo Ambiental.....	144
VIII. 6 Seguimiento y control.....	147
<b>VII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES .....</b>	<b>148</b>
IX.1 Presentación de la información.....	148
IX.1.1 Cartografía. ....	148
IX.1.2 Fotografías. ....	148
IX.1.3 Videos. ....	148
IX.2 Otros anexos.....	148

## **ANEXOS**

**I. DOCUMENTACIÓN LEGAL.**

**II. PLANOS DEL PROYECTO.**

**III. FOTOGRAFÍAS.**

**IV. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA.**

**V. DOCUMENTOS TÉCNICOS.**

**A. Coordenadas.**

- Coordenadas de sitios de muestreo de flora y fauna.
- Coordenadas del área de conservación.
- Coordenadas de área de cambio de uso de suelo.

**B. Estimación del valor económico de los recursos forestales con la valoración de la biodiversidad correspondiente.**

**C. Detalles técnicos de Fosa séptica**

**D. Análisis de capacidad de carga.**

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Coordenadas UTM de puntos extremos del proyecto.....	7
Tabla 2 Coordenadas UTM de puntos del polígono del proyecto.....	11
Tabla 3 Maquinaria y equipo requerido en la etapa de construcción.....	12
Tabla 4 Dimensiones del proyecto .....	15
Tabla 5 Volumen de biomasa por unidad de superficie y del área propuesta para cambio de uso de suelo de los estratos medio y bajo.....	22
Tabla 6 Valor económico estimado de plantas por cambio de uso de suelo. ....	24
Tabla 7 Resumen de la estimación de valor económico de los recursos forestales. ....	25
Tabla 8 Cronograma de actividades.....	27
Tabla 9 Resumen de la generación de residuos y emisiones.....	29
Tabla 10 Composición promedio de los residuos humanos.....	32
Tabla 11 Cumplimiento de criterios por política de acuerdo a la UGA del POETY. ....	41
Tabla 12 Actividades y usos de suelo en la UGA HUN06-AP1-R del POETCY. ....	46
Tabla 13 Cumplimiento del proyecto con criterios de la UGA HUN06-AP1-R del POETCY. ....	47
Tabla 14 Listado de especies de fauna silvestre catalogadas.....	51
Tabla 15 Vegetación y usos de suelo en la UGA HUN06-AP1-R. ....	54
Tabla 16 Superficie de uso de suelo actual en área de influencia del proyecto. ....	56
Tabla 17 Simbología climática en la Península de Yucatán. ....	59
Tabla 18 Registro histórico de huracanes en la Península de Yucatán.....	66
Tabla 19 Registro histórico de tormentas tropicales en la Península de Yucatán. ....	67
Tabla 20 Distribución de las formaciones geológicas y su posición estratigráfica.....	69
Tabla 21 Rasgos geomórficos, ubicación y características geológicas de la zona costera de Yucatán .....	72
Tabla 22 Especies bajo alguna categoría de riesgo. ....	79
Tabla 23 Composición florística observada en el área del proyecto.....	80
Tabla 24 Densidad y cobertura de copa de la vegetación presente en el área de estudio. ....	82
Tabla 25 Índice de diversidad de Shannon-Wiener en la vegetación del área de estudio. ....	84
Tabla 26 Listado de fauna silvestre.....	86
Tabla 27 Población por municipio según población total. ....	89
Tabla 28 Número de viviendas según material de pisos.....	91
Tabla 29 Cobertura de servicios básicos en el municipio. ....	91
Tabla 30 Población afiliada a instituciones de salud.....	92
Tabla 31 Población económicamente activa distribuida por sector. ....	94
Tabla 32 Listado de recursos visuales y terrenos visualmente frágiles en el sitio. ....	96
Tabla 33 Matriz de identificación de impactos. ....	104
Tabla 34 Criterios de clasificación de los impactos ambientales. ....	105
Tabla 35 Listado de impactos ambientales identificados. ....	106
Tabla 36 Primer Cribado: aplicación de criterios para la selección de la técnica de evaluación. ....	111
Tabla 37 Criterios para selección de técnica de evaluación. ....	112
Tabla 38 Parámetros y escalas de evaluación.....	112
Tabla 39 Matriz de evaluación.....	113
Tabla 40 Comparativo entre situación actual y condiciones con el proyecto.....	114
Tabla 41 Identificación de efectos en el sistema ambiental. ....	116
Tabla 42 Resumen de bienes y servicios que se consideran mantener a largo plazo. ....	122

Tabla 43 Descripción de las medidas preventivas y de mitigación.....	126
Tabla 44 Listado de especies de flora que serán utilizadas para enriquecimiento y reforestación de áreas de conservación.....	129
Tabla 45 Características de algunas de las especies de flora que serán utilizadas en la reforestación.....	129
Tabla 46 Coordenadas del área de reforestación (conservación) .....	130
Tabla 47 Especie a rescatar en el área de afectación. ....	132
Tabla 48 Coordenadas del área de reubicación. ....	133
Tabla 49 Programa de trabajo del programa de rescate y reubicación. ....	134
Tabla 50 Especies indicadas para el establecimiento de la duna costera.....	137
Tabla 51 Densidades promedio de siembra recomendadas por tipo de ecosistema (Reglas de Operación ProÁrbol).....	139
Tabla 51 Conceptos y costos de las actividades de restauración forestal por unidad de superficie. ....	140
Tabla 52 Programa de manejo ambiental. ....	144

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1 Detalle de cercado del predio.....	14
Figura 2 Ubicación del predio en Unidades de Gestión Ambiental del POETY.....	16
Figura 3 Volumen/ha de biomasa correspondiente a hierbas y arbustos presentes en el área de estudio .....	23
Figura 4 Diagrama general del proyecto. ....	27
Figura 5 Detalle del sistema de tratamiento de las aguas residuales. ....	33
Figura 6 Detalle del campo de absorción del sistema de tratamiento de aguas residuales. ....	33
Figura 7 Ubicación del proyecto en las Unidades de Gestión Ambiental del POETY. ....	41
Figura 8 Ubicación del proyecto en la delimitación de las UGAs del POETCY. ....	45
Figura 9 Sistema ambiental del proyecto. ....	53
Figura 10 Área de influencia del proyecto. ....	56
Figura 11 Área del proyecto. ....	57
Figura 12 Distribución de variantes climáticas en la Región Hidrológica XII Península de Yucatán.....	58
Figura 13 Ubicación del proyecto en mapa de climas del estado de Yucatán.....	65
Figura 14 Ubicación del predio en plano geomorfológico del estado. ....	70
Figura 15 Tipos de suelo en el estado de Yucatán (POETY 2007). ....	74
Figura 16 Número de especies por familia botánica dentro del área de estudio. ....	79
Figura 17 Abundancia por familia botánica en del área de estudio. ....	80
Figura 18 Distribución de las formas de vida presentes en el área de estudio.....	81
Figura 19 Densidad por especie de la vegetación presente en el área de estudio. ....	83
Figura 20 Cobertura de copa por especie en la vegetación presente en el área de estudio.....	83
Figura 21 Distribución de especies de fauna por grupo taxonómico. ....	86
Figura 22 Distribución de número de individuos de fauna por grupo taxonómico. ....	87
Figura 23 Gráficas de distribución de individuos de aves por especies y por familia.....	87
Figura 24 Crecimiento poblacional en el municipio de Hunucmá. ....	89
Figura 25 Ubicación del proyecto en plano de carreteras.....	90
Figura 26 Incremento histórico de viviendas habitadas en Hunucmá.....	90
Figura 27 Población con nivel profesional en el municipio de Hunucmá. ....	93
Figura 28 Distribución de la PEA en el municipio de Hunucmá, por sector económico. ....	95
Figura 29 Captura total en toneladas de las principales especies en el estado de Yucatán 1990-2020 (Incluye la captura sin registro oficial) y tendencia. ....	123
Figura 30 Crecimiento de la población y su tendencia hasta el año 2020.....	123
Figura 31 Tendencia de la población ocupada total en la zona costera de Yucatán.....	124
Figura 32 Ubicación de áreas de reforestación.....	130

# CAPÍTULO I

## DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

### I.1 Datos Generales del proyecto

#### I.1.1 Nombre del proyecto

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE CASA UNIFAMILIAR SISAL 4183.

#### I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto está ubicado en los predios tablajes 4183 de la localidad Sisal, en el municipio de Hunucmá, Yucatán.

El plano de localización se encuentra en el anexo II, y en el capítulo 2 se incluye una fotografía área con el señalamiento de la ubicación exacta.

Las coordenadas UTM del punto inicial y final del proyecto son las siguientes:

Tabla 1 Coordenadas UTM de puntos extremos del proyecto.

NO.	COORDENADAS UTM	
	X	Y
1	189495.03	2344834.02
2	189517.97	2344843.99
3	189514.64	2344755.05
4	189491.48	2344745.60

#### I.1.3 Duración del proyecto

Plazo solicitado para la realización del proyecto:

- Cambio de uso de suelo (remoción de la vegetación): 18 meses.
- Construcción del proyecto: 18 meses.
- Operación del proyecto: 50 años.
- Abandono del proyecto: No aplica.

### I.2 Datos Generales del promovente

#### I.2.1 Nombre o Razón Social

THE PM SANDBOX INC S. DE R.L. DE C.V.

#### I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

[REDACTED]

#### I.2.3 Datos del Representante Legal

Cargo: Representante Legal.

En el anexo I de documentos legales se incluye copia de poder respectivo.

#### I.2.4 Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones

[REDACTED]

**I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado,**

***I.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental***

Razón social: Consultoría Ambiente Sustentable, SCP.

[REDACTED]

[REDACTED]

***I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP***

[REDACTED]

[REDACTED]

***I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento***

[REDACTED]

[REDACTED]

***I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo***

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

## CAPÍTULO II

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### **II.1 Información general del proyecto**

##### ***II.1.1 Naturaleza del proyecto***

El proyecto consiste en la construcción y operación de una casa unifamiliar, tipo villa al frente del mar, en un polígono de **2,125.00 m<sup>2</sup>** ubicado en una zona de desarrollo de segunda residencia, en la localidad costera de Sisal, municipio de Hunucmá, Yucatán.

La casa unifamiliar, que contará con las características y los servicios de una casa convencional, 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.

De manera general, el proyecto consta de la construcción de lo siguiente:

- Una casa habitación de dos niveles.
- Área de estacionamiento y circulación vehicular.
- Áreas de conservación.
- Infraestructura para proporcionar abastecimiento y disposición de servicios de agua, electricidad y manejo de residuos.

La superficie total del predio es de **2,125.00 m<sup>2</sup>**, el cual se encuentra cubierto casi en el 100% de vegetación forestal del tipo de matorral de duna costera.

Se realizará el cambio de uso de suelo en un área de **762.24 m<sup>2</sup> (35.87%)**, que corresponde a **365.78 m<sup>2</sup> (17.21%)** de construcción y **396.46 m<sup>2</sup> (18.66%)** de ocupación por accesos (vehicular y peatonal), balcón y el camino existente; el resto de la superficie **1,362.76 m<sup>2</sup> (64.13%)** será destinada a conservación de la vegetación y hábitat de fauna silvestre.

Las construcciones tendrán 2 niveles, y contará además con un subterráneo donde estará el garage. La casa habitación de dos niveles, tendrá la siguiente disposición: En la planta baja estará la sala, comedor, cocina, una recámara para invitados, la piscina con terraza al frente de la playa; en planta alta se contará con tres recámaras.

En la parte trasera se contará con un acceso vehicular al predio y el estacionamiento para invitados. La distribución interna de la casa habitación se muestran en los planos incluidos en el Anexo II.

El acceso al predio, por vía terrestre es desde la localidad de Sisal, a través de un camino sin pavimentar que comunica a dicha localidad con Chuburná Puerto y por vía marítima por la Zona Federal Marítimo Terrestre del Golfo de México.

El predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, forma parte de un desarrollo habitacional, en donde se han construido casas de segunda residencia similares al que se presenta en este documento.

El sitio donde se llevará a cabo el proyecto se ubica dentro de un terreno que se encuentra fraccionado en lotes, en dicho terreno se presenta un tipo de vegetación de matorral de duna costera dominado por especies arbustivas y con una diversidad biológica intermedia en buen estado que se encuentra en un franco proceso de diversificación.

El terreno donde se llevará a cabo el proyecto colinda al norte con la Zona Federal Marítimo Terrestre y el Golfo de México.

El sitio del proyecto se encuentra ubicado en una unidad de gestión ambiental HUN06-AP1-R, de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), donde uno de los usos compatibles es el de **vivienda unifamiliar**, uso que se pretende dar al predio con el presente proyecto.

El diseño del proyecto se ha realizado de manera que no exceda la capacidad de carga ambiental del sitio, considerando mantener una franja de conservación entre la playa y la casa, para prevenir la erosión, conservar la vegetación y favorecer la retención de arena, la infraestructura a construir se encuentra fuera de Zona Federal Marítimo Terrestre y a partir de 58 m. de la primera duna costera.

Este proyecto requiere autorización en materia de impacto ambiental de jurisdicción federal, ya que la vegetación presente en el predio es de tipo duna costera y la construcción y operación del proyecto ocasionará un cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Por lo tanto para dar cumplimiento con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y sus respectivos Reglamentos, se solicita la autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y en materia de impacto ambiental, presentando un Documento Técnico Unificado, conforme al Artículo 1º del Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22/12/2010)

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.

#### Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

El área donde se ubicará el proyecto de la “**Casa Unifamiliar Sisal 4183**”, se encuentra actualmente sin uso de suelo evidente, presentando vegetación secundaria derivada de matorral de duna costera. El sitio formó parte de una plantación de cocotero en varias décadas anteriores.

Como se menciona anteriormente, el polígono del proyecto colinda al norte con la Zona Federal Marítimo Terrestre y el Golfo de México.

El sitio del proyecto se encuentra ubicado en la Unidad de Gestión Ambiental **HUN06-AP1-R**, del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán (POETCY 2014), donde uno de los usos compatibles es el de **vivienda unifamiliar**, uso que se pretende dar al predio con el presente proyecto.

El predio colinda al norte con la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), sin un uso directo y la playa es usada para actividades recreativas. Y el mar del Golfo de México, tiene uso pesquero y recreativo.

La población más cercana en la localidad de Sisal, se dedica en su mayoría a la pesca, y como actividades secundarias el comercio y la prestación de servicios turísticos.

## ***II.1.2 Objetivo del proyecto***

Las zonas costeras del estado de Yucatán, tienen un potencial turístico, por su riqueza natural y su paisaje, lo que ha desarrollado en la zona desde varias décadas el turismo de sol y playa, presentando tres corrientes: visitantes por el día, veraneantes que se alojan en hoteles y consumen en restaurantes y turismo de segunda residencia (dueños de casas veraniegas que son ocupadas durante diferentes temporadas).

El proyecto corresponde a la construcción de una casa unifamiliar que será habitada por temporadas o bien durante todo el año, dentro de un ecosistema costero, buscando integrarse en el paisaje del sitio con el fin de poder tener contacto directo con la naturaleza, realizar actividades recreativas y disfrutar de la belleza del litoral existente.

Considerando que el proyecto, busca el disfrute de la playa y del paisaje costero, compuesto por vegetación nativa de duna costera y la fauna silvestre asociada (aves marina y acuáticas), tanto la construcción de la casa, como su habitación, se desarrollará de manera que permitan el mantenimiento y la conservación de los elementos naturales de interés, es decir la playa y el paisaje costero actual.

Entre las principales problemáticas en las zonas costeras del estado, se encuentran la erosión de la playa, la contaminación del manto freático, la pérdida de diversidad biológica por cambio de uso de suelo; es por eso que el proyecto considera diversas medidas para prevenir los efectos negativos que tuviera el desarrollo del mismo sobre el ecosistema, así como acciones para preservar la vegetación y mitigar la erosión de la playa.

El objetivo del desarrollo del proyecto, es construir y habitar una vivienda de segunda residencia (casa unifamiliar tipo villa) la cual esté armoniosamente integrada al paisaje costero, diseñada de acuerdo a las condiciones ambientales y sin exceder su capacidad de carga, implementando tecnologías para prevenir la contaminación y favorecer a largo plazo la conservación y preservación del ecosistema, su diversidad y el paisaje, para el uso y disfrute de los usuarios.

## ***II.1.3 Ubicación física***

Las coordenadas UTM del polígono del proyecto son las siguientes:

**Tabla 2 Coordenadas UTM de puntos del polígono del proyecto.**

PV	COORDENADAS UTM	
	X	Y
1	189495.03	2344834.02
2	189517.97	2344843.99
3	189514.64	2344755.05
4	189491.48	2344745.60
Zona: 16 N Datum: WGS-84		

En el Anexo II se presenta un plano topográfico, en el cual se detalla la poligonal del área del proyecto, así como sus colindancias. En dicho plano se especifica las coordenadas UTM de los vértices.

## ***II.1.4 Urbanización del área***

Actualmente en la zona del predio no se cuentan con todos los servicios públicos, sin embargo se ha iniciado el proceso de urbanización de un fraccionamiento habitacional de baja intensidad de ocupación, con la introducción de la línea de transmisión eléctrica y las escrituras para recibir su acometida y el medidor a razón de que se contrate el servicio.

En el sitio aún no se cuenta con algún sistema de potabilización y/o tratamiento de agua, ni servicios de telefonía.

La localidad más cercana es Sisal, donde se cuenta con todos los servicios públicos, así como las vías de acceso adecuadas.

#### ***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 personal responsable de la obra, la cual dada su giro comercial, se encuentra preparada para solventarlos, sin generar problema alguno en las localidades vecinas.

La energía eléctrica será abastecida por la Comisión Federal de Electricidad, previo convenio, a partir de la línea ya instalada, al inicio de la construcción, es necesario se contará con una planta generadora de manera temporal. El aqua requerida para la construcción, se proveerá transportada mediante pipas a partir del sistema operado por el Ayuntamiento de Sisal.

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.**

ACTIVIDAD	EQUIPO	CANT.	TIPO DE COMBUSTIBLE
Construcción de la casa	Planta de electricidad	1	Gasolina
	Taladros eléctricos	4	Electricidad
	Excavadora carterpillar mod. 416	1	Diesel
	Revolvedora de 1 saco	1	Gasolina
	Sierra circular	1	Gasolina
Servicios	Bobcat	1	Gasolina
	Máquina perforadora	1	Diesel
	Grúa	1	Diesel
	Drill	1	-

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

- **Energía eléctrica:** el suministro se hará a partir de la línea ya instalada, previo convenio con la Comisión Federal de electricidad.
- **Agua potable:** el abastecimiento de agua está provisto por un pozo de aprovechamiento o en su caso transportado 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 únicamente se impermeabilizará el área de construcción de la casa, excluyendo las áreas vehiculares.
- **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.
- **Teléfono:** en la zona del estudio no se cuenta aún con una red de servicio telefónico, aunque existe en el poblado de Sisal el servicio y la señal de diversas compañías de telefonía móvil puede recibirse en el sitio.

- **Red vial:** el acceso al predio, actualmente es a través del camino costero que comunica Sisal con Chuburná Puerto.
- **Transporte:** actualmente no hay transporte público que lleve al predio, sin embargo existen rutas de camines y combis que llegan a la localidad de Sisal.
- **Manejo de residuos:** se contará con un área para almacenar temporalmente los residuos domésticos en el patio de servicios de la casa, para cuyo transporte se contratará el servicio recoja de la localidad para su disposición final al sitio autorizado por el H. Ayuntamiento de Hunucmá.

#### ***II.1.5 Inversión requerida***

La inversión total para el desarrollo del proyecto es de \$1,300,000.00 (UN MILLÓN TRESCIENTOS MIL 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 \$100,000.00 (CIEN MIL PESOS 00/100 M.N.).

#### **II.2 Características particulares del Proyecto**

El proyecto de “**Casa Unifamiliar Sisal 4183**” contempla la construcción de una casa unifamiliar tipo villa, que contará con las características y los servicios de una casa convencional, considerando 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.

Dentro del proyecto, se contempla contar con una superficie de conservación y protección de la duna costera al norte del terreno, y áreas verdes en la parte posterior del predio donde se conservarán las condiciones actuales de vegetación. Por lo tanto el cambio de uso de suelo se limita al área de afectación por la construcción del proyecto (**construcción y ocupación**) donde se ubicará la casa habitación, el camino de acceso vehicular y las áreas recreativas.

De manera general la casa estará conformada de la siguiente manera:

- Planta baja

La entrada desde la parte posterior será a través de una terraza donde se contará con una palapa, y la puerta de acceso a la casa, que contará con cocina, comedor, sala y un baño, sala de estar con baño, así como una recámara principal con su baño. Para el acceso a la planta alta se contará con unas escaleras.

En esta planta al frente de la casa se contará con una terraza con piscina y un sendero de acceso a la playa, el cual será delimitado de manera serpenteada.

- Planta alta.

Se accederá a este nivel, a través de unas escaleras ubicadas a un costado de la entrada. En esta planta se encuentran tres habitaciones cada una con baño.

- Camino vehicular.

Se contará con un camino de acceso vehicular a la casa habitación desde la carretera, este camino no serán pavimentado, si no únicamente se removerá la vegetación y será compactado el suelo, para así no modificar la capacidad de infiltración de la arena en dichas áreas.

- Áreas verdes de conservación.

A lo largo de todo el proyecto, en la zona de la entrada, el camino vehicular y en el área exterior se contarán con áreas de conservación, que permita la permanencia de la vegetación existente y especies nativas, además de preservar la vegetación de duna al frente de la casa y parte de la vegetación en la parte posterior.

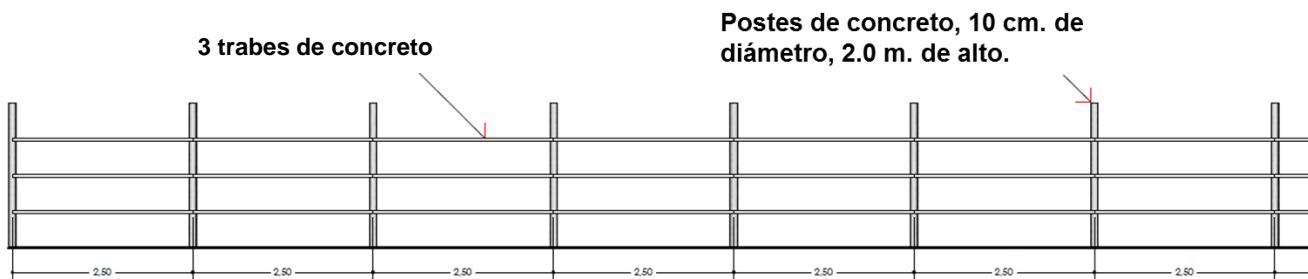
En la parte norte del predio, se conservará de manera natural la vegetación de la duna costera (48 m. del límite de ZOFEMAT hacia el sur), y en su caso se podrá enriquecer con la reforestación de especies propias de la zona pionera de la duna, para así favorecer la presencia de estas y así obtener los beneficios en cuanto a la prevención de la erosión de la playa, así como proteger la infraestructura de la casa.

En las áreas verdes fuera de la zona de protección de la duna, se enriquecerá con la siembra de especies ornamentales propias de la duna costera, manteniendo en los bordes, una abundancia baja de los individuos de especies que por sus características, podrían ser riesgosas para las personas por ser punzantes, venenosas y/o tóxicas.

#### 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 todo el perímetro del predio.

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 1 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 Dimensiones del proyecto

La superficie total del terreno es de **2,125.00 m<sup>2</sup>**, para construcción se destinará una superficie de **365.78 m<sup>2</sup> (17.21%)**, y se tendrá una ocupación de **396.46m<sup>2</sup>**, para estacionamiento y caminos, con lo cual la remoción total de vegetación será de **762.24 m<sup>2</sup> (35.87%)**, el resto de la superficie será mantenida como área de conservación de la vegetación, a continuación se desglosan los componentes del proyecto:

**Tabla 4 Dimensiones del proyecto.**

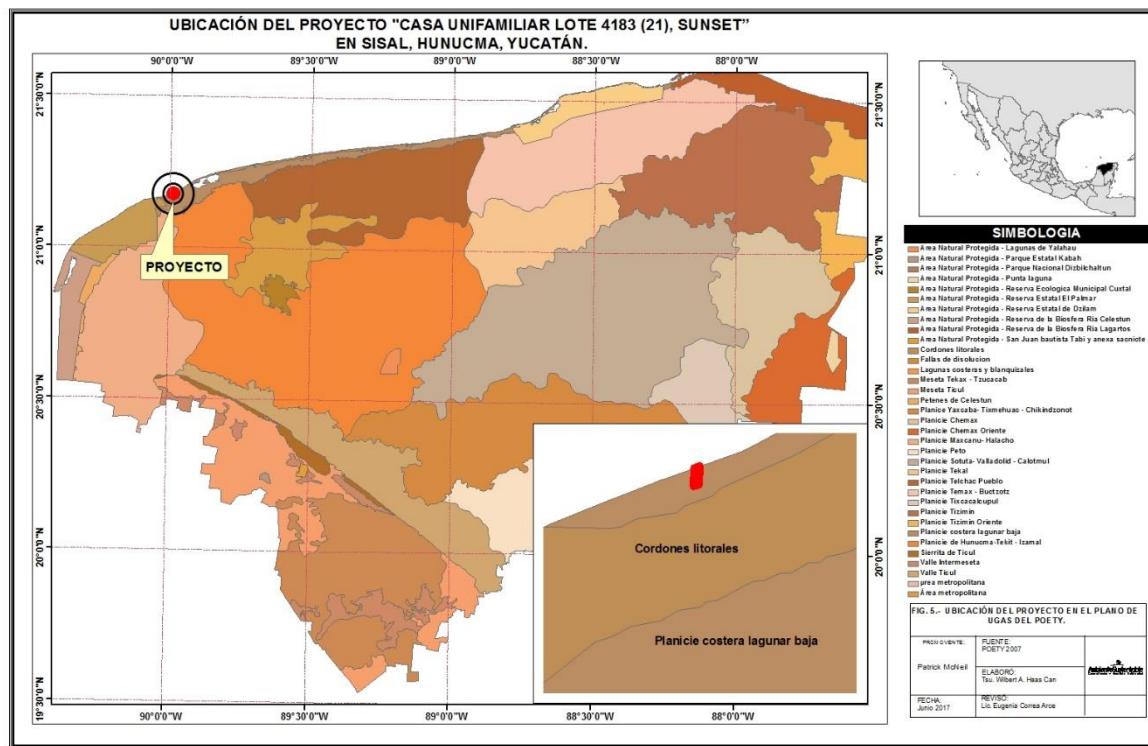
CONCEPTO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	PORCENTAJE (%)
<b>CAMBIO DE USO DE SUELO</b>	<b>762.24</b>	<b>35.87%</b>
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>365.78</b>	<b>17.21%</b>
Casa Principal	206.64	9.72%
Terraza	65.59	3.09%
Piscina	26.67	1.26%
Terraza de acceso	37.10	1.75%
Escaleras	29.77	1.40%
<b>Ocupación</b>	<b>396.46</b>	<b>18.66%</b>
Camino de Acceso	139.09	6.55%
Pérgolas	14.74	0.69%
Senderos	203.50	9.58%
Jardín	39.14	1.84%
<b>ÁREA NATURAL</b>	<b>1,362.76</b>	<b>64.13%</b>
Área de Conservación	1,362.76	64.13%
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>	<b>2,125.00</b>	<b>100.00%</b>

## II.2.2 Representación gráfica regional

En el Anexo II de este documento se presenta un plano de ubicación del predio en la región hidrológica.

## II.2.3 Representación gráfica local

A continuación se presenta el polígono del predio dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado Yucatán.



**Figura 2 Ubicación del predio en Unidades de Gestión Ambiental del POETY.**

En el Anexo II de este documento se presenta un plano con el polígono georreferenciado de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo.

Asimismo, se presenta un plano del proyecto en la Región Hidrológica.

#### ***II.2.4 Preparación del sitio***

La preparación del terreno tendrá una duración de 4 meses y consistirá en:

- *Desmonte y despalme*

Se realizará un desmonte parcial del terreno, respetando la vegetación de duna costera en la parte norte del predio y la que se encuentra en la parte posterior donde no se llevará a cabo la construcción.

El tipo de vegetación por afectar es de duna costera, siendo la superficie total por afectar de 762.24 m<sup>2</sup> (35.87%). En el área se identificó una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo cual se realizará el rescate de los ejemplares de esta especie que se encuentren ubicados en sitios a afectar por el proyecto y su reubicación a las áreas verdes del proyecto.

Las técnicas a emplear para la realización de los trabajos serán las comúnmente utilizadas, para la remoción de la vegetación y despalme se utilizará maquinaria, acomodándose en montículos en diferentes áreas del predio según el avance del proyecto.

El tipo de material por remover será arbustivo, hojas y basura, los cuales serán retirados del predio y trasladados al sitio de disposición final que establezca el Ayuntamiento Municipal.

- *Nivelación y compactación del terreno*

Se realizará una nivelación del terreno en el área donde se establecerá la casa, mediante el levantamiento y nivelación con tránsito y nivel fijo, para en su caso rellenarlo de arena.

La nivelación del terreno se ejecuta con material de origen calcáreo conocido como sahscab, mezclado con ciclópeo. Ambos materiales se obtienen de proveedores autorizados para su comercialización. La compactación se hará con pizón de mano o compactadora portátil, o en su caso con equipo motorizado.

- *Señalización*

Una vez nivelado y compactado el terreno, se procede a ejecutar la división y señalización de la superficie que ocupará cada componente de la casa, incluyendo las áreas de servicios, utilizando para ello marcas de cal y balizas.

#### ***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.

Se instalará 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. Una vez habilitado un baño en el área del proyecto, este podrá estar a disposición de los trabajadores, y así prescindir de la renta de la letrina portátil.

## II.2.4 Etapa de construcción

El programa general de trabajo para la construcción del proyecto se estima cubra un período de 14 meses, 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:

- 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. La casa contará con sistema sanitario interior y conexión a fosa séptica de acuerdo a las normas vigentes. (Anexo IV: Detalles técnicos de la fosa séptica).

- 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.

- Construcción de la casa.

Excavación: se realizará una excavación en la arena para la colocación de los cimientos necesarios para la edificación de la casa. El material será utilizado en el proceso de nivelación del área de desplante 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 la casa.
- Plantilla de concreto: se refiere a la colocación de una capa de concreto en el suelo ya apisonado directo a tierra con el fin de contar con una superficie sólida sobre la cual se puedan realizar las actividades de construcción.
- 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 la casa.
- 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 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 la casa.
- 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 la casa, 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 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 la casa, 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 la casa y cocina, y de los diversos tipos pisos en las demás áreas de la casa.
- Compactación del camino de acceso y áreas de circulación.

Se cubrirá con una capa de sascab (material de banco) a las áreas de camino de acceso y circulación y estas serán compactadas. En ningún momento se utilizará algún tipo de material impermeabilizante.

- 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.

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 y mantenimiento***

La etapa de operación se realizará de manera total cuando la casa esté concluida y habitada. No existe un programa como tal, sin embargo como toda casa habitación, la operación de la casa 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 a través de un pozo o bien traída mediante pipas a partir de depósitos a cargo del organismo operador de agua potable del municipio de Hunucmá. El manejo de residuos sólidos lo efectuará una empresa autorizada, o bien los habitantes los transportarán hasta el sitio de disposición final que determine el Ayuntamiento.

Por las condiciones geográficas y climáticas de la región, los eventos de mayor relevancia en este sentido son los relacionados con los huracanes. En este caso, el Ayuntamiento opera el Sistema Municipal de Atención a Emergencias y de Protección Civil, Sistema que se encuentra vinculado a los Sistemas de Protección Civil Estatal y Nacional y en su conjunto cuentan con los programas requeridos para prestar atención a la sociedad en casos de contingencia o de emergencia por eventualidades como son la presencia de huracanes, tormentas tropicales, nortes e incendios forestales.

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.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto***

El proyecto no se requiere la instalación de nuevas obras o de infraestructuras asociadas, ya que durante la etapa de construcción la demanda de insumos y servicios será cubierta con la infraestructura presente en la zona, y durante la etapa de operación, al ser una carretera de libre tránsito no se requerirá ningún tipo de infraestructura adicional para su funcionamiento.

## **II.2.7 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo.**

Metodología utilizada para la estimación del volumen por especie.

Para la estimación de los volúmenes por especie que serán obtenidos con la eventual eliminación de la vegetación forestal en el área donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo, se llevó a cabo un muestreo sistemático que consistió en el levantamiento de dos sitios cuadrados de 10 X 10 m, con una superficie de 100 m<sup>2</sup> c/u. En cada sitio de muestreo se registraron por especie y estrato (alto, medio y bajo) todos los individuos que se encontraron en el mismo.

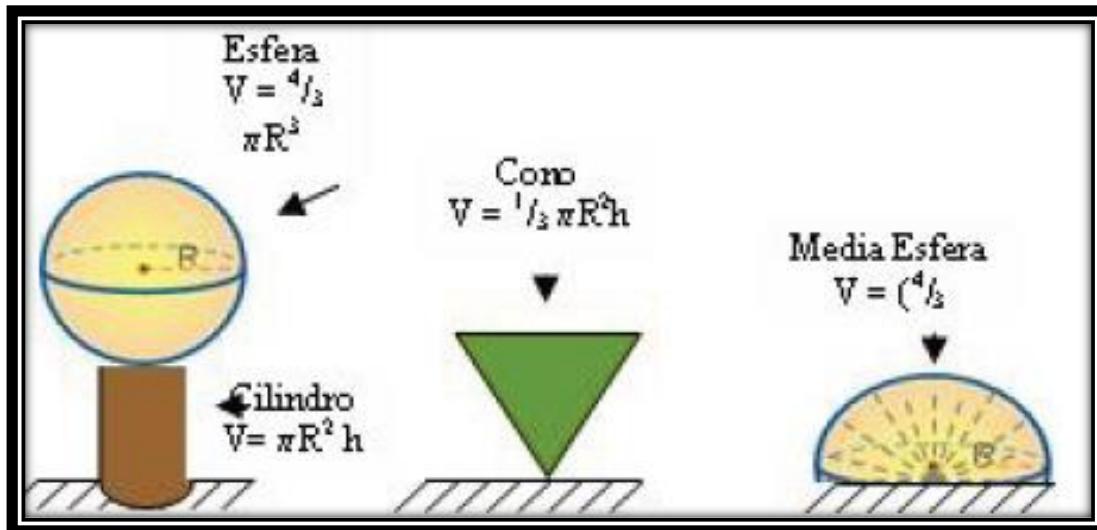
De esta manera, dichos sitios nos arrojan una superficie muestreada de 200 m<sup>2</sup>, lo que representa una intensidad de muestreo del 9.41%, dado que la superficie total del predio donde eventualmente se realizará el proyecto es de 2,125.00 m<sup>2</sup>. Por lo tanto, se trata de una intensidad de muestreo suficiente, que nos permite obtener estimaciones confiables de las existencias reales volumétricas presentes en el área del proyecto.

Se utilizó la hoja de cálculo EXCEL, para realizar los cálculos correspondientes y los resultados obtenidos fueron extrapolados a la fracción de terreno donde se propone realizar el eventual cambio de uso de suelo (796.88 m<sup>2</sup>), misma que representa el 37.50% de la superficie total del predio

El procedimiento para el cálculo del volumen de las materias primas forestales a obtener, se presenta a partir de las siguientes definiciones y fórmulas:

### **Volumen.**

La gran mayoría de la vegetación presente en el área de estudio es de tipo arbustivo y herbáceo, es decir, de porte bajo y de formas variadas, por lo tanto, para el cálculo de los volúmenes correspondientes se utilizan una serie de fórmulas, dependiendo de la constitución de los individuos, las cuales se presentan a continuación.



### **Para palmas pequeñas:**

Esfera.

$$V = \frac{4}{3} * \pi * R^3$$

Donde

**V= Volumen total (m<sup>3</sup>)**

**π = 3.1416**

**R= Radio de la circunferencia (m)**

Cilindro

$$V = \pi * R^2 * h * cf$$

Donde

**R= Radio de la circunferencia (m)**

**h= Altura (m)**

**cf= coeficiente de forma (0.6)**

Para obtener el volumen de un individuo, se procede a sumar ambos resultados.

**Para arbustos:**

Cono

$$V = 1/3 * \pi * R^2 * h$$

**Hierbas y rastreras:**

Media esfera

$$V = (4/3 * \pi * R^3)/2$$

Sin embargo, se debe considerar que se trata de volúmenes aparentes ya que la mayor parte son espacios vacíos. Por lo tanto, se estimó que el volumen ocupado realmente por hojas, flores, frutos y ramillas representa el 10% del volumen calculado.

En el caso de los árboles, se utilizan las siguientes fórmulas:

**Área basal:**

$$B = 0.7854 D^2$$

Dónde:

**B= Área basal (m<sup>2</sup>)**

**D= Diámetro normal**

**Volumen total:**

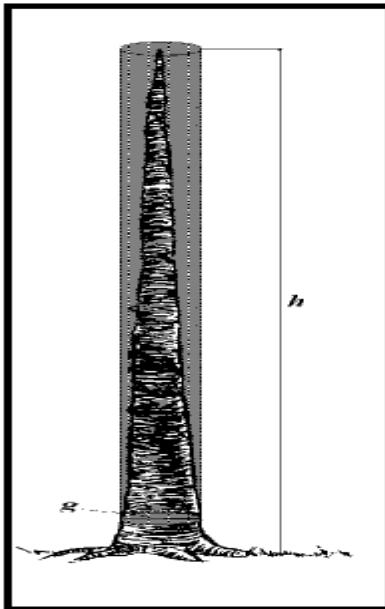
$$V = L * B * C.M.$$

Dónde:

**V= Volumen (m<sup>3</sup>)**

**L= Altura tota**

C.M.= Coeficiente mórfico. El cuál es la relación existente entre el volumen real de un fuste y el volumen de un cuerpo geométrico convencional que usualmente es un cilindro, pero también puede ser un cono, paraboloide apolónico, etc., de la misma base que el árbol y de la misma altura.



### **Base de cálculo del coeficiente mórfico**

Para el caso del fuste, se utilizó un CM de 0.6. Se estima que los desperdicios derivados de ramas, hojas y ramillas representan el 15% del volumen fuste total.

El volumen total de la vegetación correspondiente a una especie, así como de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo, es igual a la suma de los volúmenes de todos los individuos considerados en cada concepto de agrupamiento, ejemplo:

$$\sum_{a=1}^n V_t \text{ especie} = \sum V \text{ especie}$$

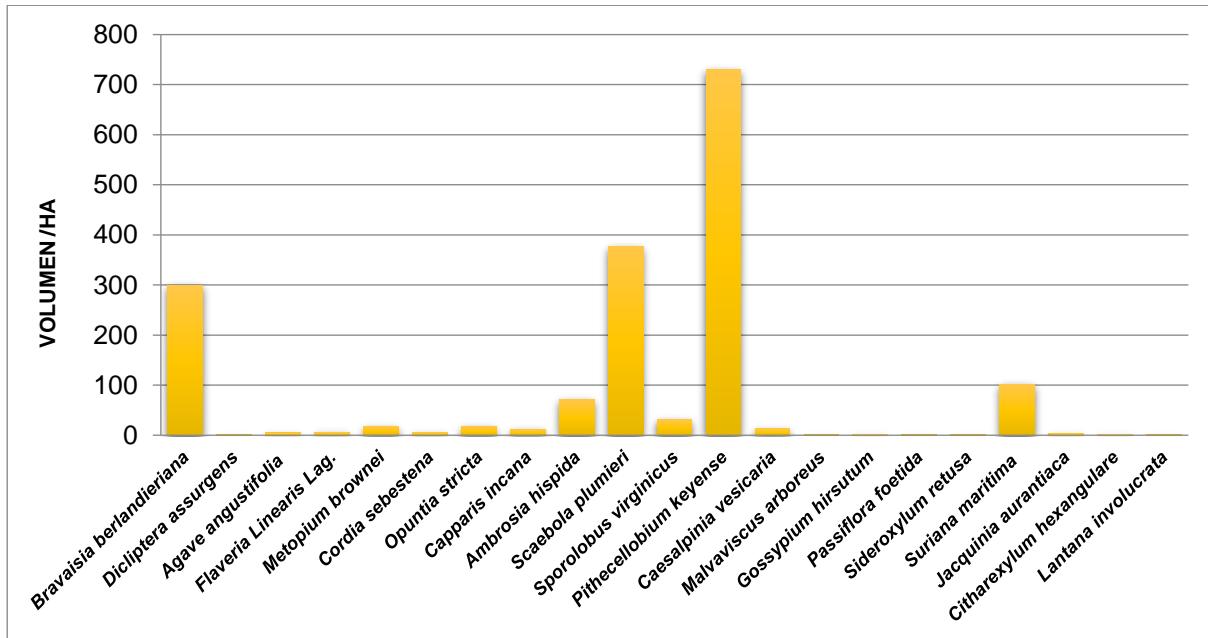
En este predio no existe vegetación leñosa debido a que únicamente están presentes los estratos medio y bajo, donde solo podemos encontrar especies herbáceas y arbustivas así como los estados juveniles de algunas especies arbóreas que se encuentran presentes. Los resultados obtenidos están referidos en su totalidad a la biomasa ( $m^3$ ) proveniente de ramas, ramillas, tallos, hojas, flores y frutos en dichos estratos, cuyos resultados se presentan a continuación.

**Tabla 5 Volumen de biomasa por unidad de superficie y del área propuesta para cambio de uso de suelo de los estratos medio y bajo.**

FAMILIA	ESPECIE	VOLUMEN /HA	VOL. /CUSTF
ACANTHACEAE	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	299.5198	22.8306
ACANTHACEAE	<i>Dicliptera assurgens</i>	0.0514	0.0039
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i>	4.5848	0.3495
AMARANTHACEAE	<i>Flaveria Linearis Lag.</i>	5.7319	0.4369
ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	18.3245	1.3968
BORAGINACEAE	<i>Cordia sebestena</i>	5.3888	0.4108

FAMILIA	ESPECIE	VOLUMEN /HA	VOL. /CUSTF
CACTACEAE	<i>Opuntia stricta</i>	17.6406	1.3446
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis incana</i>	11.9735	0.9127
COMPOSITAE	<i>Ambrosia hispida</i>	72.0503	5.4920
GOODENIACEAE	<i>Scaebola plumieri</i>	376.9920	28.7359
GRAMINEAE	<i>Sporolobus virginicus</i>	31.7290	2.4185
LEGUMINOSAE	<i>Pithecellobium keyense</i>	731.0948	55.7271
LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	13.6939	1.0438
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	0.3015	0.0230
MALVACEAE	<i>Gossypium hirsutum</i>	1.9908	0.1517
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida</i>	0.8039	0.0613
SAPOTACEAE	<i>Sideroxylum retusa</i>	0.1636	0.0125
SIMAROUBACEAE	<i>Suriana maritima</i>	101.7502	7.7558
THEOPHRASTACEAE	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	3.4358	0.2619
VERBENACEAE	<i>Citharexylum hexangulare</i>	2.1468	0.1636
VERBENACEAE	<i>Lantana involucrata</i>	0.6876	0.0524
		<b>1700.0556</b>	<b>129.5853</b>

Dicho volumen es susceptible de ser transformado en composta ó ser reincorporado directamente al terreno para que cumpla funciones como mejorador de suelo.



**Figura 3 Volumen/ha de biomasa correspondiente a hierbas y arbustos presentes en el área de estudio**

De un total de 21 especies presentes, únicamente tres representan el 82.80% del volumen/ha presente en el área de estudio, sobresaliendo *Pithecellobim keyense* con el 43.00% del total, le sigue *Scaebola plumieri* con el 22.18% y finalmente *Bravaisia berlandieriana* con el 17.62%.

## ***II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo.***

La estimación económica se presenta en el Anexo IV. B.

Según fueron identificados los recursos biológicos existentes en el sitio, que corresponden a especies de flora nativa propia de duna costera, que además son hábitat de fauna silvestre y tienen funciones de prevención de la erosión de la playa.

### **Estimación del valor económico de los recursos biológicos por especie.**

Para estimar el valor económico de las plantas que se encuentran en el predio y que serán removidas por el cambio de uso de suelo, se tomaron como referencia precios de plantas disponibles en diversos viveros locales, es importante mencionar que la mayoría de las especies encontradas en el sitio, al ser silvestres tienen un uso tradicional, y no se encuentran disponibles en viveros, por lo que el precio para las plantas que fue tomado en referencia corresponde a las plantas que tienen valor ornamental o medicinal.

**Tabla 6 Valor económico estimado de plantas por cambio de uso de suelo.**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NO. INDIVIDUOS A REMOVER	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
ACANTHACEAE	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	114	15	1,710
ACANTHACEAE	<i>Dicliptera assurgens</i>	4	15	60
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i>	91	15	1,365
AMARANTHACEAE	<i>Flaveria Linearis Lag.</i>	53	15	795
ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	30	40	1,200
BORAGINACEAE	<i>Cordia sebestena</i>	11	40	440
CACTACEAE	<i>Opuntia stricta</i>	11	30	330
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis incana</i>	50	15	750
COMPOSITAE	<i>Ambrosia hispida</i>	91	15	1,365
GOODENIACEAE	<i>Scaebola plumieri</i>	57	30	1,710
GRAMINEAE	<i>Sporolobus virginicus</i>	30	15	450
LEGUMINOSAE	<i>Pithecellobium keyense</i>	362	15	5,430
LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	23	15	345
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	11	15	165
MALVACEAE	<i>Gossypium hirsutum</i>	4	15	60
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida</i>	4	15	60
SAPOTACEAE	<i>Sideroxylum retusa</i>	4	15	60
SIMAROUBACEAE	<i>Suriana maritima</i>	27	15	405
THEOPHRASTACEAE	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	72	15	1,080
VERBENACEAE	<i>Citharexylum hexangulare</i>	15	15	225
VERBENACEAE	<i>Lantana involucrata</i>	11	15	165
<b>TOTAL</b>				<b>18,170.00</b>

Considerando lo anterior, el valor económico de los recursos biológicos forestales (plantas) del área sujeta a cambio de uso de suelo es de **\$18,170.00**.

Por otro lado, con la aplicación de método de mercado real (ingreso neto), se estimó que el valor económico de los recursos forestales es de -\$51,810.50 (teniendo un valor negativo).

Adicionalmente se realizó la estimación de los recursos biológicos (ejemplares de fauna silvestre), obteniendo un valor estimado de \$7,550.00 por el número de individuos observado en el sitio del proyecto (Detalles en Anexo IV. B)

**Estimación del valor económico de los recursos biológicos por su función en el ecosistema.**

En el anexo II, se presenta la descripción de la metodología empleada para estimar el valor económico de los recursos biológicos por su función en el ecosistema del área de cambio de uso de suelo, cuyos resultados arrojan un valor total de **\$40,458.08**.

**Tabla 7 Resumen de la estimación de valor económico de los recursos forestales.**

CLASE DE VALORES	TIPO	BIEN O SERVICIO	MÉTODO DE MEDICIÓN	VALOR TOTAL DEL PREDIO	VALOR DEL ÁREA DE CUSTF
USO	Indirecto: Beneficio funcional ambiental	Prevención erosión costera	Mercado sustituto: costos preventivos y defensivos	\$ 145,080.00	
USO	Directo: No Extractivo	Belleza paisajística	Mercado sustituto: precios hedónicos	\$ 38.25	\$ 13.72
USO	Directo: No Extractivo	Recreación	Mercado sustituto: precios hedónicos	\$ 108,000.00	\$ 38,739.75
USO	Indirecto: Beneficio funcional ambiental	Provisión de agua y calidad	Mercado sustituto: costos preventivos y defensivos	\$ 811.73	\$ 291.17
NO USO	De existencia	Biodiversidad	Mercado simulado: valoración contingente	\$ 38.25	\$ 13.72
NO USO	Existencia	Estéticos	Mercado sustituto: costos preventivos y defensivos	\$ 3,902.21	\$ 1,399.73

## ***II.2.9 Etapa de operación y mantenimiento***

### Etapa de operación

La etapa de operación se realizará de manera total cuando la casa esté concluida y habitada. No existe un programa como tal, sin embargo como toda casa habitación, la operación de la villa 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 obtenido de un pozo o bien traída mediante pipas a partir de depósitos a cargo del organismo operador de agua potable del municipio de Hunucmá. El manejo de residuos sólidos lo efectuará una empresa autorizada, o bien los habitantes los transportarán hasta el sitio de disposición final que determine el Ayuntamiento.

Por las condiciones geográficas y climáticas de la región, los eventos de mayor relevancia en este sentido son los relacionados con los huracanes. En este caso, el Ayuntamiento opera el Sistema Municipal de Atención a Emergencias y de Protección Civil, Sistema que se encuentra vinculado a los Sistemas de Protección Civil Estatal y Nacional y en su conjunto cuentan con los programas requeridos para prestar atención a la sociedad en casos de contingencia o de emergencia por eventualidades como son la presencia de huracanes, tormentas tropicales, nortes e incendios forestales.

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

### 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.

### *Utilización de explosivos*

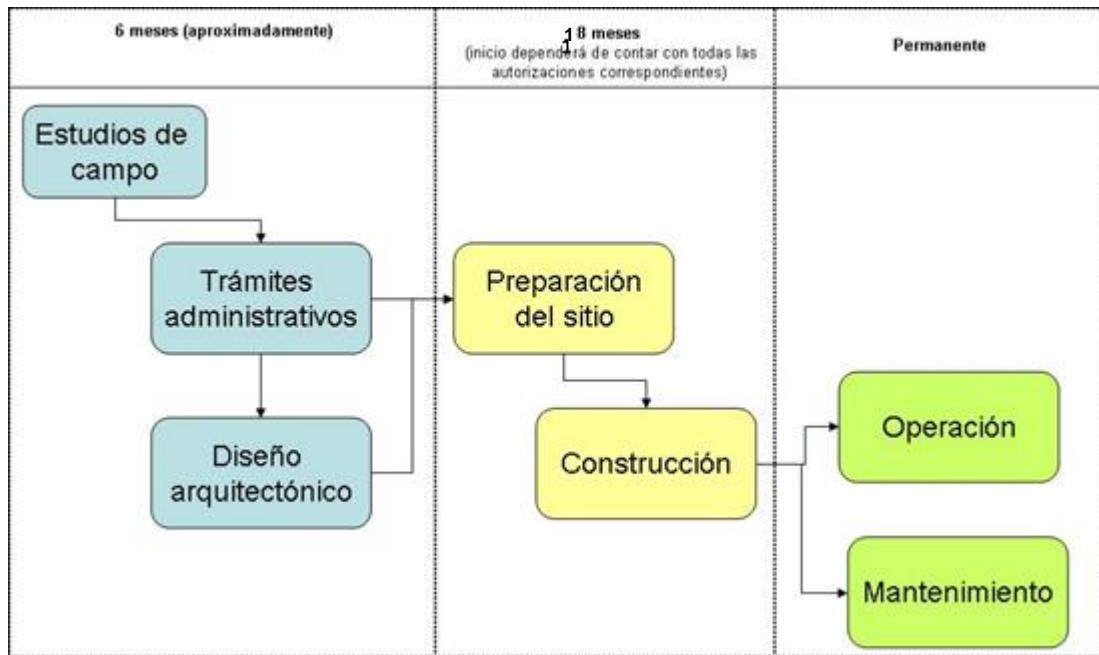
En ninguna de las etapas del proyecto se pretende la utilización de algún tipo de explosivos.

## ***II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.***

No se contempla el abandono del proyecto, por lo que con mantenimiento, reparaciones y sustituciones de equipos y materiales, se considera que su vida útil será prolongada en forma indefinida.

## II.2.11 Programa General de Trabajo

El proyecto de construcción y operación de la “**Casa Unifamiliar Sisal 4183**”, se pretende desarrollar de la siguiente manera:



**Figura 4 Diagrama general del proyecto.**

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 habitación, por lo que el diseño de los interiores, acabados y demás detalles se desarrollan de manera paralela a los trámites administrativos.

El programa de trabajo para las etapas de preparación del sitio y construcción, se estima cubra un período de 18 meses, a partir de que se obtengan las autorizaciones correspondientes.

Las actividades que componen estas etapas se presentan en el siguiente cronograma.

**Tabla 8 Cronograma de actividades.**

ACTIVIDAD	MESES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Preparación del sitio	x	x	x	x														
Construcción de la casa					x	x	x	x	x									
Implementación de sistema eléctrico y sanitario									x	x	x							
Implementación del sistema hidráulico											x	x	x					
Carpintería											x	x						
Equipamiento de baños y cocina											x	x						
Acabados												x	x	x	x	x		
Arreglo paisajístico												x	x	x	x	x		

No se prevé la ejecución de obras provisionales mayores, considerando únicamente la posibilidad de erigir 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.

Al terminar la obra, estas estructuras serán retiradas y el material útil ocupado en otra obra similar. En caso de que el material se encuentre en estado inconveniente, será desecharo como residuo sólido en el sitio que establezca el Ayuntamiento de Hunucmá.

El área que resulte afectada por las instalaciones provisionales, será restaurada una vez finalizada la obra y retirada las estructuras.

Tampoco está previsto el almacenamiento de combustibles, la reparación de vehículos en el predio, el uso de explosivos, ni de materiales riesgosos.

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

### **II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera.**

La construcción y operación de proyecto lleva consigo la generación de residuos sólidos, emisiones a la atmósfera y descargas de aguas residuales. En la tabla que se presenta en la siguiente hoja 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 9 Resumen de la generación de residuos y emisiones**

ETAPA DE GENERACIÓN	ESTADO	TIPO	FUENTE	CLASIF.	DESTINO
PREPARACIÓN DEL SITIO	Sólido	Orgánico: vegetación	Limpieza preliminar	N.P.	Sitio de disposición final municipal autorizado.
CONSTRUCCIÓN	Sólido	Inorgánico: Empaques	Proceso de construcción	N.P.	Sitio de disposición final municipal autorizado.
	Sólido	Inorgánico: Residuos de construcción	Proceso de construcción	N.P.	Reutilización en otras obras
	Sólido	Orgánico: desechos de alimentos	Consumo humano.	N.P.	Sitio de disposición final municipal autorizado.
	Líquido	Aguas residuales	Servicios sanitarios	N.P.	Sanitarios portátiles
OPERACIÓN	Sólido	Residuos orgánicos e inorgánicos	Todas las áreas de la casa	N.P.	Sitio de disposición final municipal autorizado.
	Líquido	Aguas residuales	Baños, cocina y lavadero	N.P.	Tratamiento primario (biodigestor)

### **II.2.13 Residuos**

#### ETAPAS: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

- Material vegetal.

Clasificación: Orgánico. Sólido. No peligroso.

Cantidad: 1 m<sup>3</sup> /ha.

Descripción: Producto del paso de la maquinaria pesada y el derribo de material se generan residuos sólidos consistentes en hojas y ramas así como piedras y otros materiales removidos del suelo.

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 H. Ayuntamiento.

- Rechazo de construcción

Clasificación: Inorgánico. Sólido. No peligroso.

Cantidad: 2 m<sup>2</sup>

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 H. 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 H. 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 H. 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.

- Emisiones de maquinaria de construcción.

Clasificación: Gaseosos. No peligrosos.

Cantidad: No dimensionado.

Descripción: Durante el proceso de operación de la maquinaria la combustión de hidrocarburos genera emisiones a la atmósfera de diversa composición.

Posibles Efectos: Ruido y molestias en ojos.

Manejo y Disposición Fina: Dispersión natural a la atmósfera.

Se espera que no se generen residuos de tipo peligroso, ya que la maquinaria o los vehículos recibirán mantenimiento fuera del sitio.

Así mismo, durante el proceso de pintura de herrerías u otros acabados, es posible que se empleen solventes y otros productos que requieren ser manejados con cuidado para evitar la contaminación al ecosistema.

## 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 de Hunucmá.

- 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 10 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 ( $P_2O_5$ )	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
Relación C/N	6 - 10	1
Contenido de $DBO_5$ por persona al día	15 - 20 g.	10 g.

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

Manejo y Disposición Final: Serán conducidas a la fosa séptica prefabricado, que consiste en un tanque biodigestor, donde recibirán un tratamiento clarificador y posteriormente serán conducidas las aguas tratadas hacia un campo de absorción impermeabilizado, por lo cual no se generarán descargas hacia el acuífero. Los detalles se presentan en el siguiente punto.

#### **Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos**

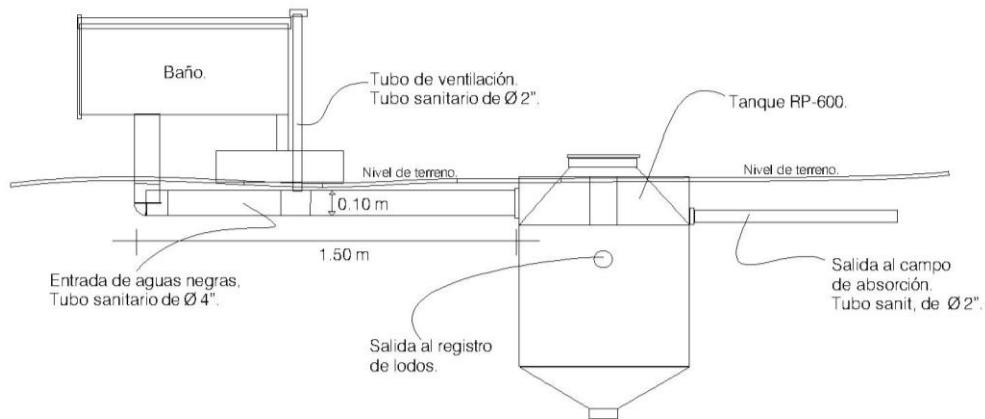
El sitio de disposición final de los residuos sólidos urbanos más cercana al área del proyecto, se encuentra en la localidad de Sisal, por lo que durante la etapa de preparación y construcción, la empresa contratista, deberá acopiar los residuos generados en botes con tapa y trasladados diariamente a 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.

- Sistema integral de tratamiento y disposición 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).

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 hidráulica de la casa 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 compuesto 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.**

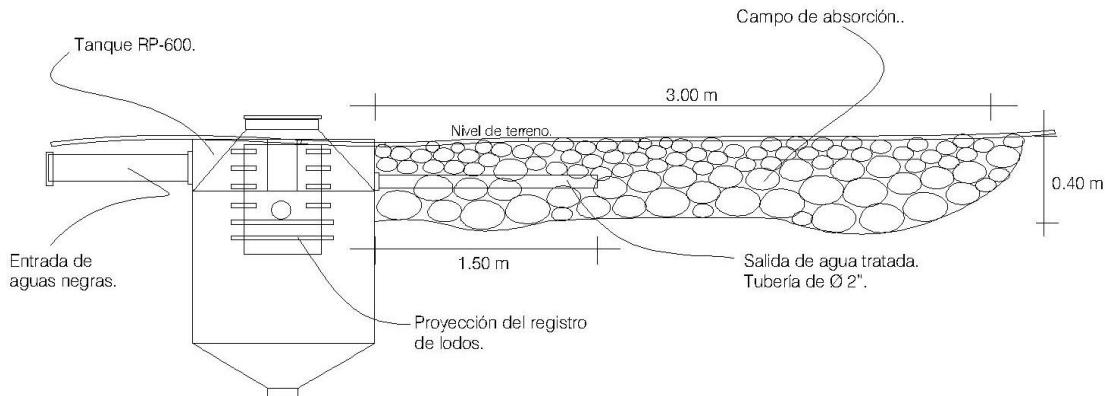
Por la ocupación de la casa se estima que un tanque con estas dimensiones será suficiente para el tratamiento de las aguas residuales.

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 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.

En el plano Anexo, se presenta la ubicación de la fosa séptica y del campo de absorción.

## CAPÍTULO III

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

En el presente capítulo, se realizó una revisión de los diferentes instrumentos de planeación y normativos 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.

#### ANTECEDENTES

Como se menciona en el oficio de presentación del trámite ante la SEMARNAT, así como se ha mencionado a lo largo de este documento, el proyecto requiere la autorización de la federación en materia de impacto ambiental (construcción en ecosistema costero) y en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales; este documento que se presenta corresponde a un Documento Técnico Unificado, ajustándose al “**ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan**”, el cual fue publicado el día 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación y a continuación se presenta la vinculación del proyecto con lo establecido en el mismo (criterios aplicables):

**PRIMERO.** *Se establecen los trámites unificados de aprovechamiento forestal y de cambio de uso de suelo forestal, este último en sus modalidades A y B, los cuales son opcionales para los interesados y, por lo tanto, no anulan o limitan el derecho de éstos para solicitar las autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales, de cambio de uso de suelo forestal y en materia de impacto ambiental de manera separada.*

El promotor ha elegido presentar el trámite unificado por el cambio de uso de suelo, modalidad B junto con la evaluación de impacto ambiental.

**SÉPTIMO.** *El documento técnico unificado correspondiente al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B, contendrá la información que prevén los artículos 12 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, según corresponda, así como la indicada en el artículo 121, fracciones V, IX, X, XI, XIII y XIV, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.*

El contenido de este Documento Técnico Unificado, cumple con lo previsto en los artículos señalados.

**NOVENO.** *A la solicitud de trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, se anexará:*

- I. Documento técnico unificado, en original impreso y en formato electrónico;
- II. Copia simple de la identificación oficial del solicitante;

- III. Resumen del contenido del documento técnico unificado, en formato electrónico;**
- IV. Copia de la constancia del pago de derechos correspondientes;**
- V. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas, el estudio de riesgo correspondiente;**
- VI. Original o copia certificada del título de propiedad inscrito en el Registro Público que corresponda o del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar las actividades que impliquen el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En ambos casos se anexará copia simple para su cotejo;**
- VII. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo, y**
- VIII. Cuando se trate del reconocimiento, exploración superficial y explotación petrolera en terrenos forestales, la documentación que acredite el derecho a realizar las actividades propuestas.**

Se anexa la documentación solicitada en este artículo.

**DECIMO.** Los trámites unificados, objeto del presente Acuerdo, se llevarán a cabo en un procedimiento único el cual se desarrollará conforme a las etapas y plazos establecidos para la evaluación del impacto ambiental descritos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En el caso del trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, una vez integrado el expediente respectivo y paralelamente al procedimiento descrito en el artículo 34 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Autoridad Resolutora enviará copia del documento técnico unificado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción.

Transcurrido el plazo a que se refiere el párrafo anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación.

Concluido el procedimiento, la Autoridad Resolutora otorgará la autorización, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El trámite será desechado en caso de que el interesado no acredite el depósito a que se refiere el párrafo anterior dentro de los treinta días hábiles siguientes a que surta efectos la notificación.

Una vez acreditado el depósito, la Secretaría expedirá la autorización correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría otorgue la autorización, ésta se entenderá concedida.

El promovente tiene conocimiento del procedimiento único y de las etapas y plazos establecidos para su evaluación y autorización en su caso. Dará cumplimiento a lo solicitado, así como realizará el depósito al Fondo Forestal Mexicano a que se refiere este artículo.

**DECIMO SEGUNDO.** El plazo de respuesta de los trámites unificados señalados en el artículo Primero del presente Acuerdo será de sesenta días hábiles contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud y sus anexos, el cual podrá ser ampliado por un periodo similar en el supuesto previsto en el artículo 35 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

El promovente tiene conocimiento del procedimiento único y de las etapas y plazos establecidos para su evaluación y autorización en su caso.

**DECIMO TERCERO.** Quienes realicen los trámites unificados establecidos en el presente Acuerdo pagarán los derechos que correspondan conforme a lo ordenado en el artículo 194-X de la Ley Federal de Derechos.

El promovente ha realizado el pago de derechos correspondiente para la evaluación del proyecto.

### III.1 Ordenamiento Jurídicos Federales

#### III.1.1 Leyes.

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

#### Evaluación de Impacto Ambiental:

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.

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); este proyecto deberá cumplir con la previa autorización en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT, así como de acuerdo a la fracción VII art. 28 establece que los “**cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas**”, requieren autorización en materia de impacto ambiental, en el Reglamento en materia de impacto ambiental, establecen las excepciones, entre las cuales se encuentran viviendas unifamiliares, cuando la remoción de la vegetación no excede los 500 m<sup>2</sup>; en este caso si excede los 500 m<sup>2</sup>, por lo que se solicita la autorización correspondiente.

#### Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Las emisiones que se generen de la maquinaria y vehículo durante la etapa de construcción del proyecto, consideran ser en la medida de lo posible reducidas y controladas, para prevenir la contaminación a la atmósfera. (art. 110). Así mismo se contempla la observancia de lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas. (art. 113).

#### Prevención y Control de la Contaminación del Suelo

Los residuos que se vayan generando a lo largo de la ejecución del proyecto, serán controlados y manejados adecuadamente para evitar y prevenir la contaminación del suelo que pudiesen generar (art. 134).

#### Ruido

Se consideran llevar a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos que se pudiesen generar al ambiente, por las emisiones temporales de ruido derivadas del empleo de la maquinaria y equipo durante las actividades de construcción (art. 155). Así mismo se contempla dar cumplimiento a lo establecido en las Normas Oficiales correspondientes. (art. 156).

#### En materia de Áreas Naturales Protegidas.

El sitio del proyecto no se encuentra en ningún Área Natural Protegida.

### 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.

- *Ley 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.

- *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.*

Entre los objetivos de esta Ley, se encuentra el por objeto “regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos”.

La ejecución del proyecto, implicará un cambio de uso del suelo en terreno forestal, puesto que realizará la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.

De acuerdo a lo establecido en el artículo 117 de esta Ley: *La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.*

*Las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.*

Este Documento Técnico Unificado, se adjunta en la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Previo al inicio del proyecto, se cumplirá lo establecido en el artículo 118, acerca de la acreditación de depósito al Fondo Forestal Mexicano por concepto de compensación ambiental.

- *Ley General de Vida Silvestre (cuando hay especies con categoría de riesgo).*

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 se identificó 1 especie de flora catalogada en la norma antes mencionada, así como se tiene registros de algunas especies de fauna catalogadas, por lo tanto está prevista como medida de prevención el rescate y reubicación de los ejemplares de la especie de flora, así como destinar un área de conservación como hábitat para las especies de fauna silvestre.

- *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*

*Art. 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasicarse 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.

### **III.1.2 Reglamentos de las leyes federales relacionadas con el proyecto.**

- *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 de competencia de la Federación la evaluación de Impacto Ambiental de “construcción y operación de villas”, y en el inciso O, sobre la presentación de manifestación de impacto ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales, cuando se trate de viviendas unifamiliares y la remoción de la vegetación exceda los 500 m<sup>2</sup>.

Por lo tanto se presenta la solicitud de evaluación en materia de impacto ambiental por la construcción en un ecosistema costero y el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En cumplimiento del artículo 9 se presenta a la SEMARNAT este documento, contenido 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.

De acuerdo al Artículo 9º, se presenta esta manifestación de impacto ambiental a la SEMARNAT, en la modalidad “particular”, ya que no se ajusta a las especificaciones de “modalidad regional” según el artículo 11.

La presente manifestación, ha sido elaborada con base a la guía publicada por la SEMARNAT, y contiene la información establecida en el Artículo 12, para las manifestaciones en modalidad particular.

La solicitud de evaluación en materia de impacto ambiental, se presenta conforme al artículo 17, anexando la manifestación de impacto ambiental (MIA) y un resumen ejecutivo.

- *Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.*

En el artículo 120 de este Reglamento, se establecen los lineamientos sobre los cuales se debe realizar el trámite de solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

En cumplimiento de lo establecido en este artículo, se presenta la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales correspondiente.

- *Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (cuando hay especies con categoría de riesgo).*

## 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.

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

## 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.

### III.2 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

- *Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY).*

Este instrumento de política ambiental, tiene por objeto “regular los uso de suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas y el desarrollo urbano, con el fin de hacer compatible la conservación de la biodiversidad, la protección al ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales con el desarrollo urbano y rural del Estado de Yucatán, así como con las actividades económicas que se realicen, sirviendo de base para la elaboración de los programas y proyectos de desarrollo que se pretenden ejecutar en el territorio estatal”.

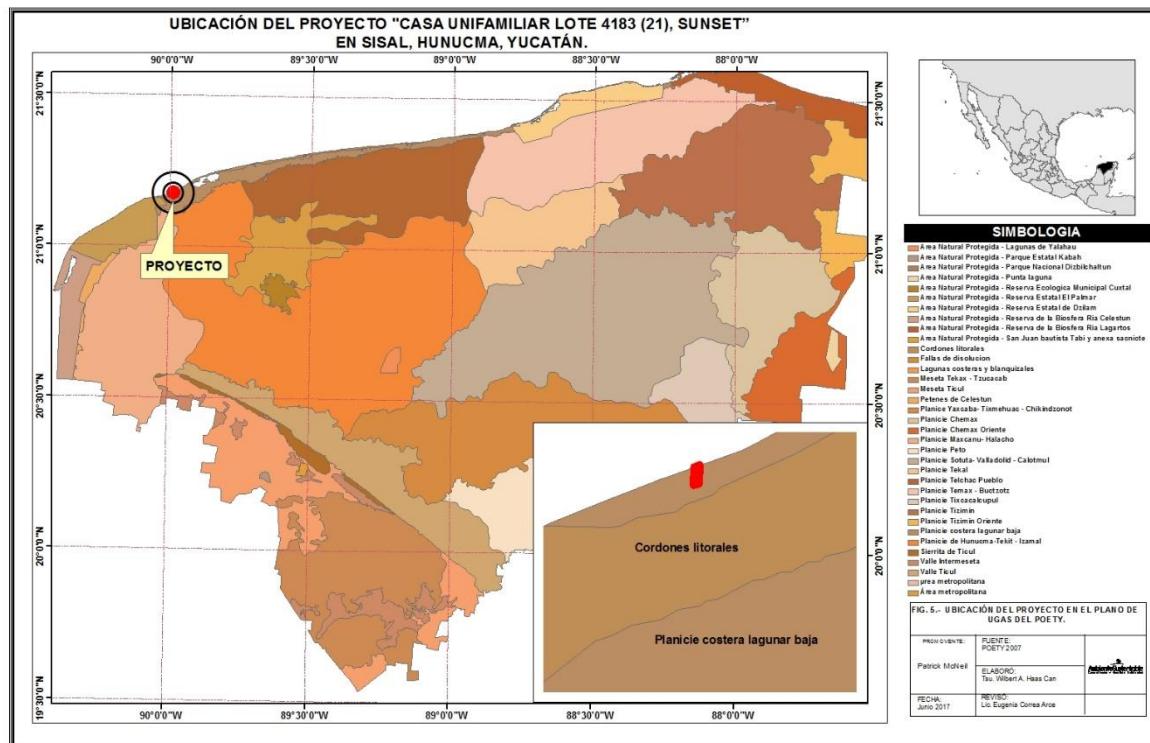
En el POETY, se consideran propuestas para el uso y aprovechamiento del territorio, y se delimita en unidades de gestión ambiental (UGA), cada una de estas unidades, tiene asignadas políticas territoriales y criterios de uso y manejo.

El proyecto, se encuentra ubicado dentro de la **UGA 1.B, Planicie costera lagunar baja**, con uso predominante la **Conservación de los ecosistemas en la zona costera**, con las siguientes características:

*Planicie costera lagunar baja <5 m de altura snm., plana con testigos de erosión diferencial (0-0.3 grados), procesos de karstificación, superficies de acumulación temporal y permanente, con blanquizales sobre depósitos cuaternarios y calizas, suelos del tipo Solonchak, Litosoles e Histosoles, con manglares, pastizal inundable, popales, áreas sin vegetación (blanquizales) y vegetación halófita.*

*La superficie total de esta Unidad, es de 418.21km<sup>2</sup>.*

A continuación, se presenta una figura de ubicación del proyecto dentro de los mapas de zonificación por unidades de gestión ambiental determinados por este decreto, así como posteriormente se presenta la vinculación del proyecto con los criterios establecidos para la UGA en donde se sitúa.



**Figura 7 Ubicación del proyecto en las Unidades de Gestión Ambiental del POETY.**

El proyecto en cuestión, toma en cuenta los criterios establecidos de acuerdo a la UGA1.B donde se encuentra, y se señala el cumplimiento de este:

**Tabla 11 Cumplimiento de criterios por política de acuerdo a la UGA del POETY.**

CRITERIOS	OBSERVANCIA DEL PROYECTO
<b>POLÍTICA DE CONSERVACIÓN:</b>	
2- Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas.	Se mantendrá la vegetación de la duna costera a 48 m. de la ZOFEMAT, para favorecer la retención de la arena y prevenir la erosión por vientos.
3- Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.	No se introducirán especies exóticas en las áreas destinadas a la conservación.
5- No se permite la ubicación de bancos de préstamo de material en unidades localizadas en ANP's, cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras.	El proyecto no contempla esta actividad.
6- Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.	No aplica al tipo de proyecto.
7- Se deberán establecer programas de manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.	No aplica al tipo de proyecto.
8- No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas.	Se dispondrá de un área específica para el almacenamiento temporal de los residuos de la obra para su transporte al sitio de disposición final que destine el Ayuntamiento.

CRITERIOS	OBSERVANCIA DEL PROYECTO
9- Las vías de comunicación deberán contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.	No aplica al tipo de proyecto.
10- El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	No aplica al tipo de proyecto.
11- Para la ubicación de infraestructura sobre las playas y dunas, se deberá establecer una zona de restricción de construcción, basada en un estudio de procesos costeros de la zona de acuerdo a los Ordenamientos Ecológicos Regionales y locales.	El proyecto contempla la instalación de infraestructura fuera de la zona de restricción de construcción establecida en los criterios del POETCY.
12- La exploración y explotación de recursos no renovables por parte de la industria deberá garantizar el control de la calidad del agua utilizada, la protección del suelo y de la flora y fauna silvestres.	No aplica al tipo de proyecto.
13- Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.	Se realizará el rescate y reubicación de la especie catalogada bajo algún tipo de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.
4-En el desarrollo de proyectos, se deben mantener los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros, así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen	El proyecto cuenta con vegetación de duna costera, por lo cual se conservará más del 60% existente y la construcción se llevarán a cabo de manera que no afecte la dinámica de la primera duna costera.
<b>POLÍTICA DE PROTECCIÓN:</b>	
1- Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos, de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de la protección del te	No aplica al tipo de proyecto.
2 - Crear las condiciones que generen el desarrollo socioeconómico de las comunidades locales, que sea compatible con la protección.	El proyecto forma parte de un desarrollo inmobiliario que favorecerá las condiciones socioeconómicas de la zona, sin poner en riesgo la conservación del ecosistema.
4- No se permiten los asentamientos humanos en ecosistemas altamente deteriorados con riesgo de afectación a la salud por acumulación de desechos salvo que hayan sido saneados.	No aplica al tipo de proyecto.
5- No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos.	No aplica al tipo de proyecto.
6- No se permite la construcción a menos de 20 mts., de cuerpos de agua salvo autorización de la autoridad competente.	No aplica al tipo de proyecto.
7-La construcción de cualquier obra deberá respetar el límite federal, proteger las playas, línea costera, dunas que la rodean, así como la vegetación en buen estado de conservación.	<u><b>La construcción del proyecto se empezará a desarrollar a partir de los 48 metros después de los 20 metros de la ZOFEMAT.</b></u>

<b>CRITERIOS</b>	<b>OBSERVANCIA DEL PROYECTO</b>
8- No se permitirá la construcción de edificaciones en áreas bajas inundables, pantanos, dunas costeras y zonas de manglares que estén reconocidas dentro de las áreas de alto riesgo en los Ordenamientos Ecológicos locales y Regionales.	El área de construcción del proyecto se ubicará detrás de una barrera de protección de 68 m. de protección de la duna costera.
9- No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.	En las actividades de desmonte y despalme no se emplearán fuego ni químicos.
10- Los depósitos de combustible deberán someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes.	No aplica al tipo de proyecto.
12- Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.	La conservación de la vegetación en poco más del 60% del predio permitirá la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes.
13- No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que forman parte de los corredores biológicos.	No se realizarán actividades de este tipo.
15- No se permite el pastoreo y la quema de vegetación en las dunas costeras.	No se considera la realización de ninguna de estas actividades.
<b>POLÍTICA DE APROVECHAMIENTO:</b>	
7- Se permite el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.	No aplica al tipo de proyecto.
8- En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.	No aplica al tipo de proyecto.
10- Se permiten las actividades de pesca deportiva recreativa de acuerdo a la normatividad vigente.	No aplica al tipo de proyecto.
12- Se deben utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.	No aplica al tipo de proyecto.
17- No se permite la ganadería extensiva en dunas, sabanas, selvas inundables, manglares salvo previa autorización de la autoridad competente.	No aplica al tipo de proyecto.
18- Se permite la extracción de arena en sitios autorizados exclusivamente para programas y proyectos de recuperación de playas. Para otros fines, deberá de contar con la autorización de las autoridades competentes.	No aplica al tipo de proyecto.
19. No se permite la construcción de espigones, espolones o estructuras que modifiquen el acarreo litoral salvo aquellas que se sometan al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.	No se contempla ninguna de esta actividad.
<b>POLÍTICA DE RESTAURACIÓN:</b>	
1- Deben recuperarse las tierras no productivas y degradadas.	No aplica al tipo de proyecto.
3- Deben restaurarse las áreas de extracción de sal o arena.	No aplica al tipo de proyecto.
4- Se debe promover la recuperación de la dinámica costera y acarreo litoral.	No aplica al tipo de proyecto.
5- Se debe recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	No aplica al tipo de proyecto.

CRITERIOS	OBSERVANCIA DEL PROYECTO
6- Se debe promover la recuperación de poblaciones silvestres.	No aplica al tipo de proyecto.
7- Debe promoverse la recuperación de playas, lagunas costeras y manglares.	No aplica al tipo de proyecto.
8- Se debe promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.	No aplica al tipo de proyecto.
9- Deben restablecerse y protegerse los flujos naturales de agua.	No aplica al tipo de proyecto.

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto considera criterios de protección de la primera duna costera, elemento importante para prevenir la erosión de la costa. El diseño del proyecto se ha ajustado a las condiciones características del sitio, sin que la construcción del mismo afecte más del 38% de la superficie total del predio, conservando más del 60% de la vegetación de duna costera existente. Se implementarán medidas de prevención y compensación por la posible afectación a una especie de flora protegida. El proyecto ha considerado lo dispuesto en el presente Ordenamiento, así como en la normativa ambiental aplicable.

- *Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY).*

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

Las UGA se regulan por las siguientes políticas ambientales:

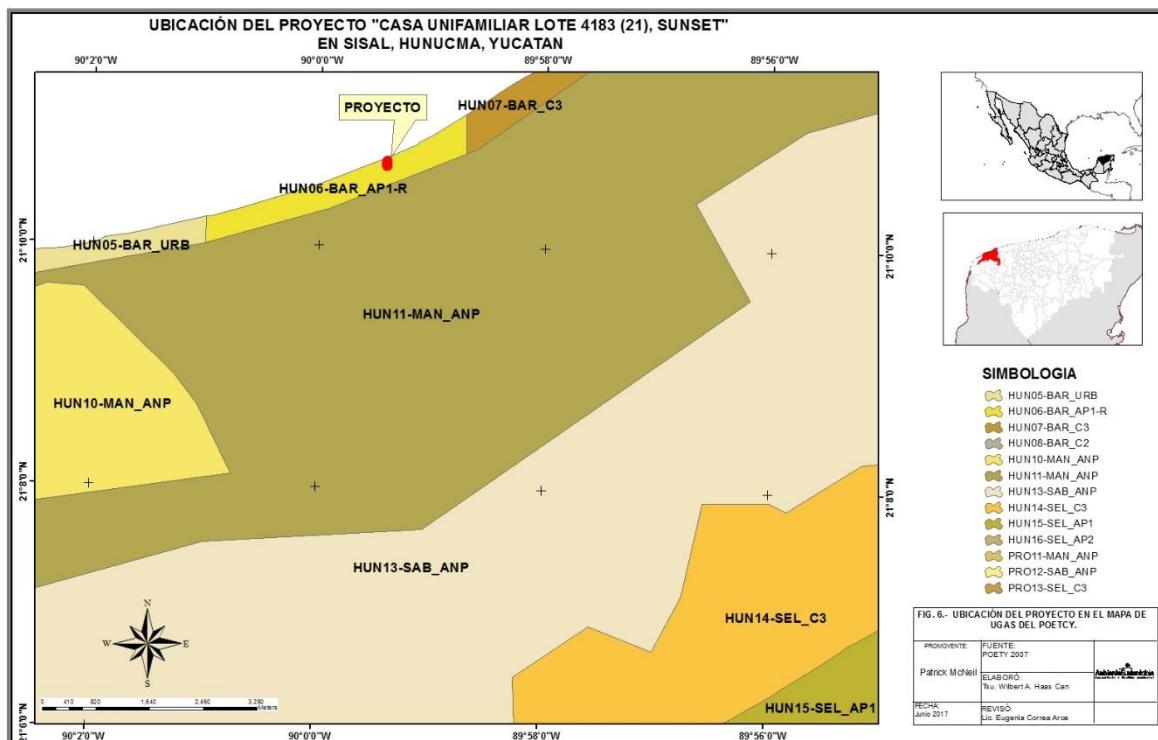
- I. **Conservación:** esta política está orientada principalmente a la conservación, las actividades que aquí se pueden desarrollar son mínimas. Estas UGA se identificarán con el código **C2**.
- II. **Conservación con aprovechamiento de muy baja intensidad:** esta política permite desarrollar un mayor número de actividades, no aplica para la sabana, dada su fragilidad y su alto valor ecológico. Estas UGA se identificarán con el código **C3**.
- III. **Aprovechamiento sustentable de baja intensidad:** esta política no permite desarrollar ciertas actividades por la fragilidad del medio, únicamente aplica a islas de barrera, lagunas y selvas. Estas UGA se identificarán con el código **AP1**.

**IV. 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. Estas UGA se identificarán con el código **AP2**.

**V. Confinamiento:** esta política reconoce los derechos históricos adquiridos de aprovechamiento en el corredor Mérida – Progreso y confina la expansión de dichas actividades a este territorio. Estas UGA se identificarán con el código **CONF**.

**VI. Portuaria:** en estas UGA se reconoce la existencia de una política portuaria, por lo que no serán competencia de este programa de ordenamiento ecológico. Estas UGA se identificarán con el código **PORT**.

El predio del proyecto, se encuentra ubicado **HUN06-AP1-R**, como se observa en la siguiente figura, siendo su política ambiental de conservación con aprovechamiento de muy baja intensidad (C3).



**Figura 8 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 12 Actividades y usos de suelo en la UGA HUN06-AP1-R del POETCY.**

ACTIVIDADES Y USOS DE SUELO	ACTUALES	COMPATIBLES	NO COMPATIBLES
Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas.		x	
Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.		x	
Apicultura.			x
Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético.			x
Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva.			x
Acuacultura artesanal o extensiva.			x
Acuacultura industrial o intensiva.	x		x
Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.			x
Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales).		x	
Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato).			x
Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros.			x
Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).			x
Extracción artesanal de sal o artemia.			x
Extracción industrial de sal.			x
Extracción de arena.			x
Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.			x
Extracción industrial de piedra o sascab.			x
Industrial no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.			x
Industria en general.			x
Turismo de muy bajo impacto (pasa día, palapas, senderos, pesca deportiva -en mar o ría- observación de aves, fotografía, acampado).			x
Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles).		x	
<b>Vivienda Unifamiliar.</b>		x	
Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).		x	
Campos de golf.			x
Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.		x	
Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.			x
Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.		x	
Aprovechamiento forestal			x
Industria eoloeléctrica.			x

El proyecto en cuestión, toma en cuenta los criterios establecidos de acuerdo a la **HUN06-AP1-R** donde se encuentra, y se señala el cumplimiento de este:

**Tabla 13 Cumplimiento del proyecto con criterios de la UGA HUN06-AP1-R del POETCY.**

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
5	Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 2 l/s, con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 10 l/s si se demuestra, con un estudio geohidrológico detallado del predio, que la capacidad del acuífero lo permite; en este caso la autorización deberá supeditarse a que se establezca un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero y a la inscripción y participación activa del usuario en el Consejo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua CNA, en los términos de lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales.	El abastecimiento de la vivienda unifamiliar será a través de un pozo de aprovechamiento, con un volumen de extracción menor de 2 l/s, se realizará previamente el trámite ante la CONAGUA.
9	La extracción de arena queda supeditada a la autorización de los permisos por parte de las autoridades municipales y de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, con excepción de las zonas de acumulación en las escolleras orientales de los puertos de abrigo habilitadas como bancos de préstamo por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y aquellos que se encuentren en zonas federales, en cuyo caso, deberán contar con autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y en aquellas que se encuentren en áreas naturales protegidas, deberán contar con la autorización de la dirección de la reserva.	No se realizará la extracción de arena en el sitio.
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. No se invadirá zona federal de Ciénaga.
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 14).
12	La construcción e instalación de infraestructura en zonas federales que afecten la dinámica del transporte litoral, tales como, espigones, espolones, escolleras, geotubos y bardas, que obstruyan o modifiquen los cauces principales del flujo y reflujo de marea, así como proyectos de restitución de playas, quedarán restringidas y sujetas a evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a la presentación de un programa de monitoreo y mantenimiento de transporte litoral de sedimentos.	El proyecto no considera la construcción o instalación de infraestructura en zona federal.

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
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).
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 promotores 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 ralera 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. Se presenta el plano topográfico con las curvas de nivel.
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 ralera y de matorral desde la duna hasta la playa.	La primera duna no se encuentra alterada.
23	El diseño por viento de las construcciones en la barra arenosa deberá considerar velocidades de 250 km/h.	La construcción de la vivienda unifamiliar contará únicamente con 2 pisos de altura, los materiales de construcción que han sido seleccionados, consideran resistir velocidades de vientos de 250 km/h.
24	La altura máxima de los edificios construidos en la barra arenosa dentro del área que resulte del estudio de capacidad de carga determinada por el anexo I o el estudio de contexto, será equivalente a la que determine el número máximo de lotes unifamiliares que pudiera establecerse en la superficie máxima de aprovechamiento para el desarrollo, es decir el número de lotes máximo que puede ser distribuidos de manera horizontal o vertical. Se tomarán como base para este cálculo, los lotes con una superficie de 300 m y las restricciones por concepto de vialidades o circulaciones y áreas de destino o áreas comunes. Para el cálculo de altura en metros, se tomará como base que la altura máxima por piso se considerará de tres metros. En el caso	Se tendrán 2 pisos y altura máxima de 8 m, lo cual no excede el estudio de capacidad de carga realizado. (Ver anexo).

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
	de una vivienda unifamiliar, la altura máxima de dicha vivienda será de diez metros.	
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 se consideran obras portuarias o marinas.
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.	Los accesos a la playa serán serpenteados, con un ancho máximo de 1.5 m.
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.	El predio no se encuentra ocupando 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 período.	Se restringirá la iluminación directa al mar y a la playa durante el periodo de anidación y eclosión de las tortugas marinas.
34	Con el objeto de no perturbar a las tortugas marinas durante el periodo de anidación y eclosión, se controlará el acceso a las playas tortugueras durante dicho periodo.	Se mantendrá controlado el acceso a la playa durante el período de anidación y eclosión de las tortugas.
35	De acuerdo con el artículo 122, fracción VI, de la Ley General de Vida Silvestre, se considera una infracción el manejar ejemplares de especies exóticas fuera de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre de confinamiento controlado. Solo en casos justificados o de ornato se permitirá el uso de palma de coco (enano malayo) en la duna costera.	No se manejarán especies exóticas.
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.
38	Las vialidades de acceso público a las playas deberán mantener su permeabilidad por lo que cualquier propuesta de recubrimiento o pavimentación deberá cumplir con este requisito.	No aplica al proyecto, ya que este consiste únicamente en una vivienda unifamiliar.

CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
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, ya que este consiste únicamente en una vivienda unifamiliar.
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 se realizará ningún tipo de aprovechamiento de especies silvestres.
55	No se permiten las descargas de aguas residuales de ningún tipo, según lo dispuesto en el artículo 121 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	No se realizarán descargas de aguas residuales, se contará con un biodigestor y una fosa ciega.
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 unifamiliar tipo villa, 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 blanquizales.	No se realizará ningún tipo de vertimiento de salmueras.

### III.3 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas

No aplica, pues el proyecto no se encuentra ubicado en ningún Área Natural Protegida.

### III.4 Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas:

#### 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 el sitio del proyecto, se identificaron 4 especies silvestres catalogadas en esta norma, una especie de flora y 3 de fauna silvestre, las cuales se presentan a continuación con la clasificación correspondiente:

Tabla 14 Listado de especies de fauna silvestre catalogadas.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCION	CATEGORIA
ARECACEAE	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	No endémica	Amenazada
PELECANIDAE	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano café	No endémica	Amenazada
COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina*</i>	Tortolita común	Endémica	Amenazada
IGUANIDAE	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra	No endémica	Amenazada

Según la norma, la categoría de amenazadas, son “*Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones*”.

#### 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 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.5 Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU)**

No aplica, en el sitio no hay ningún instrumento de desarrollo urbano vigente.

## CAPÍTULO IV

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

#### IV.1 Delimitación del Área de Estudio

##### a) Sistema Ambiental

De acuerdo a la “**Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector vías generales de comunicación**” 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 **HUN06-AP1-R**, por lo tanto el sistema ambiental que se evalúa corresponde a dicha Unidad de Gestión Ambiental (UGA).

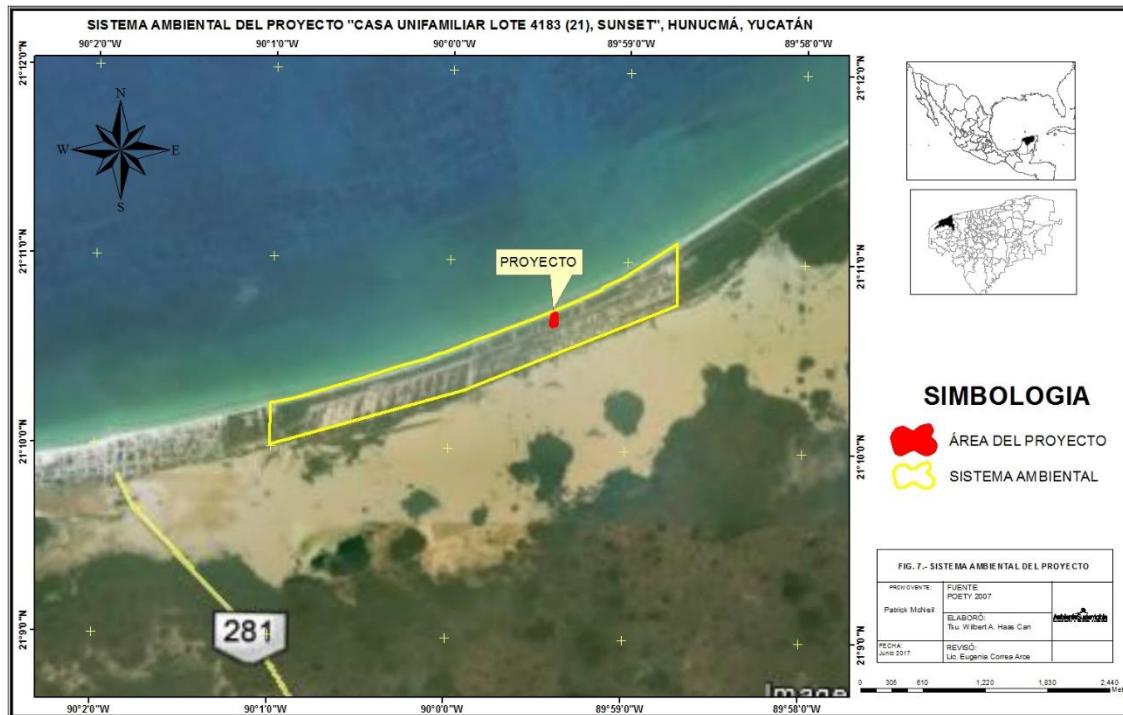


Figura 9 Sistema ambiental del proyecto.

La UGA HUN06-AP1-R, ubicada en el municipio de Hunucmá, tiene un área total de 172.83 ha., cuyas condiciones de vegetación y uso de suelo son las siguientes:

Tabla 15 Vegetación y usos de suelo en la UGA HUN06-AP1-R.

CONCPETO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	SUPERFICIE (Ha)	PORECENTAJE
COSNTRUCCIÓN	44,588.71	4.46	2.58%
CUERPO DE AGUA	2,727.79	0.27	0.16%
CAMINO	42,387.33	4.24	2.45%
VEGETACIÓN	577,210.52	57.72	33.40%
ÁREA EN RECUPERACIÓN (Exgranja acuícola)	958,714.02	95.87	55.47%
ARENA	102,637.59	10.26	5.94%
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>	<b>1,728,265.97</b>	<b>172.83</b>	<b>100.00%</b>

De acuerdo a los paisajes naturales de la costa del estado de Yucatán descritos en el POETCY, la HUN06-AP1-R se encuentra en la zona denominada “**isla de barrera**”, la cual representa un área de alta depositación de sedimentos arenosos importante para el desarrollo de la vegetación de duna costera, la cual cumple con la función de cortina rompevientos en los procesos de erosión y protege a los humedales de los embates marinos directos.

A lo largo del litoral, desde 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.

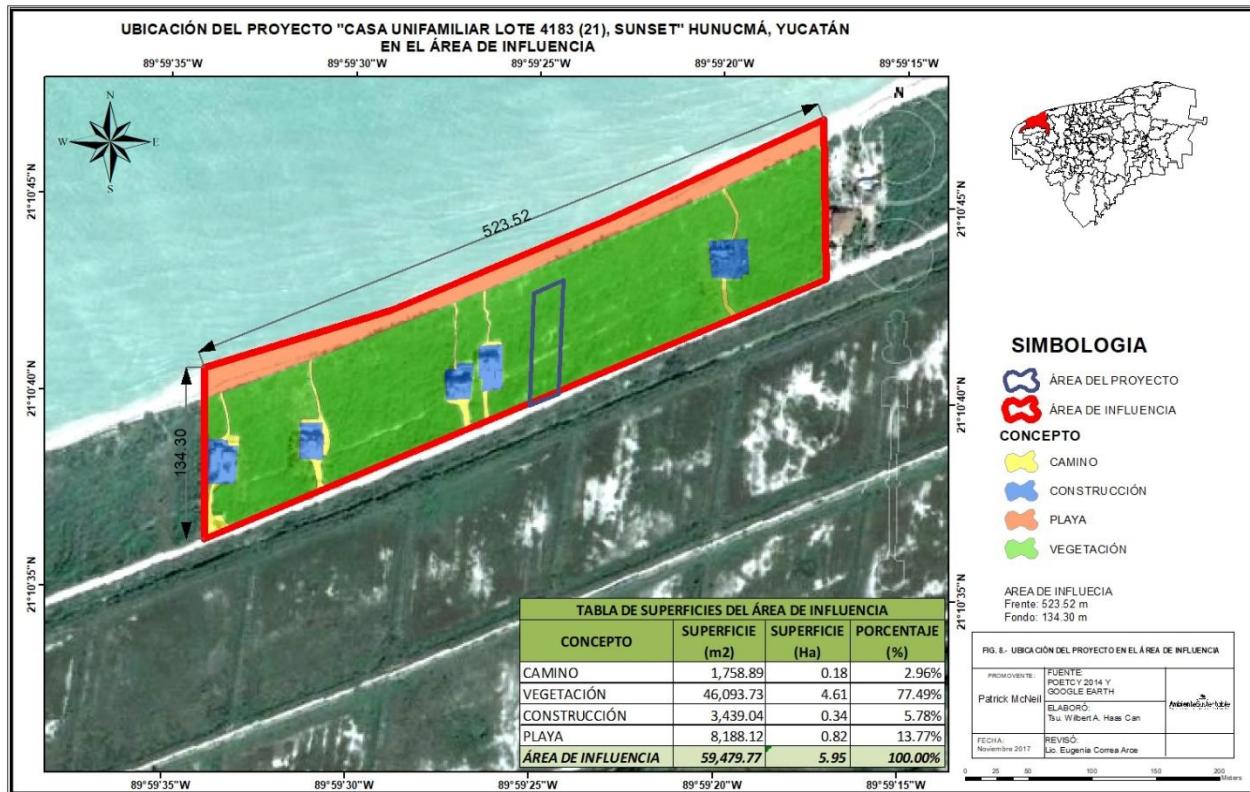


b) Área de influencia del proyecto.

El área del proyecto corresponde a una superficie de 5.95 has., que tiene 523 m. aproximadamente al frente de la playa y 134 m. al fondo, ubicando el predio del proyecto en la parte central. Al norte se colinda con la zona federal marítimo terrestre y al sur con predios sin uso específico de la ex granja de camarón “Pecis”. En la parte central aproximadamente se cuenta con un camino antiguo que conduce desde el centro de Sisal hacia Chuburná Puerto, y se cuenta con 5 viviendas unifamiliares (construcción). El desglose del uso de suelo se presenta continuación:

**Tabla 16 Superficie de uso de suelo actual en área de influencia del proyecto.**

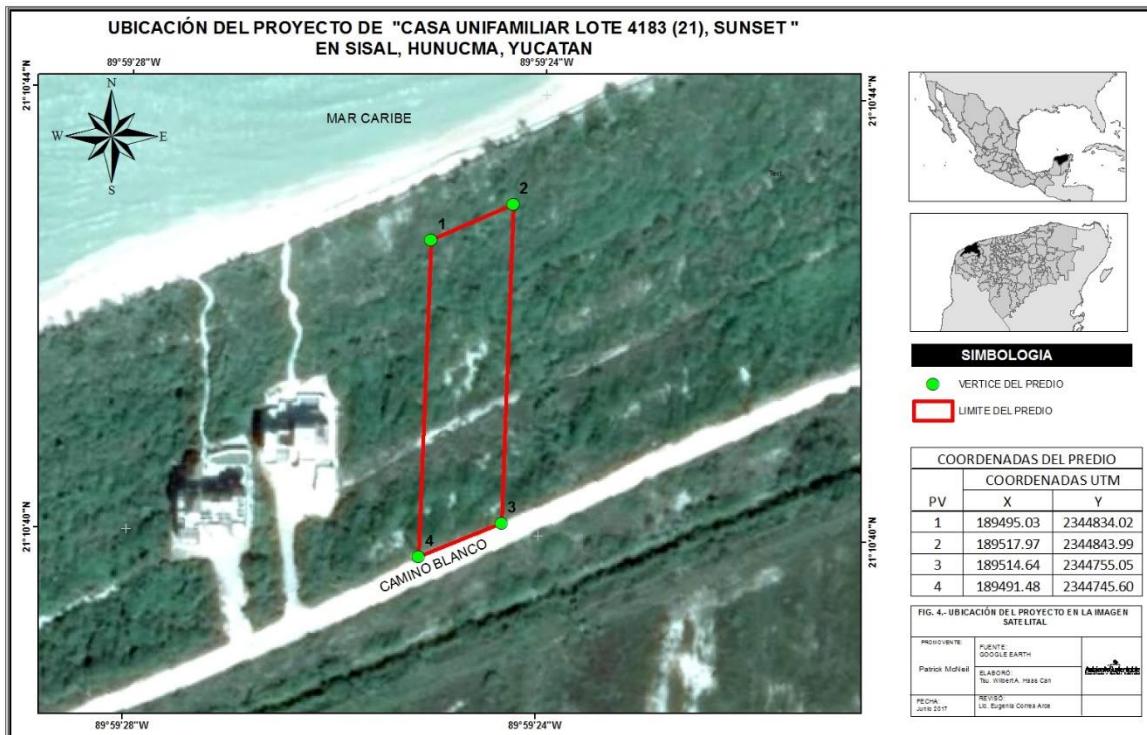
CONCEPTO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
CAMINO	1,758.89	0.18	2.96%
VEGETACIÓN	46,093.73	4.61	77.49%
CONSTRUCCIÓN	3,439.04	0.34	5.78%
PLAYA	8,188.12	0.82	13.77%
<b>ÁREA DE INFLUENCIA</b>	<b>59,479.77</b>	<b>5.95</b>	<b>100.00%</b>



**Figura 10 Área de influencia del proyecto.**

c) ÁREA DEL PROYECTO.

Especificamente en el área del predio, la vegetación es secundaria derivada de matorral de duna costera poco perturbada, compuesta principalmente por hierbas y pequeños arbustos característicos de la zona pioneras al norte y la zona arbustiva al sur.



**Figura 11 Área del proyecto.**

## IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental

### IV.2.1 Caracterización y Análisis Retrospectivo de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental

#### IV.2.2.1 Medio Abiótico

##### a) Clima

La Región XII se encuentra ubicada en la franja tropical, presenta un clima cálido con lluvias en verano, de dos tipos: el semiárido en la zona costera del estado de Yucatán y el cálido en el resto de la península con sus respectivas variantes, de secos hasta subhúmedos.

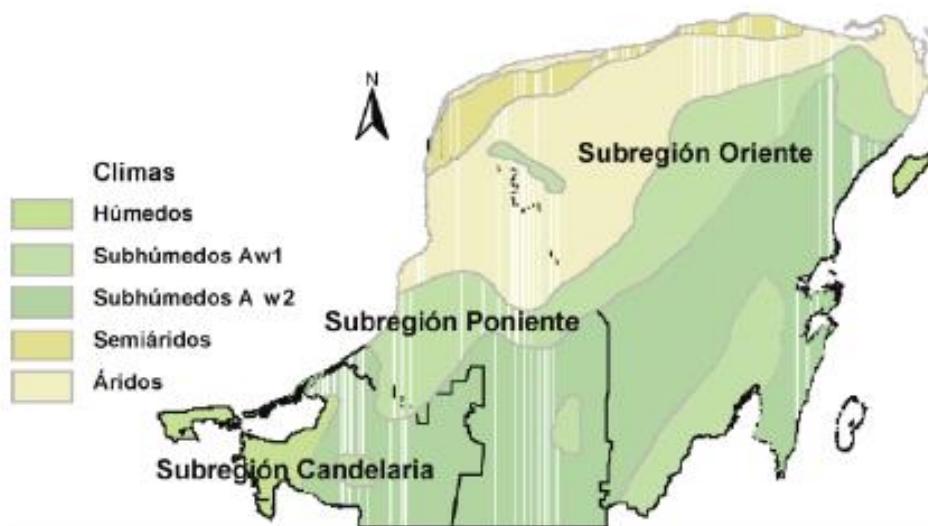
Esta condición está determinada por su ubicación geográfica en cuanto a latitud más que por la orografía. La influencia de la corriente del Golfo de México; la cercanía de la celda de alta presión en el Atlántico Norte; los vientos alisios; la sequía intraestival; las ondas del Este y la presencia de tormentas tropicales, huracanes y vientos del norte, confieren a la Región sus propiedades climáticas particulares.

En las variaciones climáticas, se distinguen claramente dos épocas muy marcadas: la de lluvias, que incluye los fenómenos extremos como huracanes y tormentas tropicales que comprende de mayo a octubre, y la temporada de nortes que abarca de noviembre a abril.

La temperatura media anual en la subregión Oriente es de 25.6°C, de donde los valores más elevados se presentan de mayo a agosto. Los registros de lluvias anuales van desde los 458 mm en la costa norte de Yucatán, a los 1 615 mm en la cuenca del río Chumpán, en el sur de Campeche.

La precipitación media anual de la Región es de 1 157 mm, superior a la media nacional (772 mm); en la subregión Oriente la correspondiente a Yucatán de 1 006 mm. La evapotranspiración real corresponde a 88% del volumen de lluvia. La evaporación media anual es de 1 805 mm en la Subregión Oriente para el estado Yucatán.

La figura adjunta es demostrativa de la distribución de estas variantes climáticas, de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García en 1968 para nuestro país, la cual es utilizada regularmente para identificar el tipo de clima que se determina en una zona.



**Figura 12 Distribución de variantes climáticas en la Región Hidrológica XII Península de Yucatán.**

La península de Yucatán se encuentra ubicada en la franja tropical, presenta un clima cálido con lluvias en verano, de dos tipos: el semiárido en la zona costera del estado de Yucatán y el cálido en el resto de la península con sus respectivas variantes, secas hasta subhúmedas.

Esta condición está determinada por su ubicación geográfica en cuanto a latitud más que por la orografía. La influencia de la corriente del Golfo de México; la cercanía de la celda de alta presión en el Atlántico Norte; los vientos alisios; la sequía intraestival; las ondas del Este y la presencia de tormentas tropicales, huracanes y vientos del norte, confieren a la Región sus propiedades climáticas particulares.

En las variaciones climáticas, se distinguen claramente dos épocas muy marcadas: en el verano e invierno se observan los nortes o frentes fríos; y en los meses de abril y mayo se presenta un período relativamente seco. A partir del mes de mayo y hasta octubre, la situación meteorológica se ve fuertemente influenciada por la presencia de ondas tropicales cuyo potencial de humedad es importante, se presenta entonces la temporada anual de lluvias, que son del tipo tropical.

Las precipitaciones máximas se presentan en la parte sureste y suroeste, y las precipitaciones mínimas en la parte costera norte, observándose una distribución equitativa de la lluvia media en toda la zona localizada de suroeste y centro de la Península.

La Región XII, Península de Yucatán, tiene como características climáticas particulares, las siguientes:

1. Un marcado gradiente barométrico desde la zona de altas presiones del Atlántico hacia la de bajas presiones. La condición anticiclónica provoca sequía.
2. Se presentan masas de aire cargadas que no precipitan de manera frontal, al no existir elevaciones orográficas de importancia.
3. El ascenso por calentamiento de estas masas de aire, seguido por enfriamiento adiabático y posterior descenso con precipitación, son fenómenos muy comunes denominados lluvias convectivas.

Así, los valores anuales medios de evapotranspiración, según datos del Centro Regional de Pronóstico Meteorológico, calculados para toda la región, son de 1,236.46 mm, con una variación con valores medios mínimos de 1,056 mm, a medias máximas de 1,400 mm.

Por su ubicación geográfica la región se ve amenazada por ciclones tropicales durante la temporada comprendida de mayo a noviembre, originados generalmente al este del Mar Caribe en el Océano Atlántico, y que viajan hacia el oeste rumbo al Golfo de México, la Florida, la costa del este de los Estados Unidos de Norteamérica o se disipan al llegar a las frías aguas del Atlántico norte.

La mayor parte de estos fenómenos generados en esta zona, adquieren grandes magnitudes debido a que se desplazan grandes distancias sobre las cálidas aguas del Atlántico tropical, que entre otros factores alimentan de energía a dicho fenómeno y sus efectos suelen ser devastadores para las zonas que son alcanzadas.

### **Simbología climática**

En la Península de Yucatán están representados dos grupos climáticos que se dividen en varios tipos (grupo + régimen de lluvias) y subtipos (variantes climáticas con condiciones de temperatura y régimen de lluvias, canícula, oscilación térmica y marcha de la temperatura).

**Tabla 17 Simbología climática en la Península de Yucatán.**

SÍMBOLOS CLIMÁTICOS EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN	
<b>A</b>	<b>Grupo de climas cálido-húmedos; temperatura media del mes más frío mayor de 18°C.</b>
<b>B</b>	Grupo de climas secos; los límites entre los secos y los húmedos se establecen por medio de fórmulas que relacionan la precipitación anual con la temperatura y con el régimen de lluvias.
<b>Símbolos de tipos y subtipos climáticos del grupo A</b>	
<b>Af</b>	Cálido-húmedo con lluvias todo el año, precipitación de mes más seco mayor de 60 mm, por ciento de lluvia invernal con respecto a la anual mayor de 18.
<b>Af(m)</b>	Cálido-húmedo con lluvias todo el año, precipitación de mes más seco mayor de 60 mm, por ciento de lluvia invernal con respecto a la anual menor de 18.

<b>Am(f)</b>	Cálido-húmedo con lluvias en verano, por ciento de lluvia invernal mayor de 10.2, precipitación del mes más seco menor de 60 mm.
<b>Am</b>	Cálido-húmedo con lluvias en verano, por ciento de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la anual, precipitación del mes más seco menor de 60 mm.
<b>Am(w)</b>	Cálido-húmedo con lluvias en verano, por ciento de lluvia invernal menor de 5 de la anual.
<b>Aw</b>	Cálido subhúmedo con lluvias en verano (por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo que en el mes más seco), precipitación del mes más seco menor de 60 mm, por ciento de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la anual; de acuerdo con su grado de humedad se divide en tres subtipos:
<b>Aw<sub>0</sub></b>	El mes más seco de los cálidos subhúmedos con un cociente de P/T (precipitación total anual entre temperatura media anual) menor de 43.2.
<b>Aw<sub>1</sub></b>	Intermedio en cuanto al grado de humedad entre Aw <sub>0</sub> y Aw <sub>2</sub> , con lluvias en verano, cociente P/T entre 43.2 y 55.3.
<b>Aw<sub>2</sub></b>	El más húmedo de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano, cociente P/T mayor de 55.3.

- \* Una (x') a continuación de la w indica un porcentaje de lluvia invernal con respecto a la anual mayor de 10.2: Aw<sub>0</sub>(x'), Aw<sub>1</sub>(x'), Aw<sub>2</sub>(x').
- \* Una (x') antes que la w indica que el sitio tiene un régimen de lluvias intermedio, en el que no se cumple el requisito de 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo que en el mes más seco.
- \* Una (w) a continuación de la primera w indica un porcentaje de lluvia invernal menor de 5 de la anual: Aw<sub>0</sub>(w), Aw<sub>1</sub>(w), Aw<sub>2</sub>(w).
- \* Una w" indicada en cualquier posición de los símbolos indica presencia de sequía intraestival, sequía de medio verano o canícula.

#### **Símbolos de tipos y subtipos climáticos del grupo B**

<b>BW</b>	Muy seco o desértico, el límite con los BS está dado por una formulación entre el régimen y cantidad de lluvias y condiciones de temperatura.
<b>BS</b>	Es el tipo semiárido que se subdivide en dos subtipos de acuerdo con su grado de humedad:
<b>B<sub>0</sub>S</b>	El más seco de los semiáridos, con un cociente P/T menor de 22.9.
<b>B<sub>1</sub>S</b>	El menos seco de los BS con un cociente P/T mayor de 22.9.
<b>w</b>	Régimen de lluvias de verano; por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia e el mes más húmedo que en el mes más seco. Porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 del total anual.
<b>w (x')</b>	Régimen de lluvias de verano, con un porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2 mayor a la anual.
<b>(x') w</b>	Régimen de lluvias uniformemente repartido o intermedio, con un porcentaje de lluvia invernal entre 10.2 y 18.
<b>(h')</b>	Muy cálido, temperatura media anual mayor de 22°C.
<b>w"</b>	Presenta sequía intraestival, o canícula.
<b>i</b>	Isotermal, oscilación de la temperatura (mes más cálido menos mes más frío) menor de 5°C.
<b>(i')</b>	Con poca oscilación, entre 5 y 7°C.
<b>g</b>	Marcha de la temperatura tipo Ganges, lo que significa que el mes más cálido se presenta antes del Solsticio de Verano.

#### **Tipos de climas**

De acuerdo a la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Diversidad (CONABIO), los tipos de clima que se encuentran en la Región XII, Península de Yucatán, son los siguientes:

- **Climas cálido subhúmedo del tipo Aw**

De acuerdo a la definición general proporcionada por García (1978), el tipo de clima Aw se caracteriza por ser cálido y subhúmedo, con régimen de lluvias en verano. Lo anterior significa que la temperatura media anual debe ser superior a los 22°C y que la temperatura media del mes más frío debe estar por arriba de los 18°C. Asimismo, se debe entender por régimen de lluvias en verano, aquél en el que la distribución de la precipitación muestra que el mes que registra el monto máximo se ubica en la mitad caliente del año, y que la cantidad de lluvia recibida en él es por lo menos 10 veces mayor que la del mes más seco, misma que será siempre menor de 60 mm. Además, existe entre el 5 y 10.2 % de lluvia invernal, referido al monto total anual.

- Subtipo Awo

El clima correspondiente al subtipo Awo, se distingue por ser el más seco (o menos húmedo) de los climas cálidos-subhúmedos con lluvias en verano. La temperatura media anual varía entre 24.5 y 27°C, mientras que la temperatura media del mes más frío en ningún caso desciende más allá de los 20.5°C. En relación a la precipitación, se aprecia una amplia variación entre 838 y 1,128 mm, con un porcentaje de lluvia invernal menor de 10.2 pero siempre mayor de 6. Por lo regular el mes más lluvioso es septiembre cuyo monto es consistentemente 10 veces mayor que el del mes más seco.

Como regla general, la marcha anual de la precipitación en este subtipo climático indica que la época de lluvias regulares se inicia en mayo, mes a partir del cual el temporal se estabiliza. Sin embargo, en localidades cercanas a la costa ello no ocurre sino hasta junio. Conforme se avanza tierra adentro, el subtipo Awo adquiere la expresión típica de los climas subhúmedos con lluvias en verano.

Este subtipo climático se caracteriza también por la eventual ocurrencia del fenómeno canicular (sequía de medio verano), durante un breve periodo entre los meses de julio y agosto, aun cuando no se pueden precisar las razones de su ausencia en unas localidades y su presencia en otras, así como sus diferentes grados de intensidad dentro de una misma área territorial en la que las localidades consideradas muestran el mismo subtipo climático.

Tomando en consideración la oscilación térmica anual, es posible distinguir dos variantes dentro de este subtipo climático: en primer término, el AWo (i')g, que se distingue por la pequeña magnitud que existe en la oscilación de sus temperaturas medias mensuales a través del año, con valores entre 5 y 7°C.

En segundo lugar, el Awo (e)g, considerado extremoso, por el hecho de que la diferencia de temperaturas medias entre el mes más caliente y el más frío es de aproximadamente 7.5°C, ligeramente arriba del límite inferior que ha sido establecido para dicha condición. En ambos casos el símbolo g indica que la marcha anual de la temperatura es de tipo ganges, es decir, que el mes más caliente, en este caso mayo, se presenta antes del solsticio de verano.

El subtipo Awo (i')g se distribuye en su mayor parte sobre la porción occidental del estado de Yucatán, abarcando desde las vecindades de Buctzotz en su límite oriental hasta el extremo sur, cerca de Becanchén, sobre el sotavento de la sierrita de Ticul. El subtipo Awo (e)g, aparece en una pequeña área comprendida entre las poblaciones de Maxcanú y Santa Elena, misma que se extiende poco más allá del límite occidental con el estado de Campeche hasta las cercanías de la población de Calkiní.

- Subtipo Aw1

La presencia del clima Aw1 en la Península de Yucatán está restringida a una o dos localidades dentro del área territorial donde dominan los Awo. En lo general, se define también como un clima cálido subhúmedo con lluvias dominantemente veraniegas, aun cuando es sensiblemente más húmedo que los subtipos Awo descritos antes. La simbología completa para este subtipo climático es: Aw1 (i')g, que, sin descartar la posibilidad de canícula, indica poca oscilación térmica anual (5 a 7°C) y que el mes más caliente del año se presenta antes del solsticio de verano. En algunos casos puede presentarse extremoso en su comportamiento térmico.

- **Climas cálido sunhúmedos del tipo Aw(x').**

Las características cuantitativas del tipo de clima Aw (x'), permiten identificarlo también como un clima cálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano, lo cual significa que la cantidad de precipitación en el mes más húmedo de la mitad caliente del año debiera ser cuando menos 10 veces mayor que la que recibe el mes más seco La diferencia respecto al tipo Aw estriba en que para este caso, el porcentaje de lluvia invernal respecto al total debe de ser mayor de 10.2.

En el caso particular del estado de Yucatán, los climas que han sido considerados como del tipo Aw (x') no son del todo típicos en su expresión, especialmente en lo que toca a la distribución anual de la precipitación. En primer lugar, no se cumple en ellos la condición establecida en la definición para considerar su régimen de lluvias como de verano, debido a que el monto en el mes más húmedo de la mitad caliente del año es solamente, cuando más, 8 veces mayor que la recibida en el mes más seco, y no más de 10 veces como se especifica.

La característica más importante es que el monto anual de precipitación se encuentra distribuido más equitativamente entre las tres épocas pluviales del año (lluvias, estiaje y nortes), sin dejar de ser dominantemente veraniego. Dicho de otro modo, lo anterior significa que aun cuando el mes más húmedo en la mitad caliente del año no cumple con el requisito de cantidad de lluvia recibida, como para que el régimen de precipitación sea considerado de verano, finalmente éste se reconoce como tal, debido a que el porcentaje de lluvia invernal resulta demasiado bajo para considerarlo intermedio del tipo Ax' (w).

- Subtipo Awo (x')

El subtipo Awo (x') es el más seco de los climas cálido subhúmedos del tipo Aw (x'). Su característica distintiva está referida al relativamente bajo valor de su cociente p/t, que fluctúa entre 36.6 y 43.0 mostrando, como en el caso de los Aw, una tendencia a ubicarse cercano al límite de 43.2 que lo separa del subtipo Aw1 (x'). Este subtipo climático se caracteriza por que la temperatura media anual en el área territorial que domina, varía entre 25.4°C en la porción sur y 27.2°C en la central, y la precipitación anual entre 1,000 y 1,200 mm, con un porcentaje de lluvia invernal menor de 10.2, salvo en el extremo nororiental que alcanza valores bastante cercanos a 12.

El mes más lluvioso corresponde a septiembre, pero en ninguna localidad su monto alcanza a ser 10 veces mayor que el del mes más seco, que en la porción central es marzo, mientras que hacia la sur es por lo regular febrero. La marcha anual de la precipitación y la temperatura muestran un comportamiento sensiblemente uniforme. Así, la temporada húmeda comprende desde mayo hasta octubre y en algunos casos hasta noviembre; se presenta canícula, aunque con relativa irregularidad en cuanto a su intensidad y sus momentos.

En este subtipo, las influencias marinas en algunas localidades vecinas a la costa hacen su aparición en el extremo nororiental, permitiendo que las aportaciones pluviales debidas a los "nortes" hagan de enero un mes húmedo, cuando tierra adentro en las más de las veces es un mes seco. El comportamiento del régimen térmico en relación a la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales y a su marcha anual es uniforme en todas las localidades con clima Awo (x').

En el primer caso, es característica general la poca oscilación térmica anual, con tendencia a incrementarse hacia la zona de la sierrita de Ticul en la porción sur de Yucatán; y en el segundo, la presencia del mes más caliente, también mayo, antes del solsticio de verano, coincidiendo con el inicio de la temporada de lluvias regulares.

- Subtipo Aw1 (x')

En el estado de Yucatán el subtipo climático Aw1 (x') se presenta en localidades ubicadas en su porción oriental. Se distribuye geográficamente formando una franja en forma de arco, contigua y paralela a la

que define el subtipo Awo ( $x'$ ), del que difiere sensiblemente por el mayor monto anual de precipitación, la cual sobrepasa los 1,200 mm, y por su menor temperatura media anual que apenas si rebasa los 26°C.

Ambas diferencias se reflejan directamente sobre el cociente p/t, que varía entre 46.0 y 47.5, suficiente para quedar caracterizado, por su grado de humedad, como el subtipo intermedio de los climas cálidos y subhúmedos del tipo Aw ( $x'$ ). En adición a estas características, es de notar que el porcentaje de lluvia invernal varía entre 8.6 y 10.5, pero tampoco en este caso se cumple la condición de que el mes más húmedo, que sigue siendo septiembre, supere en 10 veces la precipitación que recibe el mes más seco del año.

La temporada húmeda es casi siempre más amplia que en los casos anteriores pues se extiende hasta noviembre y la temporada de estiaje es más reducida porque los montos de precipitación en ellos son relativamente más altos. Es decir, los meses secos son menos secos que en el caso de los climas Awo ( $x'$ ).

El fenómeno canicular se manifiesta de manera irregular y el porcentaje de lluvia invernal es mayor que 10.2 sobre todo en las localidades orientales. Al considerar la oscilación de las temperaturas medias mensuales y su marcha anual, se aprecia que la nomenclatura completa de este subtipo climático se escribe de la siguiente manera: Aw1"( $x'$ )( $i'$ )g, lo que significa poca oscilación térmica en el año y marcha anual de la temperatura del tipo ganges.

- **Climas cálidos secos del tipo B(h')w**

De acuerdo con las especificaciones establecidas por García (1978), el tipo climático B(h')w agrupa a los climas secos con temperaturas medias mensuales por arriba de los 18°C y régimen de lluvias en verano que, como en el caso de los Aw, requiere que la precipitación del mes más húmedo sea por lo menos 10 veces mayor que la del mes más seco y que el porcentaje de lluvia invernal respecto al monto anual sea menor de 10.2 pero mayor de 5.

En el estado de Yucatán este tipo climático ocupa solamente una pequeña porción territorial entre las poblaciones de Celestún y Sisal. Asimismo, sus temperaturas medias mensuales mayores de 23°C y el máximo mensual de precipitación satisfacen las especificaciones generales, y aunque comprende a tres distintos subtipos que se separan entre sí en razón de su mayor o menor grado de humedad, en el estado de Yucatán únicamente está representado por el subtipo BS1(h')w considerado como el menos seco de los tres.

- Subtipo Bs1(h')w

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.

- **Climas cálido secos del tipo  $B(h')w(x')$**

El tipo climático  $B(h')w(x')$  muestra características muy similares al tipo  $B(h')w$ , particularmente en lo que se refiere a los valores de las temperaturas medias de cada mes, siempre por arriba de los 18°C, y en su régimen de lluvias dominantemente veraniego. Su diferencia fundamental estriba en el registro de lluvias relativamente apreciables fuera de la época del temporal regular.

En efecto, en el estado de Yucatán este tipo climático se caracteriza porque las temperaturas medias mensuales son mayores de 22°C, porque el porcentaje de lluvia invernal (enero, febrero y marzo) varía entre 10.5 y 16.2 y por la regular y acentuada manifestación del breve periodo de sequía intraestival además de la época seca propiamente dicha (marzo o abril). Se distribuye formando una angosta franja territorial burdamente paralela a la línea de costa, desde la esquina más noroccidental de la entidad hasta el límite oriental con el estado de Quintana Roo, a partir del cual se interna hacia el mar. Asimismo, está representado por dos subtipos que se diferencian uno del otro por su mayor o menor grado de humedad estimado en función del cociente p/t.

- Subtipo  $BSo(h')w(x')$

El subtipo  $BSo(h')w(x')$  ocupa una pequeña extensión, colindante con la línea de costa, de la porción noroccidental de la entidad, entre las localidades de Sisal y Telchac Puerto. Siendo representativo de las condiciones térmicas y pluviométricas estipuladas en la definición general de los climas  $BS(h')w(x')$ , este subtipo se distingue por ser el más seco de ellos, condición que se refleja en el cociente p/t que varía entre 17.4 y 22.4, muy abajo del límite de 22.9 que lo separa del subtipo  $BS1(h')w(x')$  relativamente menos seco.

En el área que le corresponde, la temperatura media anual varía entre 25.5 y 26.5 y la precipitación total en el año entre 450 y 580 mm aproximadamente, con un porcentaje de lluvia invernal entre 10.5 y 12, además de que la cantidad de lluvia en el mes más húmedo (septiembre) si alcanza a ser 10 veces mayor que la que recibe el mes más seco, tal como sucede en cualquier localidad de la porción occidental de Yucatán, independientemente del monto anual de la precipitación; en adición, el fenómeno canicular muestra una más acentuada y regular manifestación que en otras porciones del estado de Yucatán.

La variación anual de las temperaturas medias mensuales oscila entre 4 y 5°C por lo cual se considera isotermal. Asimismo, se observa que la temperatura media mensual más alta corresponde a mayo, lo que significa que el régimen térmico tiene un comportamiento tipo ganges. Bajo estas condiciones la fórmula climática completa queda expresada de la siguiente manera:  $BSo(h')w''(x')ig$ .

- Subtipo  $BS1(h')w(x')$ .

El subtipo  $BS1(h')w(x')$  es el más extendido de los climas cálido-secos que aparecen en el estado de Yucatán. Salvo la pequeña superficie que le corresponde al subtipo anterior, éste conforma totalmente la franja territorial que se despliega a todo lo largo de la costa norte de Yucatán. La principal característica que lo distingue de aquél es su mayor grado de humedad, el cual se expresa en los valores del cociente p/t que varían entre 23.2 y 27.6, superando el límite de 22.9 establecido para separarlos entre sí.

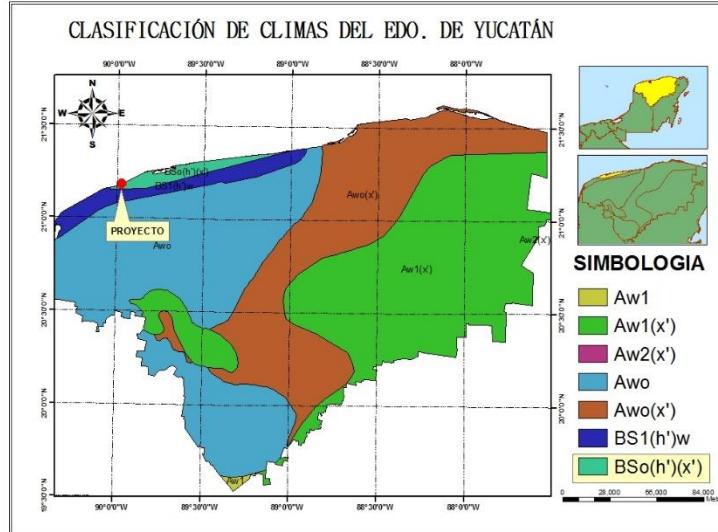
Este subtipo climático se caracteriza también porque la temperatura media anual fluctúa entre 24.7 y 26.4°C y la precipitación total en el año lo hace entre poco menos de 600 y 700 mm. El porcentaje de lluvia invernal es siempre mayor de 11.0 pero menor de 17.0. Sin embargo, la precipitación que recibe el mes más húmedo (septiembre) no alcanza a ser 10 veces mayor que la del mes más seco, tal como sucede en las distintas localidades que se encuentran en el centro y oriente de Yucatán, cualquiera que sea el monto anual de su precipitación. El fenómeno canicular aparece regularmente entre julio y agosto, pero con menor grado de intensidad.

Del mismo modo que en todas las localidades costeras, la temporada de lluvias regulares no se estabiliza sino hasta junio, quedando mayo en la temporada seca. El mes de abril es siempre muy seco y conforme se avanza hacia el oriente, noviembre se ubica en la temporada húmeda, lo cual podría significar un aparente desplazamiento de la época del temporal respecto a lo que ocurre tierra adentro.

Para completar la simbología correspondiente se incluye, finalmente, la de la condición isotermal, dada la pequeña oscilación que experimentan las temperaturas medias mensuales en el transcurso del año. Por otro lado, siendo junio el mes más caliente, no es necesario agregar ningún símbolo más, con lo cual la fórmula climática queda expresada como sigue:  $BS1(h')w''(x')i$ .

#### Tipo de clima en la zona de estudio.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán, el clima identificado para la zona de estudio es  $BSo(h')(x')$  se caracteriza por ser el más seco de los semiáridos, con temperatura media anual mayor de  $22^{\circ}\text{C}$  (muy cálido) siendo con un cociente P/T menor de 22.9, con régimen de lluvias en verano, con un porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2 a la anual.



**Figura 13 Ubicación del proyecto en mapa de climas del estado de Yucatán.**

El subtipo  $BSo(h')w(x')$  ocupa una pequeña extensión, colindante con la línea de costa, de la porción noroccidental de la entidad, entre las localidades de Sisal y Telchac Puerto.

Este subtipo se distingue por ser el más seco de los climas cálidos, condición que se refleja en el cociente p/t que varía entre 17.4 y 22.4, muy abajo del límite de 22.9 que lo separa del subtipo  $BS_1(h')w(x')$  relativamente menos seco.

En el área que le corresponde, la temperatura media anual varía entre  $25.5$  y  $26.5$  y la precipitación total en el año entre  $450$  y  $580$  mm aproximadamente, con un porcentaje de lluvia invernal entre  $10.5$  y  $12$ , además de que la cantidad de lluvia en el mes más húmedo (septiembre) si alcanza a ser 10 veces mayor que la que recibe el mes más seco, tal como sucede en cualquier localidad de la porción occidental de Yucatán, independientemente del monto anual de la precipitación; en adición, el fenómeno canicular muestra una más acentuada y regular manifestación que en otras porciones del estado de Yucatán.

La variación anual de las temperaturas medias mensuales oscila entre  $4$  y  $5^{\circ}\text{C}$  por lo cual se considera isotermal. Así mismo, se observa que la temperatura media mensual más alta corresponde a mayo, lo que significa que el régimen térmico tiene un comportamiento tipo ganges. Bajo estas condiciones la fórmula climática completa queda expresada de la siguiente manera:  $BSo(h')w''(x')ig$ .

### Meteoro tropicales.

Los ciclones, como popularmente son conocidos los meteoro 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 Meteoro 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 meteoro 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 18 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	NNW	Cancún
1909	Ago.25	NNW	Cabo Catoche
1916	Ago.17	NNW	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	NNW	40 millas norte Cabo Catoche
1988	Sep. 14	NNW	Cozumel y Playa del Carmen
1995	Sep. 25	WSW	Costa central de Quintana Roo

AÑO	FECHA	CURSO	CONTACTO CON TIERRA
1995	Oct. 02	WSW	Costa central de Quintana Roo
2002	Sept.22	WSW	Costa Norte de Yucatán y Mérida
2005	Oct. 22	NNW	Cozumel, Costa noreste de Yucatán.
2007	Agosto	NNW	Costa sur de Quintana Roo y sur de Yucatán

**Tabla 19 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 resecando 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 derribamiento prematuro convirtiéndose en materia prima de incendios forestales y agropecuarios, sobre todo en los períodos de roza y quema de los planteles agrícolas. Las personas también son afectadas por la resequedad, occasionando 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 lagunas, 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 períodos del año.

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

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 órganos genéticas, constituidos químicamente por carbonatos mayormente de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) 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 20 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:

- Suelos residuales** constituidos por arcillas de color café, gris o rojizo y que resultan del intemperismo químico de las calizas.
- Arcillas y turbas** localizadas en zonas de esteros y manglares a consecuencia de la formación de cordones litorales.
- 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.

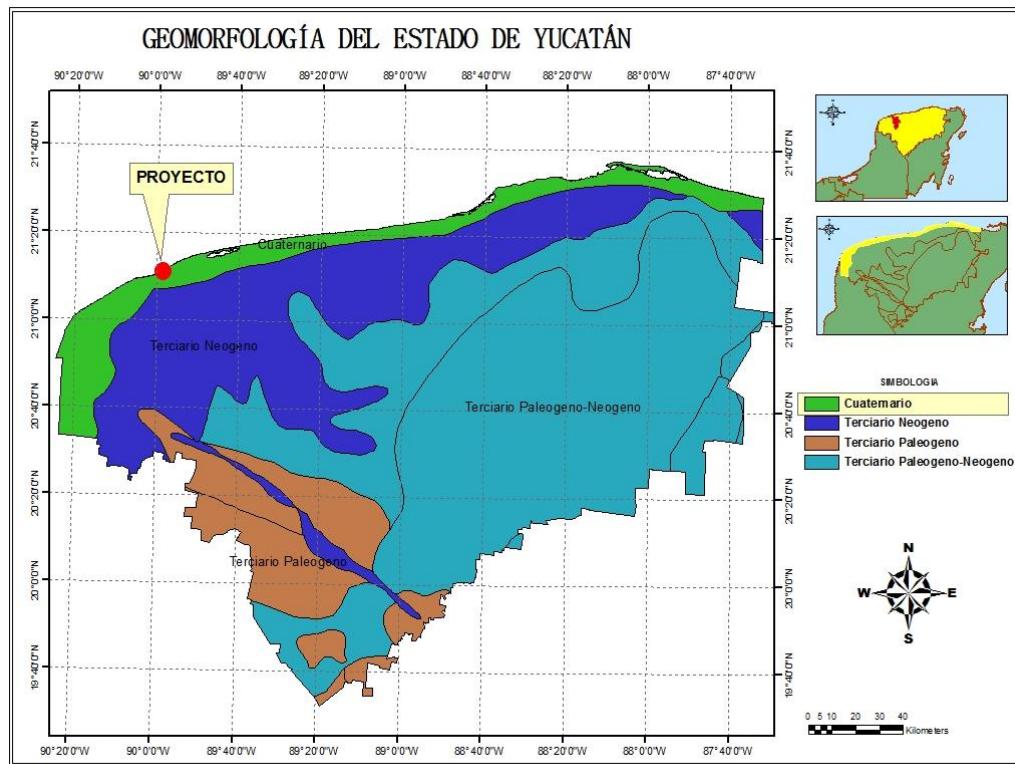


Figura 14 Ubicación del predio en plano geomorfológico del estado.

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 hm<sup>3</sup> 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 hm<sup>3</sup>) en donde se ubica el río del mismo nombre.
- Poniente (con 698.63 hm<sup>3</sup>) donde escurre el Champotón.
- Oriente (con 1 739.37 hm<sup>3</sup>) 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, quedando 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 hm<sup>3</sup> 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 bombeos 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 hm<sup>3</sup> 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 hm<sup>3</sup>, mientras que la extracción por bombeo es apenas de 1 523.86 hm<sup>3</sup>. 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 km<sup>2</sup> 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 halomóficos (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 21 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 acarreos marinos, 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 los 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 pedacería 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 similaridad 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.**

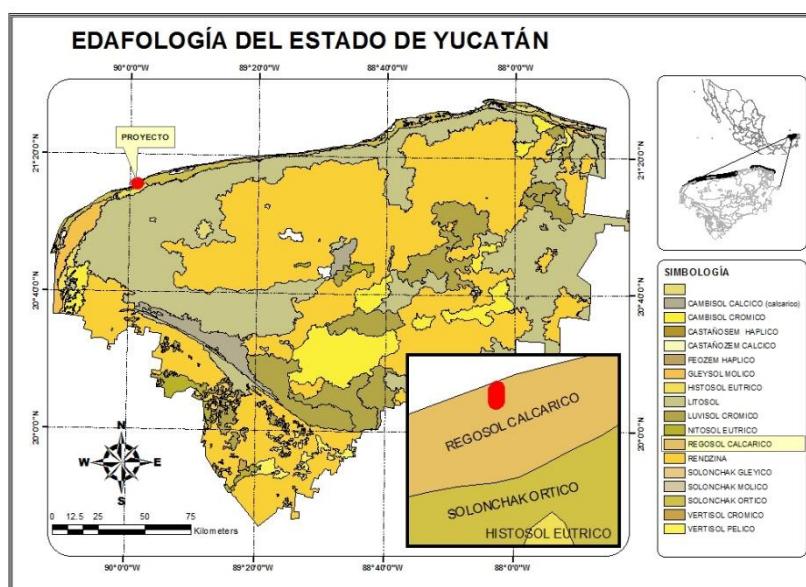
No existen fallas ni fracturamientos en el área del proyecto ni en el estado de Yucatán.

- **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 terrerosa, 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 15 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.2.2.2 Medio Biótico

##### a) Vegetación terrestre

###### **Paisaje Natural**

###### a) Sistema ambiental

De acuerdo a los **paisajes naturales de la costa** del estado de Yucatán descritos en el POETCY, la **HUN06-AP1-R** se encuentra en la zona denominada “**isla de barrera**”, la cual representa un área de alta depositación de sedimentos arenosos importante para el desarrollo de la vegetación de duna costera, la cual cumple con la función de cortina rompevientos en los procesos de erosión y protege a los humedales de los embates marinos directos.

A lo largo del litoral, desde 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.

###### b) Área de influencia del proyecto

En el área de influencia del proyecto, el paisaje natural corresponde también a la isla de barrera, el área fue ocupada antiguamente por una plantación de coco, la cual fue abandonada, y la década anterior los terrenos al sur fueron utilizados en el cultivo intensivo de camarón.

Los terrenos que se encuentran al frente de la playa, divididos por el camino que conduce a Chuburná Puerto que se menciona anteriormente, son propiedad privada de una inmobiliaria, adquiridos hace algunos años. La empresa realizó la lotificación y los promueve como el desarrollo turístico “Fraccionamiento Sunset Beach”.

Desde el año 2006 a la fecha, algunos de los predios que ya han sido vendidos ya cuentan con construcciones de casas de verano promovidos por sus propietarios.

Dado que las construcciones se han realizado posterior al decreto 801, donde determina que la superficie de construcción máxima corresponde al 30% de la superficie total del predio y que deberán iniciar a 60 m. desde la línea de la costa, en el área de influencia del proyecto se cuenta con una casa ya construida, que ha respetado dichos criterios, contando entonces con áreas de conservación al norte y al sur.

###### **Conservación y biodiversidad.**

###### c) Sistema ambiental: en el paisaje isla de barrera.

El matorral de dunas costeras ha sido modificado básicamente por el desarrollo urbano, la infraestructura portuaria y las plantaciones de cocotales, en su mayoría afectadas por el amarillamiento letal.

###### d) Área de influencia del proyecto.

La vegetación en el área del proyecto corresponde a vegetación secundaria derivada de matorral de duna costera en buen estado de conservación, establecida posteriormente al abandono de la plantación de coco décadas anteriores.

Tal como es característica este tipo de vegetación en la parte norte se presentan especies propias de la zona de pioneras de la duna costera, y a medida que se aleja de la playa y cerca del área del camino, se presentan especies arbustivas características de la zona de matorral de duna costera.

Entre las especies presentes en el área, destaca *Thrinax radiata* especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y *Cocos nucifera*, especie introducida con fines agrícolas y de paisaje.

e) En el predio.

En el caso específico del predio, consta de una vegetación secundaria, derivada de matorral de duna costera en buen estado de conservación, con la presencia de una especie de flora protegida (*Thrinax radiata*). Se estima que el predio tuvo uso como plantación de cocotal, que fue afectada por el amarillamiento letal y abandonado, por lo que ahora la vegetación es secundaria.

La zona donde se encuentra el proyecto es de recién desarrollo urbano, encontrándose algunas casas de verano construidas, sin embargo estas fueron construidas posteriormente al decreto del ordenamiento costero (POETCY), por lo que han cumplido sus porcentajes máximos de construcción y respetado una franja de 60 m. desde la línea de la costa, por lo tanto aún en los predios que cuentan con casas de verano se mantiene la vegetación de duna costera.

**Tipo de vegetación en el predio.**

Como primera actividad, se realizó un recorrido por el predio a fin de identificar sus límites y verificar los vértices de la poligonal del predio; asimismo se utilizó un Sistema Posicionador Global, (GPS) marca Garmin® coordenadas UTM, DATUM WGS-84, para georreferenciar las diferentes condiciones que presenta la vegetación. Los puntos registrados se ingresaron al programa Autocad para obtener un plano que nos mostrara forma y dimensiones del predio, así como las condiciones que presenta la vegetación. En el plano 1 se presenta la ubicación de los sitios.

Para conocer la estructura y composición de la vegetación presente en el área de estudio, se llevó a cabo un muestreo sistemático que consistió en el levantamiento de dos sitios cuadrados de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10) cada uno. De tal forma que la intensidad de muestreo es del 9.41% tomando en consideración que el predio comprende una superficie de 2,125 m<sup>2</sup> y la superficie muestreada alcanza los 200m<sup>2</sup>.

En cada sitio de muestreo se registraron por estrato (alto, medio y bajo) y por especie todos los árboles, arbustos y hierbas tanto vivos como muertos que se observaron. Debido a que se trata de vegetación predominantemente arbustiva, se midió la altura total, diámetro de copa (mayor y menor), forma de vida (hierbas, arbustos y árboles), diámetro normal (éste último parámetro de interés forestal solo se obtuvo para los árboles) de toda la vegetación registrada en los sitios de muestreo.

Asimismo, se levantó un listado de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas que fueron observadas dentro de los límites del predio, es decir, aún fuera de los sitios de muestreo.

Con los datos de campo obtenidos, se calculó el Valor de Importancia Relativa de las especies leñosas, de acuerdo a las siguientes expresiones matemáticas:

- La abundancia relativa (AR = número de individuos de cada especie / número total de individuos x 100);
- La frecuencia relativa (FR = frecuencia de cada especie / frecuencia total de todas las especies x 100).
- La dominancia relativa (DR = dominancia de cada especie / dominancia de todas las especies x 100) se calculó el área basal de cada especie a partir de la sumatoria de la cobertura de la copa de cada individuo.

- Por último, se estimó el valor de importancia relativa de cada especie con la siguiente expresión:  

$$VIR = (DR + FR + DMR)/3.$$

De esta forma se obtuvo una medida que describe la fisonomía de la vegetación presente en el área de estudio.

Wilson (1988) refiere que la biodiversidad o riqueza biótica es un patrimonio de la humanidad, ya que tiene como característica su singularidad e irrepetibilidad en cada lugar, región ó continente y, en última instancia, de todo el planeta. Si aceptamos que la biodiversidad es una propiedad de los seres vivos y, por tanto, algo más que el número de especies en un tiempo y lugar, hemos de plantearnos cómo medirla para conocer el estado de los procesos ecológicos que tienen lugar y en la medida de lo posible, plantear una serie de medidas que permitan detener y corregir los procesos de deterioro a que estén sometidas, hasta lograr la restauración de las interrelaciones funcionales originales. Para estimar la diversidad de especies en el área se utilizó el índice de Shannon-Wiener.

### Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ )

Para estimar la diversidad biológica, éste índice se basa en la teoría de la información ecológica y asume, que el muestreo de los individuos fue aleatorio a partir de una población indefinidamente grande y que todas las especies están representadas en la muestra. La fórmula para determinar este índice es:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:  $p_i$  representa la abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$ .

Debemos tener en cuenta que Shannon-Wiener da más peso a las especies menos abundantes ó raras y subestima a las comunes, por lo que tiene la tendencia intrínseca a sobrevalorar al primer tipo de especies.

### 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

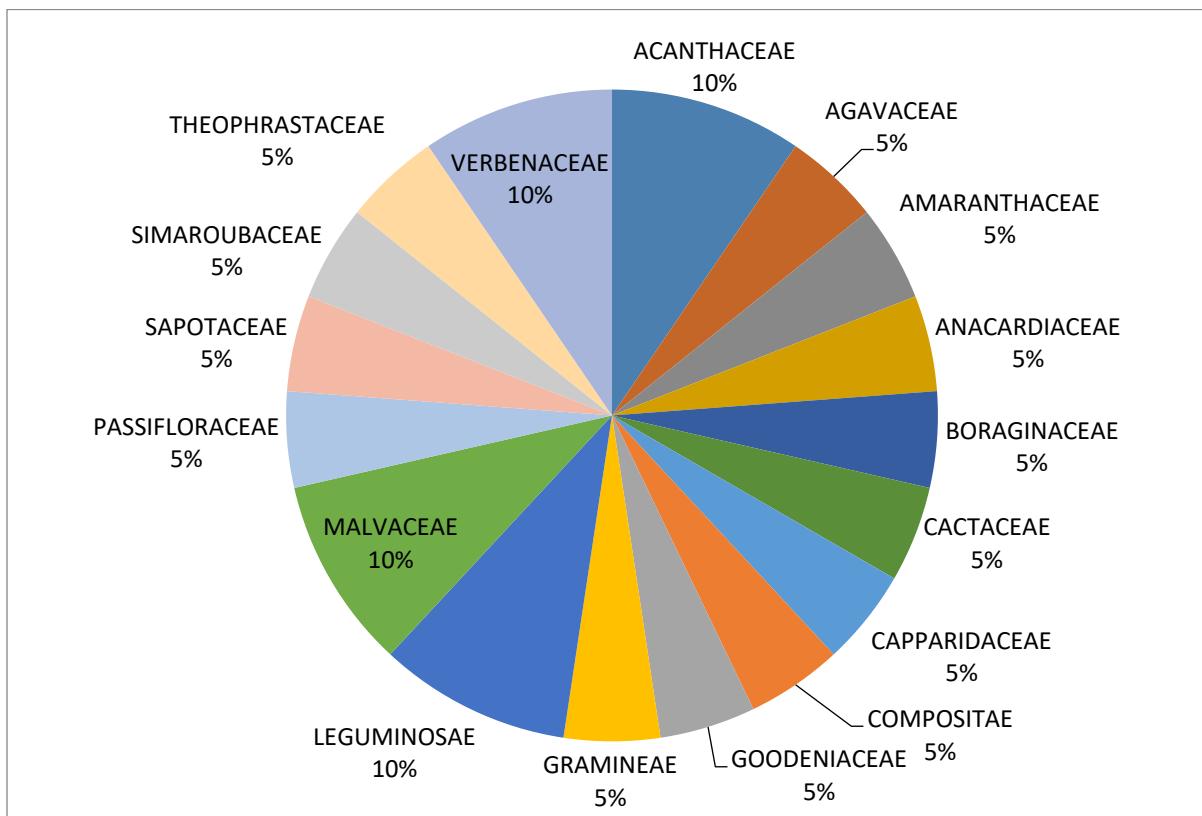
$D$  = Diámetro de copa mayor

$d$  = Diámetro de copa menor

La cobertura de copa de una especie, de una categoría diamétrica ya sea por hectárea o de todo el predio es igual a la suma de las coberturas de copa de todos los individuos considerados para cada caso.

### Descripción fisonómica de la vegetación.

De acuerdo con la Serie V Esc. 1:250,000 (2014) del INEGI, el área propuesta para el cambio de uso del suelo se encuentra ubicada en un área cubierta por vegetación de duna costera.



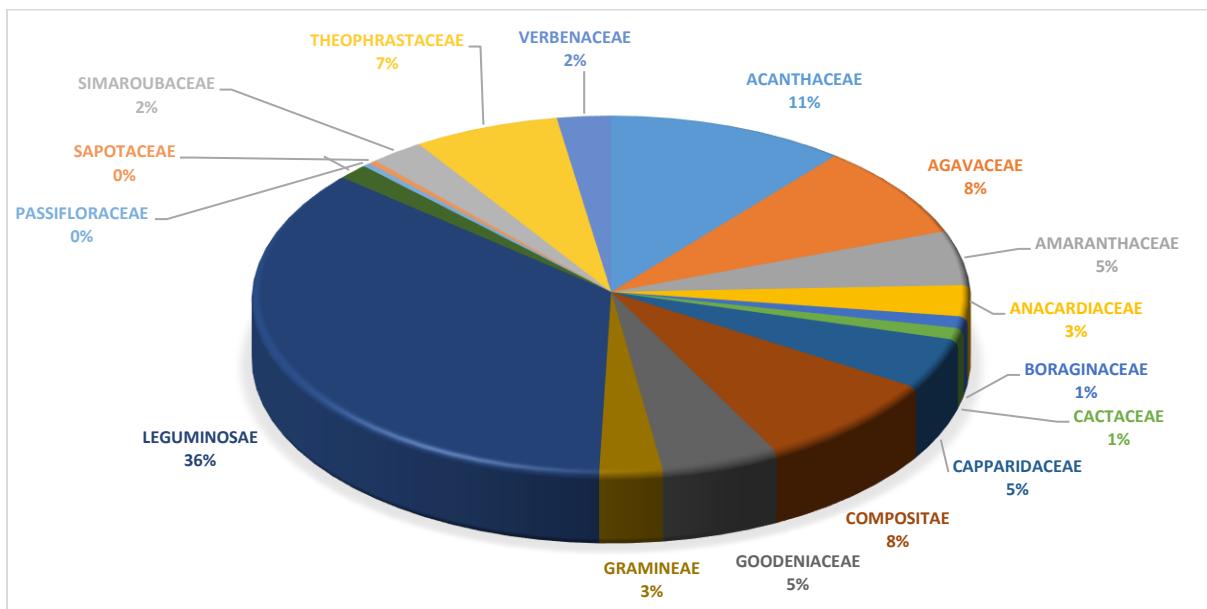
**Figura 16 Número de especies por familia botánica dentro del área de estudio.**

Se registró un total de 17 familias botánicas, si bien es importante mencionar que se observan cantidades muy similares de especies en todas las familias presentes en el área de estudio, sin que exista una clara dominancia de alguna familia en particular.

**Tabla 22 Especies bajo alguna categoría de riesgo.**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	ORIGEN	NOM-059	USOS
PALMAE	<i>Thrinax radiata</i>	Ch'it	Árbol	Nativa	Amenazada	Ornamental.

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el área de estudio se encontró una especie con la categoría de amenazada.



**Figura 17 Abundancia por familia botánica en del área de estudio.**

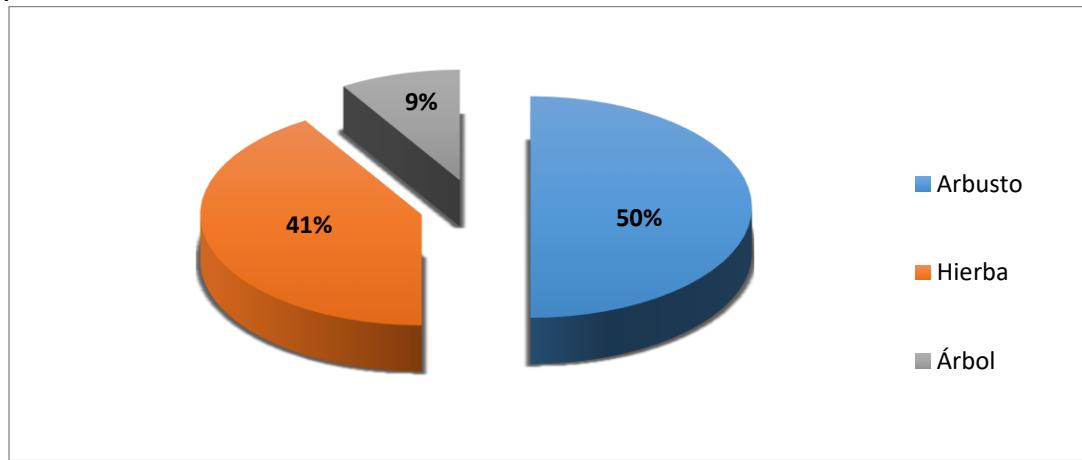
Con relación a la abundancia (número de individuos), tenemos que la familia de las leguminosas dominan con el 35.69% del total, le siguen las acanthaceas con el 10.95%, los agaves y las compuestas con el 8.48% respectivamente; de tal forma que estas cuatro especies representan el 63.60% del total de individuos presentes en el área de estudio. No se observaron especies exóticas en el área de estudio.

**Tabla 23 Composición florística observada en el área del proyecto.**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	ORIGEN	NOM-059	USOS
ACANTHACEAE	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	Hulub	Arbusto	Nativa	N/A	Medicinal, melífera
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i>	Ch'elem	Hierba	Nativa	N/A	Fibra, artesanías.
AIZOACEAE	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Xukul / verdolaga de playa	Hierba	Nativa	N/A	Melífera, ornamental
AMARANTHACEAE	<i>Iresine difusa</i> Var. <i>celosia</i>	Sak tees xiw	Hierba	Nativa	N/A	Melífera.
ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	Cheechem	Árbol	Nativa	N/A	Maderable, tóxico
BORAGINACEAE	<i>Cordia sebestena</i>	Anacahuite	Árbol	Nativa	N/A	Comestible.
BORAGINACEAE	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Tabaquillo	Arbusto	Nativa	N/A	Ornamental, Melífera
CACTACEAE	<i>Opuntia stricta</i>	Pak'an / tsakam	Hierba	Nativa	N/A	Medicinal, ornamental.
CACTACEAE	<i>Acanthocereus pentagonus</i>	Numtsutsuy	Hierba	Nativa	N/A	Medicinal
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis incana</i>	Tayche	Arbusto	Nativa	N/A	Medicinal.
COMPOSITAE	<i>Ambrosia hispida</i>	Encaje / margarita de mar	Hierba	Nativa	N/A	Medicinal.
GOODENIACEAE	<i>Scaevola plumieri</i>	Chunup de playa	Arbusto	Nativa	N/A	Melífera, ornamental.
GRAMINEAE	<i>Sporolobus virginicus</i>	Chilib su'uk	Hierba	Nativa	N/A	Forrajera
GRAMINEAE	<i>Cynodon dactylon</i>	Chimes su'uk	Hierba	Nativa	N/A	Forrajera.
LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	Toxok	Arbusto	Nativa	N/A	Maderable.
LEGUMINOSAE	<i>Pithecellobium keyense</i>	Ts'iuche'	Arbusto	Nativa	N/A	Medicinal.
PALMAE	<i>Thrinax radiata</i>	Ch'it	Árbol	Nativa	Amenazada	Ornamental.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	ORIGEN	NOM-059	USOS
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida</i>	Xpoch' ak'	Hierba	Nativa	N/A	Melífera.
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Arbusto	Nativa	N/A	Melífera, ornamental.
SAPOTACEAE	<i>Sideroxylum retusa</i>	Puts' mukuy	Arbusto	Nativa	N/A	Medicinal.
SAPOTACEAE	<i>Bumelia retusa</i>	Muyche'	Arbusto	Nativa	N/A	Ornamental, Melífera
SIMAROUBACEAE	<i>Suriana maritima</i>	Pantsil	Arbusto	Nativa	N/A	Rastrera
THEOPHRASTACEAE	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	Pincha huevo	Arbusto	Nativa	N/A	Medicinal, ornamental.
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Tribulus cistoides</i>	Cha'an koh xnuuk	Hierba	Nativa	N/A	Medicinal, melífera, ornamental.
COMPOSITAE	<i>Ambrosia Cumanensi</i>	Apazote	Hierba	Nativa	N/A	Melífera.
GRAMINEAE	<i>Sporobolus virginicus</i>	Sporobolus	Hierba	Nativa	N/A	Forrajera.
CELASTRACEAE	<i>Crossopetalum ensymosum</i>	kambal xkibche'	Arbusto	Nativa	N/A	Medicinal.
COMPOSITAE	<i>Porophyllum punctatum</i>	Xpeech' uk'il	Hierba	Nativa	N/A	Medicinaal, melífera.
ACANTHACEAE	<i>Dicliptera assurgens</i>	P'oklampix	Hierba	Nativa	N/A	Medicinal.
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipan Xiw	Arbusto	Nativa	N/A	Medicinal, ornamental.
LEGUMINOSAE	<i>Sophora tomentosa</i>	Sal yeeb	Arbusto	Nativa	N/A	Medicinal y ornamental.
MALVACEAE	<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón	Arbusto	Nativa	N/A	Medicinal y textil.
VERBENACEAE	<i>Lantana involucrata</i>	Orégano	Arbusto	Nativa	N/A	Medicinal.
VERBENACEAE	<i>Citharexylum hexangulare</i>	K'an pokolche' de playa	Arbusto	Nativa	N/A	Medicinal.

En cuanto a las forma de vida, es conveniente mencionar que con fines de simplificación del análisis, a las rastleras, trepadoras y pastos se agruparon como hierbas. De esta forma, tenemos que en el 50% de las especies, domina el grupo de los arbustos, le siguen muy de cerca las hierbas con el 41% y finalmente están los árboles con un 9%. Esto es considerando la totalidad de las especies observadas en el área de estudio, es decir, tanto aquellas dentro como las que se observaron fuera de los sitios de muestreo.



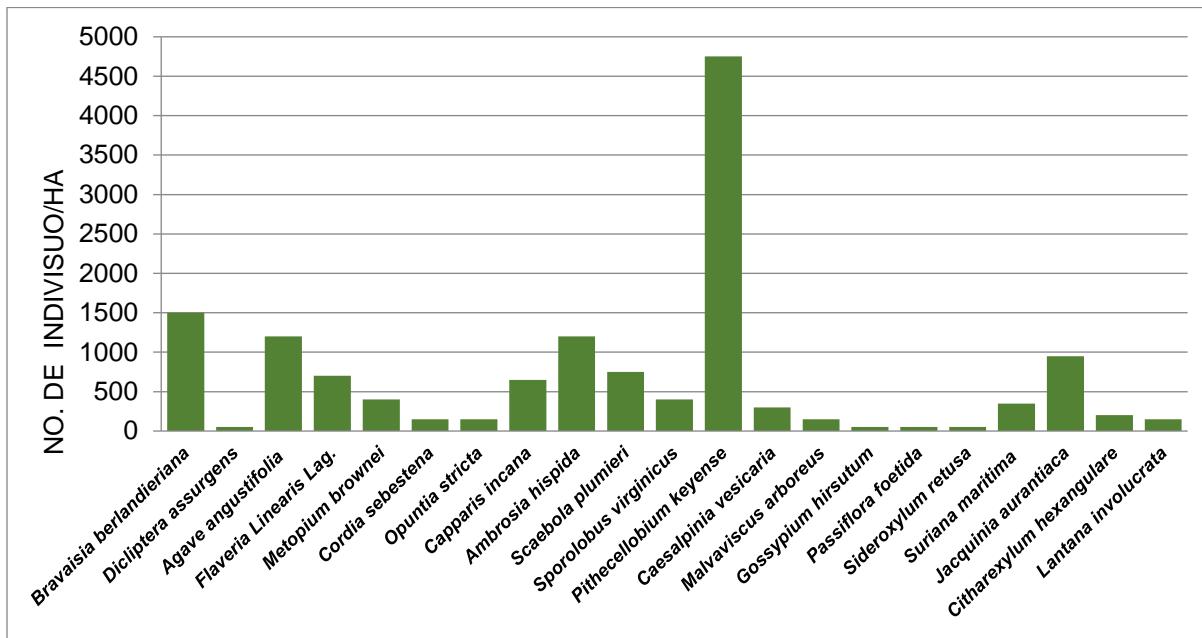
**Figura 18 Distribución de las formas de vida presentes en el área de estudio.**

A continuación se presenta la abundancia (no. de individuos) y la cobertura de copa, por unidad de superficie (hectárea), así como las cantidades que se estiman están presentes en el área propuesta para el eventual cambio de uso del suelo (**0.0762 ha**); con lo cual está claro que se trata de un matorral de duna costera notoriamente denso, ya que la cobertura de copa (de los dos estratos) alcanza el 355% aproximadamente, así como por el número de individuos presentes, se dificulta la movilidad en su interior.

**Tabla 24 Densidad y cobertura de copa de la vegetación presente en el área de estudio.**

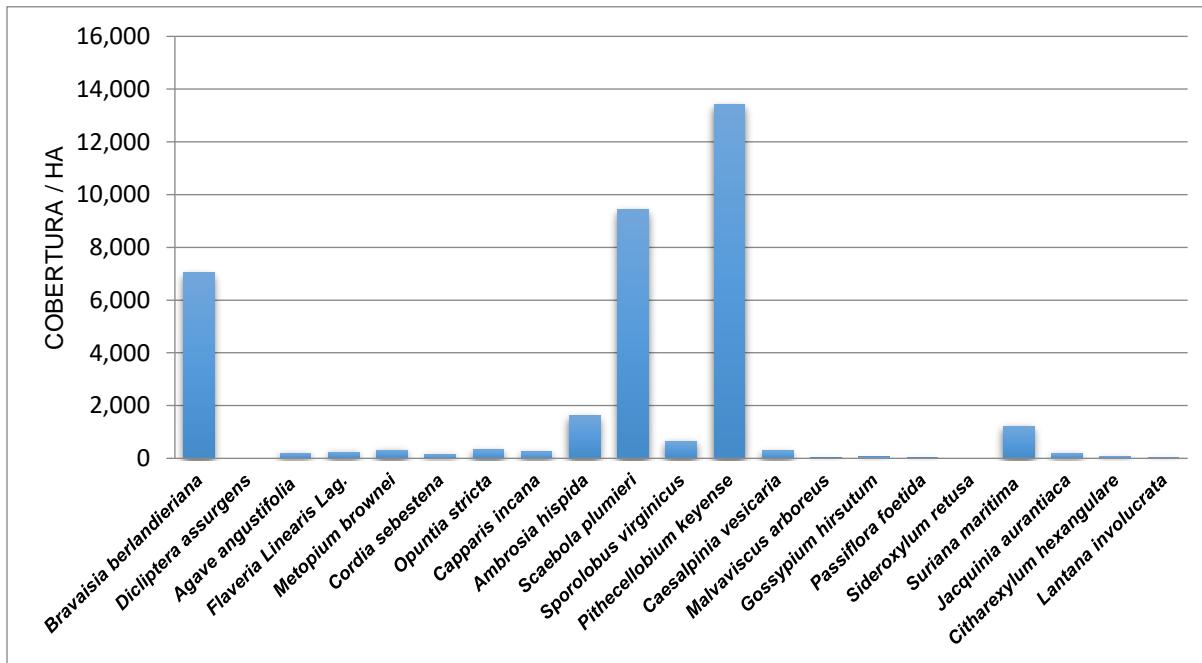
FAMILIA	ESPECIE	INDIV. /HA	INDV /CUSTF	COBERTURA /HA	COBERTURA / CUSTF
ACANTHACEAE	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	1500	114.33621	7,028.64	535.752253
ACANTHACEAE	<i>Dicliptera assurgens</i>	50	3.811207	4.5396	0.34602711
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i>	1200	91.468968	200.277	15.2659421
AMARANTHACEAE	<i>Flaveria Linearis Lag.</i>	700	53.356898	238.0999	18.1489601
ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	400	30.489656	316.1235	24.0962419
BORAGINACEAE	<i>Cordia sebestena</i>	150	11.433621	146.968	11.2025094
CACTACEAE	<i>Opuntia stricta</i>	150	11.433621	320.7377	24.4479553
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis incana</i>	650	49.545691	248.2109	18.9196624
COMPOSITAE	<i>Ambrosia hispida</i>	1200	91.468968	1,610.66	122.771105
GOODENIACEAE	<i>Scaebola plumieri</i>	750	57.168105	9,424.80	718.397275
GRAMINEAE	<i>Sporolobus virginicus</i>	400	30.489656	646.8751	49.3074982
LEGUMINOSAE	<i>Pithecellobium keyense</i>	4750	362.064665	13,419.25	1022.8705
LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	300	22.867242	284.2166	21.6641659
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	150	11.433621	21.2794	1.62200396
MALVACEAE	<i>Gossypium hirsutum</i>	50	3.811207	51.9346	3.95867022
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida</i>	50	3.811207	28.3726	2.16267703
SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon retusa</i>	50	3.811207	9.8175	0.74833049
SIMAROUBACEAE	<i>Suriana maritima</i>	350	26.678449	1,221.00	93.0698655
THEOPHRASTACEAE	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	950	72.412933	187.7263	14.3092758
VERBENACEAE	<i>Citharexylum hexangulare</i>	200	15.244828	77.951	5.94174794
VERBENACEAE	<i>Lantana involucrata</i>	150	11.433621	35.1467	2.67902698
		<b>14,150.00</b>	<b>1,078.57</b>	<b>35,522.63</b>	<b>2,707.68</b>

Con relación a la abundancia de individuos, domina una sola especie, la cual es *Pithecellobium keyense* con el 33.57% del total; en el resto de las especies, su abundancia no es mayor a 10.60% (*Bravaisia berlandieriana*).



**Figura 19 Densidad por especie de la vegetación presente en el área de estudio.**

Una variante de dicho comportamiento puede observarse con la cobertura de copa, donde un grupo de tres especies dominan claramente sobre el resto; también destaca como la más importante *Pithecellobium keyense* con el 37.78%, le sigue *Scaebola plumieri* con el 26.53% y finalmente *Bravaisia berlandieriana* con el 19.79% de la cobertura total. De tal forma que este pequeño grupo de especies representa el 84.09% de la cobertura presente en el área de estudio.



**Figura 20 Cobertura de copa por especie en la vegetación presente en el área de estudio.**

Con relación al valor de la máxima diversidad del ecosistema, el índice de diversidad biológica de Shannon-Wiener en el área de estudio puede considerarse como medio tendiendo a alto; si bien queda de manifiesto una equitatividad que con las mismas características del índice de diversidad; esto nos dice que las diferencias en abundancia entre las distintas especies no es tan grande en la mayoría de

las veces; lo que puede apreciarse a simple vista como una amplia mezcla de especies. En resumen, puede decirse que este matorral de duna costera se encuentra parcialmente dominado por *Pithecellobium keyense*, ya que es la especie más importante, si bien en algunos parámetros es acompañada por dos o tres más.

**Tabla 25 Índice de diversidad de Shannon-Wiener en la vegetación del área de estudio.**

Familia	Especie	Nombre común	Cantidad	$p(i) = n/N$	$\ln p(i)$	$p(i)*\ln p(i)$
ACANTHACEAE	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	Hulub	1500	0.1060	-2.2442	-0.2379
ACANTHACEAE	<i>Dicliptera assurgens</i>	P'oklampix	50	0.0035	-5.6454	-0.0199
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i>	Ch'elem	1200	0.0848	-2.4674	-0.2092
AMARANTHACEAE	<i>Flaveria Linearis Lag.</i>	Xk'aan Lool Xiw	700	0.0495	-3.0064	-0.1487
ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	Cheechem	400	0.0283	-3.5660	-0.1008
BORAGINACEAE	<i>Cordia sebestena</i>	Anacahuite	150	0.0106	-4.5468	-0.0482
CACTACEAE	<i>Opuntia stricta</i>	Pak'an / tsakam	150	0.0106	-4.5468	-0.0482
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis incana</i>	Tayche	650	0.0459	-3.0805	-0.1415
COMPOSITAE	<i>Ambrosia hispida</i>	Encaje / margarita de mar	1200	0.0848	-2.4674	-0.2092
GOODENIACEAE	<i>Scaebola plumieri</i>	Chunup de playa	750	0.0530	-2.9374	-0.1557
GRAMINEAE	<i>Sporolobus virginicus</i>	Chilib su'uk	400	0.0283	-3.5660	-0.1008
LEGUMINOSAE	<i>Pithecellobium keyense</i>	Ts'iuche'	4750	0.3357	-1.0916	-0.3664
LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	Toxok	300	0.0212	-3.8537	-0.0817
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipan Xiw	150	0.0106	-4.5468	-0.0482
MALVACEAE	<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón	50	0.0035	-5.6454	-0.0199
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida</i>	Xpoch' ak'	50	0.0035	-5.6454	-0.0199
SAPOTACEAE	<i>Sideroxylum retusa</i>	Puts' mukuy	50	0.0035	-5.6454	-0.0199
SIMAROUBACEAE	<i>Suriana maritima</i>	Pantsil	350	0.0247	-3.6995	-0.0915
THEOPHRASTACEAE	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	Pincha huevo	950	0.0671	-2.7010	-0.1813
VERBENACEAE	<i>Citharexylum hexangulare</i>	K'an pokolche' de playa	200	0.0141	-4.2592	-0.0602
VERBENACEAE	<i>Lantana involucrata</i>	Orégano	150	0.0106	-4.5468	-0.0482
<b>21</b>			14150			
<b>Índice de Shannon-Wiener (H)</b>						<b>2.3577</b>
<b>Máxima diversidad H' max =</b>						<b>3.0445</b>
<b>Equitatividad (J)</b>						<b>0.7744</b>

Para este tipo de vegetación, la riqueza de especies puede considerarse como alta.

### b) Fauna

Para determinar la metodología utilizada para el monitoreo e identificación de la fauna silvestre en el sitio, se realizó una visita previa de inspección al predio, con el fin de identificar el tipo de vegetación presente en el predio y la existencia o no de variedad de microambientes en el sitio de estudio, ya que la diversidad faunística de un sitio está íntimamente ligada a la vegetación y determinada por la variedad de microambientes conformados por la combinación de factores bióticos y abióticos (vegetación y ambiente físico) (PMRBRC,200<sup>1</sup>).

En dicha visita, se identificó que el predio presenta vegetación secundaria derivada de matorral de duna costera, con cierto gradiente de perturbación, estando inmerso en una zona costera parcialmente desarrollada por casas de veraneo de segunda residencia.

Una vez identificado el tipo de vegetación del sitio (duna costera), se revisó la literatura disponible sobre la presencia de fauna silvestre en ecosistemas costeros, identificando que en el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, donde uno de los tipos de vegetación presente es la duna, están reportados los siguientes grupos de fauna: invertebrados y 5 grupos de vertebrados, dado que el sitio del predio no corresponde a un ecosistema acuático, se determinaron como objeto de estudio los siguientes grupos: ANFIBIOS Y REPTILES, AVES Y MAMÍFEROS.

La metodología utilizada para los cuatro grupos de fauna silvestre fue la siguiente: Estaciones por Puntos de Conteo y Avistamientos Aleatorios, para la identificación de Fauna Silvestre.

Se estableció una estación de puntos por conteos en la parte central del predio, la estación fue monitoreada en dos ocasiones una en la mañana y una en la tarde cuando hay mayor actividad de la fauna silvestre, para formar un total de 2 conteos con un tiempo de 60 minutos por conteo, destinando los primeros 30 minutos a la identificación de aves y los siguientes 30 minutos a la identificación de especies terrestres (reptiles, anfibios y mamíferos). Haciendo un total de 120 minutos de monitoreo.

El sitio de monitoreo se encuentra con vegetación de duna costera el suelo está compuesto de arena de poca profundidad.

Se identificaron las aves por avistamiento, llamado y canto. Se identificaron a los mamíferos, reptiles y anfibios por avistamientos y rastros (huellas y excretas).

Resultados: Se identificaron un total de 9 especies de aves pertenecientes a 8 familias, la mayoría están clasificadas como tropicales y Neo-tropicales entre las primeras salen las nativas. Las aves que fueron avistadas se encontraban de paso, sobrevolando a la orilla del mar. En cuanto a los reptiles, después de la búsqueda intensiva, se identificaron bajo los pequeños arbustos y en la arena, 2 especies de reptiles. No se identificaron especies de mamíferos en la zona.

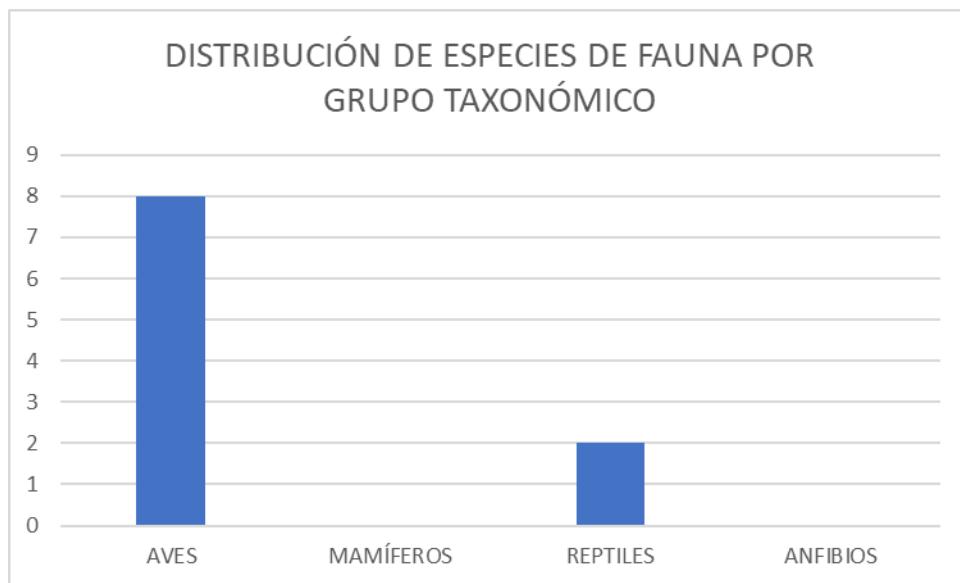
A continuación se presentan los listados correspondientes, por orden taxonómico-científico (de las menos evolucionadas a las más evolucionadas), con nombres científico y común.

<sup>1</sup> PMRBRC: Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, CONANP, 2002.

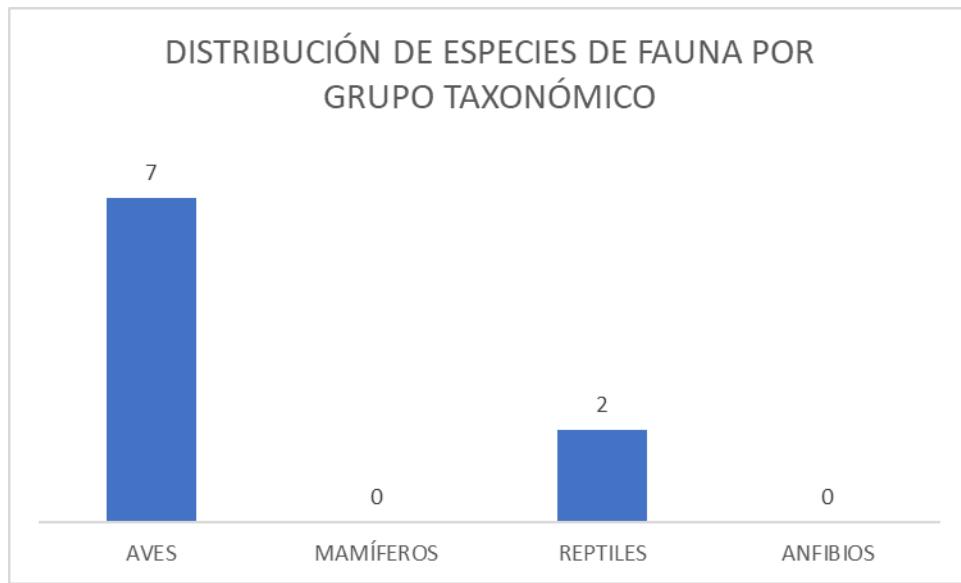
**Tabla 26 Listado de fauna silvestre.**

GRUPO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM059	NO. INDIVIDUOS OBSERVADOS
AVES	COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina*</i>	Tortolita común	A	3
	COLUMBIDAE	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita rojiza		2
	FREGATIDAE	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata (Rabiorcado)		6
	LARIDAE	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota gritona		2
	MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical		7
	PELECANIDAE	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano café	A	4
	TYRANIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical		4
REPTILES	IGUANIDAE	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra	A	5
	POLYCHROTIDAE	<i>Norops sagrei</i>	Xtirich, lagartija		2
<b>TOTAL</b>					<b>35</b>

Se registró un total de 8 familias de fauna silvestre, de las cuales son 6 de aves y 2 de reptiles, el total de especies es de 9 especies, y se observaron 35 individuos en el muestreo. Destacando las aves *Mimus gilvus* y *Fregata magnificens*.

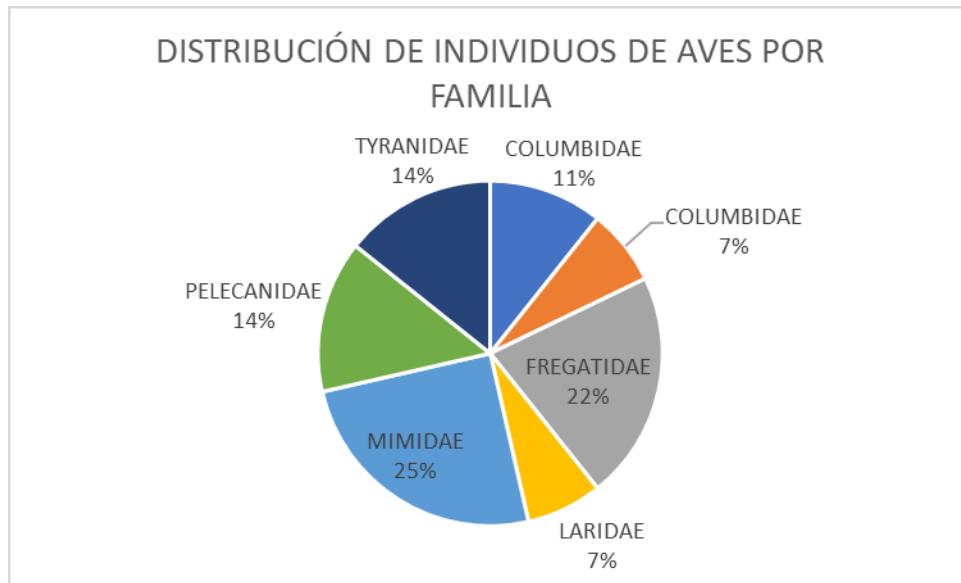


**Figura 21 Distribución de especies de fauna por grupo taxonómico.**



**Figura 22 Distribución de número de individuos de fauna por grupo taxonómico.**

En cuanto a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se identificaron 3 especies, todas catalogadas como amenazadas.



**Figura 23 Gráficas de distribución de individuos de aves por especies y por familia.**

La biodiversidad de especies de fauna silvestre, se considera baja, tomando en cuenta que, de cuatro grupos, solo están representadas las aves y los reptiles, estando ausentes especies de mamíferos y de anfibios. En la Península de Yucatán, se encuentran distribuidos 24 familias de anfibios y reptiles, y para ecosistemas costeros, se reportan 77 especies, y en el sitio únicamente se identificaron 2 especies de reptiles. En cuanto a aves, la riqueza en la Península es de 528 especies, en zonas costeras se han reportado 271, y en el sitio únicamente de identificaron 7 especies.

Sin embargo, la importancia de las especies presentes en el sitio es alta, considerando que 3 se encuentran protegidas.

**Bibliografía.**

A guide to the Birds of Mexico and Northern Central America, Steve N.G Howell and Sophie Webb.

National Audubon Society, The Sibley Guide to the Birds by David Allen Sibley

Aves y Reservas Barbara Mckinon

Especies en riesgo en la Norma 059 de la CONABIO

Handbook of Bird Biology Cornell Lab of Ornithology

A Field Guide to the Amphibians and Reptiles of The Maya World por Julian C. Lee

A Field Guide to the Mammals of Central America and South East Mexico Fiona A. Reid

U.S. Fish & Wildlife Service, Statistical Guide to Data Analysis of Avian Monitoring Programs. Biological Technical Publication.

Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún. México.

#### IV.2.2.3 Medio Socioeconómico

##### 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.

De acuerdo a los resultados que presenta el II Conteo 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 Conteo de Población y Vivienda efectuado por el INEGI se presentan los siguientes datos:

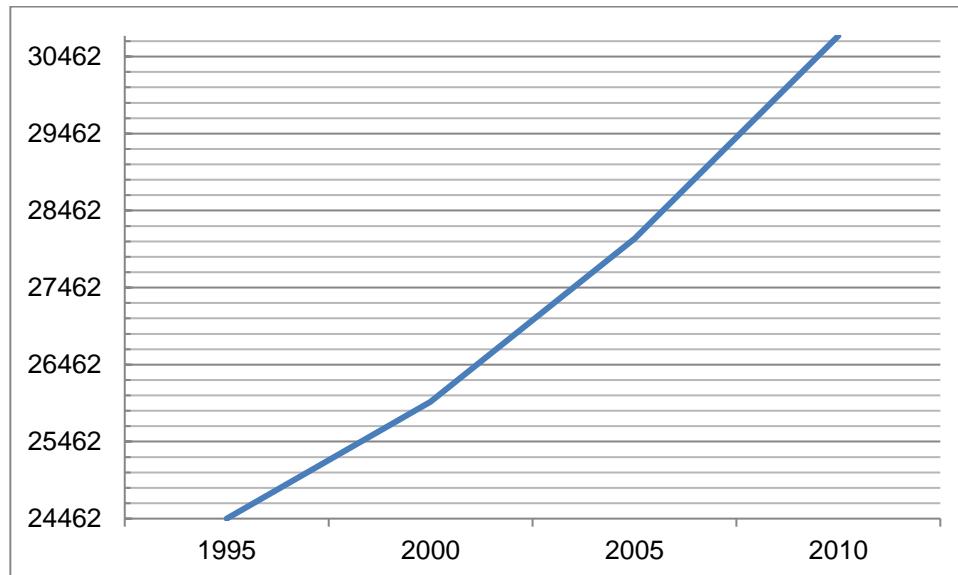
**Tabla 27 Población por municipio según población total.**

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

Fuente: INEGI. II Conteo 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.

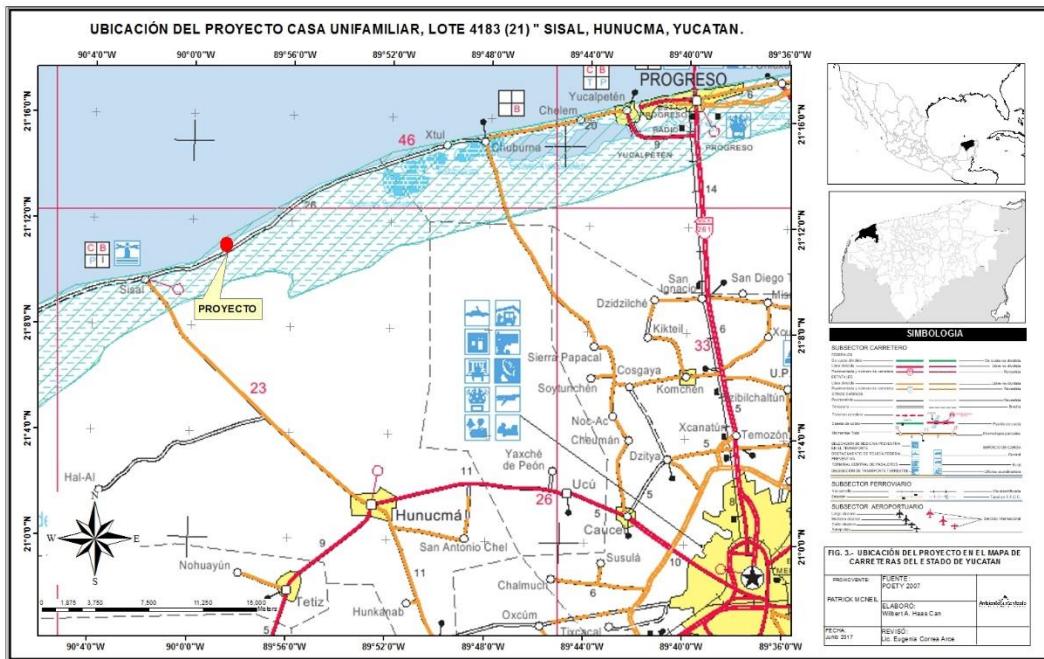
Tasa de crecimiento de población considerando por lo menos 10 años antes de la fecha en que se realiza la Manifestación de Impacto Ambiental.



**Figura 24 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.



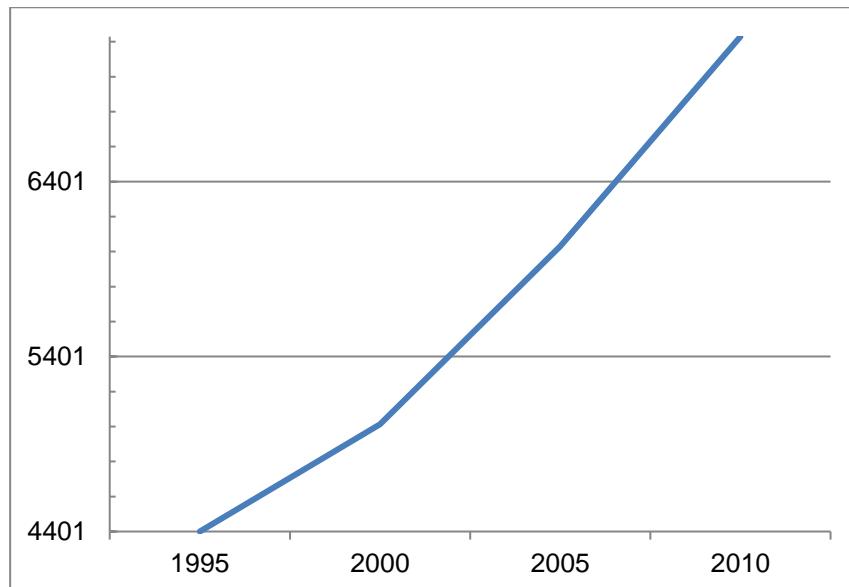
**Figura 25 Ubicación del proyecto en plano de carreteras.**

- **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 está deshabitadas o son de uso temporal.



**Figura 26 Incremento histórico de viviendas habitadas en Hunucmá.**

- Servicios básicos.**

De acuerdo a los resultados que presenta el II Conteo 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 28 Número de viviendas según material de pisos.**

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

Fuente: II Conteo 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 29 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 Conteo 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, cuenta 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 30 Población afiliada a instituciones de salud.**

Hunucmá	IMSS	ISSSTE
7320	8350	713

Fuente: II Conteo 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 27 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 la 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.

*Aqua 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 Muchil 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 31 Población económicamente activa distribuida por sector.**

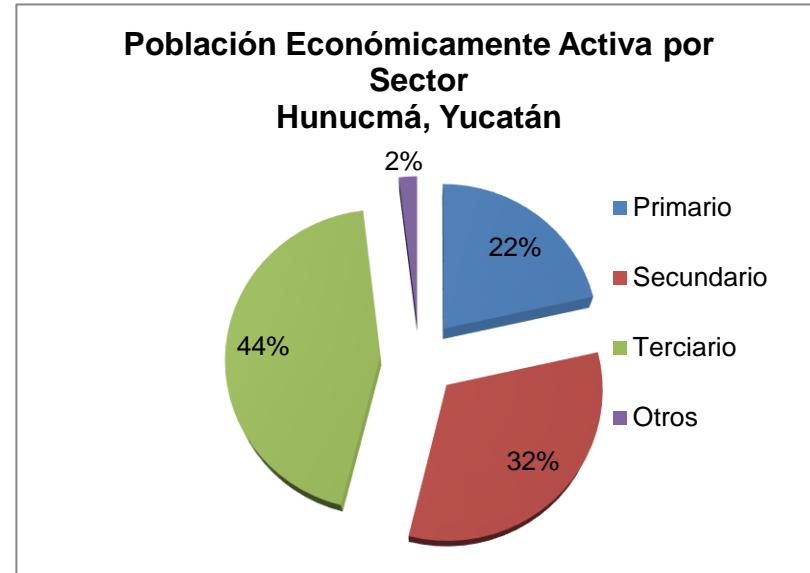
Sector	Porcentaje
Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)	21.52
Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	32.37
Terciario (Comercio, turismo y servicios)	44.17
Otros	1.94

### **Salario mínimo vigente.**

El salario mínimo vigente para el país es de \$80.04.

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

La población económicamente activa por rama productiva se observa en la gráfica a la derecha:



**Figura 28 Distribución de la PEA en el municipio de Hunucmá, por sector económico.**

#### **IV.2.2.4 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 cocaleras en varias décadas anteriores, y posteriormente abandonado por lo que derivado de un proceso de regeneración natural se ha ido estableciendo la vegetación de duna costera, conformada por especies arbustivas, arbóreas y rastreiras.

Posterior al abandono mencionado, se reactivó la actividad económica en la zona por la operación de una granja acuícola, la cual actualmente ya se encuentran también abandonada, pero generó perturbaciones y modificaciones al medio ambiente.

Actualmente, derivado de la urbanización y del crecimiento de la actividad turística en la zona, el área del proyecto se ha ido proyectando como zona de turismo de segunda residencia, habiendo algunas viviendas unifamiliares construidas, que se han ajustados a criterios de regulación ecológica de con un nivel de aprovechamiento de baja intensidad, es decir con una superficie de ocupación de menos del 40% de la superficie del predio, y manteniendo una franja de al menos 68 m. de distancia desde la línea de la costa al inicio de las construcciones.

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, 2003<sup>2</sup>, 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:

<sup>2</sup> Canter, L. 2003. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Pags. 570-599.

**Tabla 32 Listado de recursos visuales y terrenos visualmente frágiles en el sitio.**

<b>RECURSOS VISUALES / TERRENOS VISUALMENTE FRÁGILES</b>	<b>PRESENCIA</b>	
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
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.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.

Los servicios ambientales, son “*los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación entre otros;*”

El ecosistema conformado por playas y dunas, constituyen un área muy dinámica debido a la acción directa del oleaje, las corrientes, las mareas y del viento; así mismos representan zona de anidación, alimentación y descanso para una gran cantidad de aves, crustáceos y tortugas marinas, cuya existencia depende de los procesos que se llevan a cabo en la playa.

Los servicios ambientales presentes en el área del proyecto son los siguientes:

##### **1. Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.**

La duna costera representa un **área de amortiguamiento natural contra la acción del oleaje**, cuando se erosionan como resultado de una tormenta o debido a la alteración de los procesos naturales por actividades humanas, se incrementa el potencial de daño causado por las olas.<sup>3</sup>

El proyecto considera, de acuerdo a los criterios establecidos en instrumentos normativos, ubicar la infraestructura atrás de la cresta de la primera duna y establecer una zona de “restricción de construcción” de 60 m. de la línea de la costa; con el fin de facilitar la dinámica de la playa y del sistema de dunas para mantener su función y su equilibrio natural, así como de proteger la infraestructura que será construida de la acción directa del oleaje durante las tormentas.

Estará prohibida la nivelación de la primera duna costera, con el fin de mantener las funciones y beneficios del sistema de dunas.

##### **2. Protección de la biodiversidad, los ecosistemas y formas de vida.**

###### **Biodiversidad de especies vegetales.**

La vegetación de duna costera de la Península de Yucatán, tiene importancia ecológica, etnobotánica y biológica muy alta; hay especies que tienen utilidad como fijadoras de dunas, otras son comestibles o sirven para preparar medicinas caseras y también las hay que sirven para la elaboración de artesanías o como ornamentales. Asimismo, este tipo de vegetación presenta alto endemismo en la Península de Yucatán y es única en México por su afinidad con la vegetación de las Antillas y la Florida<sup>4</sup>.

El diseño del proyecto ha considerado el mantenimiento de poco más del 60% del área total del predio sin remover la vegetación actual, así como garantizar la supervivencia de los ejemplares de la especie *Thrinax radiata* (especie protegida, NOM-SEMARNAT-059-2010), ya sea respetando el sitio donde se encuentra o bien reubicándola en los sitios que permanecerán con vegetación natural.

En las áreas con vegetación natural, se favorecerá el mantenimiento de *Thrinax radiata* encontradas en el sitio, así como se podrá enriquecer con la reforestación de especies ornamentales endémicas del sitio.

<sup>3</sup> Molina C., et al, 1998.

<sup>4</sup> Chan C., et al., 2002.

### **La duna costera es hábitat de fauna silvestre: aves.**

La vegetación nativa de las costas de la Península, provee un hábitat especializado tanto para las aves residentes de distribución muy limitada como para miles de millones de aves migratorias que pasan por la región dos veces al año.

La importancia ecológica de las aves, muchas veces subvalorada, radica en la fuerte influencia sobre la composición biológica de los ecosistemas, dado que muchas plantas dependen de las aves para su polinización y para la dispersión de sus semillas. Las aves también contribuyen a la economía de los humanos, además de polinizadores como agentes de control de plagas, suplemento de productos alimenticios, artículos de vestir, entre otros; sirven como indicadores de salud ambiental, así como presentan oportunidades recreativas y culturales<sup>5</sup>.

La vegetación de duna costera en la Península, contiene especies que proveen sombra y alimento a especies de aves, mariposas y pequeños reptiles. El proyecto contempla el mantenimiento de poco más del 60% de la vegetación actual de duna costera, manteniendo la variabilidad de especies que ahora se encuentra; asimismo la zona de amortiguamiento que se encontrará en la zona norte del predio colindando con la ZOFEMAT se mantendrá, y dado que los predios colindantes presentan condiciones similares de vegetación y existe un lineamiento normativo restrictivo, se estima que se mantendrá la continuidad (este-oeste) de la vegetación en el la zona del proyecto. Favorecerá el hábitat de las 4 especies de fauna protegidas.

### ***3. Protección y recuperación de suelo***

#### **La vegetación de duna costera como trampa de arena que contribuye a estabilizar la duna y prevenir la erosión.**

La vegetación cumple una función importante en el control de la erosión en todos los hábitats, particularmente a lo largo de los litorales donde estabiliza y preserva el área capturando la arena arrastrada por el viento. La vegetación también contribuye a prevenir la pérdida de suelo y la erosión ocasionada por el viento.

El sistema de dunas costeras, está en constante movimiento por la acción del viento y el oleaje por lo que continuamente están alimentando la playa con la arena transportada, la presencia de vegetación natural en la primera duna puede acelerar el crecimiento de las dunas y estabilizarlas disminuyendo a largo plazo la erosión, debido a que funcionan como una trampa arena.

El proyecto, considera el establecimiento de una zona de amortiguamiento, donde está ubicada la primera duna costera, en la cual se mantendrán las condiciones actuales de vegetación, la cual compuesta por especies herbáceas, rastreras y arbustivas que por sus características son atractivas y requieren poco mantenimiento, lo cual favorecerá la continuidad de sus funciones como controladoras de la erosión asociadas con el ambiente de la costa.

Aunado a esto, el acceso vehicular estará ubicado en el área opuesta de las dunas, en la parte sur del predio, con lo que se evitará los daños de destrucción de la duna y de erosión por el movimiento de la arena por el viento. Asimismo, el acceso hacia la playa, que necesariamente tendrá que atravesar la duna, será por un sendero angosto y serpenteado, lo cual tiene una tendencia menor a promover directamente la formación de un canal de duna.

---

<sup>5</sup>MacKinnon, B. 2005

## 5. Paisaje.

La belleza escénica del paisaje natural de un hábitat costero, constituye uno de los principales atractivos turísticos de una zona costera; así como la presencia de fauna silvestre en este hábitat puede constituir un atractivo adicional del lugar.

En la costa de Yucatán, el sistema playa-duna, tiene un gran valor por razones estéticas, la calidad de su atractivo las ha dotado de plusvalía destinada para casas de verano, instalaciones turísticas y diversos propósitos recreacionales.

El diseño del proyecto ha considerado conservar la vegetación de más del 60% del predio, con lo cual se mantendrá la estética del área y así los bienes y servicios que proporcionan. La conservación de plantas nativas en las áreas sin intervención podrá tener uso ornamental que estará incluido en el diseño del paisaje del proyecto.

## 6. Recreación.

Las áreas costeras permiten el desarrollo de diversas actividades recreativas y de dispersión, estas son principalmente realizadas en la zona de playa y en el mar, así como en los diversos ecosistemas presentes en el litoral, donde principalmente se realiza la observación de fauna silvestre (aves y reptiles).

La conservación de la vegetación en la primera duna costera, permitirá el mantenimiento de especies de flora que son hábitat de aves en la zona costera de Yucatán, asimismo contribuirá la zona de amortiguamiento al control de la erosión costera.

<b>SERVICIO AMBIENTAL</b>	<b>Amortiguamiento de fenómenos naturales</b>
<b>Descripción</b>	El sistema de dunas constituye un área natural de amortiguamiento contra el oleaje de tormenta y con frecuencia es utilización como un método no estructural para la protección costera, por lo que mantenimiento un área de amortiguamiento más estable se previene la erosión. Se recomienda que las construcciones sean realizadas 5 metros tierras adentro desde la cresta de la primera duna, de esta forma la duna puede mantener sus funciones naturalmente, erosionándose y depositándose estacionalmente.
<b>Datos cuantificables</b>	El área del proyecto cuenta con una franja de 48 metros de duna costera, la cual será mantenida. La afectación a la primera duna costera es de 0%.
<b>Grado de afectación.</b>	Sin afectación.
<b>SERVICIO AMBIENTAL</b>	<b>Protección de la biodiversidad</b>
<b>Descripción</b>	La vegetación del proyecto es hábitat de 11 especies de aves y de 2 reptiles, así como aloja 26 especies de flora silvestre. Se identificaron 2 especies de fauna protegida y 1 especie de flora protegida. La biodiversidad obtenida en el sitio es baja.
<b>Datos cuantificables</b>	La afectación al 35.87% del área del proyecto ocasionará la reducción de hábitat para fauna silvestre, así como la perturbación de las poblaciones. En el sitio se identificaron 761 individuos de flora y serán removidos 104. La perturbación a la fauna corresponde a 76 individuos.
<b>Grado de afectación.</b>	La afectación se considera baja, debido a que se designará el 64.13% del área del proyecto a conservación de la vegetación y del hábitat, y considerando que la mayor parte del área de conservación (51.97%) se encuentra en la parte sur del predio, que se encuentra aislada del proyecto y donde no habrá ni construcción ni

	actividad antropogénicas, se considera una acción favorable para el desarrollo y permanencia de las especies de fauna silvestre y de vegetación.
<b>SERVICIO AMBIENTAL</b>	Protección y recuperación de suelo
<b>Descripción</b>	Para la valoración de este servicio ambiental, se mide por el término de toneladas perdido de suelo y los desechos sólidos. Se estima el costo de la degradación a través de los costos en que se incurre para evitar o restablecer el deterioro.
<b>Datos cuantificables</b>	El costo de la restauración ambiental de ecosistemas, es de \$18,363.30/ha. Por lo tanto, al tener esta propiedad una superficie de 0.2125 hectáreas, los costos por este rubro ascenderían a <b>\$3,902.21</b> y el costo por el área sujeta a cambio de uso de suelo sería de \$1,399.73.
<b>Grado de afectación.</b>	Bajo, debido a que únicamente se afectará al 17% de la superficie del suelo y se implementarán acciones de prevención y mitigación (conservación de barrera de protección eólica, manejo adecuado de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales).
<b>SERVICIO AMBIENTAL</b>	<b>Provisión de agua en calidad y cantidad</b>
<b>Descripción</b>	La deforestación de bosques y selvas trae consigo efectos negativos para las cuencas hidrológicas, provocando aumentos en la erosión, cambios en los flujos hidrológicos y reducción en la recarga de acuíferos. Los costos de prevención o reparación de los daños causados por su pérdida o alteración, nos ofrecen una aproximación del valor de las funciones ecológicas que los bosques y selvas proporcionan. El costo por el tratamiento de agua sería de 160 dólares por hectárea, y el costo para evitar la salinización generada por la deforestación se encontraría alrededor de los 50 dólares por hectárea (cit. en UAES, 1997).
<b>Datos cuantificables</b>	En el sitio del proyecto la reducción a la infiltración de agua, se reduce en un 17% de la superficie del predio, manteniendo el 83% disponible de manera permanente y a largo plazo para la infiltración natural. Se estiman generar descargas de aguas residuales, pero estas recibirán un tratamiento. Considerando los valores, el costo por tratamiento de agua para el sitio del proyecto es de \$618.46 para el predio y de \$221.84 para el área de cambio de uso de suelo. Los costos para evitar la salinización son de \$193.27 para el predio y de \$69.33 para el área de cambio de uso de suelo.
<b>Grado de afectación.</b>	Bajo, debido a que se mantendrá el 83% de la superficie disponible para este servicio, y se implementarán acciones de prevención y mitigación (tratamiento de aguas residuales).

#### IV.4 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 se encontraron dos especies enlistadas 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. Sin embargo, se implementará un programa de rescate de los ejemplares de la especie de flora catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y durante la construcción se tomarán las medidas necesarias para evitar la afectación de los ejemplares de la especie catalogada que se encuentra dentro del predio, como aquellas que se encuentren en el área de influencia del proyecto.

En cuanto a fauna silvestre, también se identificaron especies catalogadas (2 aves y 1 reptil), por lo que como medida de mitigación se mantendrá al menos el 60% de la superficie total del proyecto con la vegetación nativa, con el fin de que pueda proporcionarle el hábitat (refugio y alimentación) a dicha especie.

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, 2014).

- **De diversidad.** Se identificaron en el lugar de estudio 34 especies vegetales principales pertenecientes a 17 familias, y de acuerdo al análisis de biodiversidad, utilizando tres índices diferentes se evidencia que se trata de una comunidad vegetal con alta riqueza de especies.

- **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 y con fuerte perturbación humana y por efectos del más reciente huracán. 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.

Con base en la caracterización ambiental del predio donde se pretende desarrollar el proyecto de **Casa Unifamiliar Sisal 4183**, se observa que se encuentra en una zona costera con un grado de antropogenización bajo.

## **CAPÍTULO V**

### **IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

#### **METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR 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 Unifamiliar Sisal 4183**”. 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 y forma parte de un desarrollo inmobiliario de tipo residencial que está en proceso de desarrollo. La vegetación que actualmente se encuentra en el predio, matorral de duna costera dominado por especies arbustivas y con una diversidad biológica baja.

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

#### **V.1 Identificación de los impactos ambientales.**

Para la identificación de los impactos productos de la construcción del proyecto “**Casa Unifamiliar Sisal 4183**”, se empleó el método de matriz causa-efecto y en los siguientes puntos se describen y proponen medidas de prevención y mitigación.

Este método, consiste en un listado de acciones humanas y otro de indicadores de impacto ambiental, que se relacionan en un diagrama matricial. Mediante este listado se identifican los impactos que se occasionarán durante las distintas etapas del proyecto. La descripción de estos y su clasificación se presenta posteriormente.

Para la aplicación de este método, fue necesaria la recolección moderada de datos técnicos y ecológicos, así como visitas a campo y familiarización con el área afectada por el proyecto y con la naturaleza del mismo.

Los impactos que se identifican, son los que potencialmente se pudieron o pueden generar en las diferentes etapas del proyecto, pero que se pueden evitar o mitigar si se aplican las medidas adecuadas que se proponen en el siguiente capítulo.

En la siguiente página se presenta la aplicación de la matriz en el presente proyecto.

**Tabla 33 Matriz de identificación de impactos.**

ETAPA	Actividad	SUBSISTEMA FÍSICO-NATURAL					SUBSISTEMA SOCIOECONÓMICO	
		MEDIO INERTE		MEDIO BIÓTICO		MEDIO PERCEPTUAL	POBLACIÓN	
		Suelo	Aqua	Aire	Vegetación	Hábitat faunístico	Paisaje	Estructura de la población
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>	Desmonte	X		X	X	X	X	
	Despalme	X						
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Cimentación	X						
	Estructura			X			X	X
	Obra Hidráulica			X				X
	Obra Sanitaria	X						X
	Obra Eléctrica			X				X
	Acabados			X			X	X
<b>OPERACIÓN</b>	Actividades cotidianas de la casa habitación	X			X			X

## V.2 Caracterización.

A continuación se describen y clasifican los impactos significativos que fueron anteriormente identificados, indicando en qué etapa se generarán.

Los criterios de clasificación empleados fueron los siguientes:

**Tabla 34 Criterios de clasificación de los impactos ambientales.**

TIPO	CLASIFICACIÓN
<b>Por la relación causa-efecto</b>	Primario directo
	Secundario
<b>Por su periodicidad</b>	Impacto continuo
	Impacto discontinuo
	Impacto periódico
<b>Por la intensidad</b>	Impacto notable o muy alto
	Impacto mínimo o bajo
	Impacto medio y alto
<b>Por la Extensión</b>	Impacto puntal
	Impacto parcial
	Impacto extremo
	Impacto total.
<b>Por el momento en que se manifiesta</b>	Impacto latente (corto, mediano o largo plazo)
	Impacto inmediato
	Impacto de momento crítico
<b>Por su persistencia</b>	Impacto temporal
	Impacto permanente
<b>Por su capacidad de recuperación</b>	Irreversible
	Reversible
<b>Por la interrelación de efectos y/o acciones.</b>	Impacto simple
	Impacto acumulativo

**Tabla 35 Listado de impactos ambientales identificados.**

ETAPA	IMPACTO
<b>I. PREPARACIÓN DEL SITIO</b>	I.a. Pérdida de vegetación.
	I.b. Destrucción de hábitats para especies de fauna silvestre.
	I.c. Modificación de las características físicas del suelo.
	I.d. Generación de emisiones a la atmósfera.
	I.e. Generación de ruido.
	I.f. Generación de empleos.
	I.g. Modificación del escenario actual.
	I.h. Afectación de una especie de flora bajo protección.
	I.i. Perturbación de 3 especies de fauna bajo protección.
<b>II. CONSTRUCCIÓN</b>	II.a. Modificación de la capacidad de infiltración del suelo.
	II.b. Generación de emisiones a la atmósfera.
	II.c. Generación de ruido.
	II.d. Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.
	II.e. Generación de empleos.
	II.f. Incremento calidad de vida.
	II.g. Modificación de paisaje.
<b>III. OPERACIÓN</b>	III.a. Contaminación del suelo por residuos sólidos.
	III.b. Contaminación del acuífero por aguas residuales.
	III.c. Modificación de la calidad de vida.
	III.d. Incremento en la demanda de servicios.

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 18 meses, y la operación de la villa se prevé sea permanente una vez se finalice la construcción, y estará determinado por la ocupación de esta por sus habitantes.

### **I. Etapa: Preparación del sitio**

#### **I.a. Pérdida de vegetación.**

*Clasificación:* impacto negativo, irreversible para el tipo de vegetación, parcialmente mitigable.

*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 en este caso el proyecto contempla el desmonte de menos del 38% de la vegetación del predio.

#### **I.b. Destrucción de hábitats para especies de fauna silvestre.**

*Clasificación:* impacto negativo, irreversible, parcialmente mitigable.

*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 villa o casa unifamiliar y dotarla de sus instalaciones. Se mantendrá poco más del 60% de la

superficie del predio con las condiciones actuales de vegetación, y la franja de 68 m. desde la línea de la costa que permanecerá con la vegetación de duna costera y permitirá la continuidad de la vegetación de la zona, con lo que se mantiene como hábitat para las especies de fauna silvestre de la zona, la cual está compuesta principalmente por aves y pequeños reptiles.

**I.c. Modificación de las características físicas del suelo.**

*Clasificación:* neutro, irreversible y no mitigable.

*Descripción:* El movimiento de tierra, la nivelación, relleno y compactación del suelo en el predio, necesariamente provoca un cambio en la estructura del suelo.

**I.d. Generación de emisiones a la atmósfera.**

*Clasificación:* impacto negativo, temporal, reversible, prevenible y mitigable.

*Descripción:* Las actividades de troceo, movimiento de vegetación y nivelación del terreno, provocan la generación de pequeñas partículas de biomasa o de tierra, que por cuestiones ambientales permanecen en el aire y puedan ser transportadas a cortas distancias mientras no sea pavimentada la zona.

La operación de maquinaria y vehículos que trabajan a base de combustibles fósiles, por las posibles emisiones de humos y gases que pueden generar, pueden ocasionar molestias a los mismo trabajadores, dado que en las cercanías del proyecto no se encuentra habitado.

Estas emisiones no son relevantes, ya que los emisores serán escasos y el viento desplaza los humos y gases, realmente la magnitud de este impacto está en función de las medidas preventivas que se tomen en cuanto a realizar las actividades procurando evitar daños y en mantener en buen estado los motores de los vehículos participantes en la obra.

**I.e. Generación de ruido.**

*Calificación:* impacto negativo, temporal, prevenible y mitigable.

*Descripción:* La maquinaria, los vehículos y trabajadores, serán los emisores de ruido durante los trabajos relacionados con esta etapa. Este impacto se dará solo en el tiempo que duren las diferentes partes de esta etapa, y la población afectada será mínima.

**I.f. Generación de empleos.**

*Calificación:* impacto positivo, directo, periódico, puntual, inmediato

*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.g. Modificación del escenario actual.**

*Calificación:* impacto ecológicamente neutro, irreversible, prevenible y mitigable o no.

*Descripción:* Los trabajos realizados en esta etapa generarán un cambio en el paisaje, sustituyendo un área de material vegetativo de mediana y baja altura, por una planicie de arena que más adelante dará paso a la edificación de una villa, ocupando un área del 30% de la superficie total del terreno, por lo que se mantendrán las condiciones actuales de vegetación en la mayoría del predio.

#### **I.h. Afectación a una especie de flora bajo protección.**

**Clasificación:** impacto negativo, irreversible, parcialmente mitigable.

**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 villa y dotarla de sus instalaciones.

Se encontró en el sitio una sola especie bajo protección *Trhinax radiata* (Chiít), por lo que previo a la etapa del desmonte se realizará el rescate de aquellos ejemplares que se encuentren en los sitios que serán afectados por la construcción de la villa, y serán reubicados a un área destinada a la reforestación que se encuentra en la parte sur del predio. En dicho lugar se le deberá dar un cuidado especial durante los primeros días principalmente para favorecer su supervivencia.

#### **I.i. Perturbación a 3 especies de fauna silvestre bajo protección.**

**Clasificación:** impacto negativo, irreversible, parcialmente mitigable.

**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 villa y dotarla de sus instalaciones.

La remoción de vegetación, así como la generación de ruido y la presencia humana en un sitio donde previamente no se encontraban estos disturbios, ocasionan el ahuyentamiento de los ejemplares de la especie del pequeño reptil que se encuentra bajo protección, así como la posible afectación directamente a los individuos.

### **II. Etapa: Construcción.**

#### **II.a. Modificación de la capacidad de infiltración del suelo.**

**Calificación:** negativo, permanente, irreversible y totalmente prevenible y mitigable.

**Descripción:** Derivado de la cimentación y urbanización del área, las superficies que son recubiertas de concreto en el caso del área de vivienda de la villa, pierden su permeabilidad y no permiten la infiltración de agua de lluvia que recargue el acuífero.

#### **II.b. Generación de emisiones a la atmósfera.**

**Calificación:** impacto negativo, temporal y parcialmente prevenible.

**Descripción:** El efecto identificado en la etapa anterior continuará en esta por las mismas razones: actividad y movimiento de suelos, maquinaria y vehículos.

#### **II.c. Generación de ruido.**

**Calificación:** impacto negativo, temporal y parcialmente prevenible.

**Descripción:** Es previsible el ruido excesivo proveniente del equipo y maquinaria, del tránsito continuo, de la actividad de los trabajadores. Sin embargo en este caso en las colindancias del área del proyecto no se encuentra habitada, por lo que no generará molestias en la población.

#### **II.d. Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.**

**Calificación:** negativo, temporal, reversible y totalmente prevenible y mitigable.

**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 latas de pintura, 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 ecológicas y de salud.

#### **II.e. Generación de empleos.**

*Clasificación:* como positivo, que idealmente podría ser optimizados.

*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 residencial.

#### **II.f. Incremento calidad de vida.**

*Clasificación:* positivo.

*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 ofrecer servicios a los trabajadores y aun cuando es temporal, coadyuva a disminuir este problema del desempleo.

#### **II.g. Modificación de paisaje.**

*Clasificación:* no se califica, solo se determina como “irreversible”.

*Descripción:* Despues del deshierbe y de la construcción, el cambio de paisaje es afectado pasando de un área de vegetación de duna costera continua a un área residencial. Sin embargo, el cambio de paisaje no es drástico, ya que se conservará al menos el 60% de las condiciones actuales de vegetación

Resulta ser un asunto de apreciación al calificar este cambio, debido a que la conveniencia de tener un paisaje u otro es subjetiva.

### **III. ETAPA DE OPERACIÓN**

#### **III.a. Contaminación del suelo por residuos sólidos.**

*Clasificación:* negativo, permanente, reversible y mitigable.

*Descripción:* La generación de residuos domésticos de los habitantes de la villa, 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.

En los siguientes puntos se señalan las medidas que serán aplicadas para la prevención y mitigación de estos impactos.

### **III.b. Contaminación del acuífero por aguas residuales.**

*Clasificación:* negativo, permanente, reversible y mitigable.

*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 peligros, 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 (tanque séptico biodigestor) instalada en la villa donde las aguas residuales que se generen pasarán por un tratamiento primario y posteriormente serán conducidas hacia un campo de absorción que estará impermeabilizado, lo cual garantizará que no se realicen descargas hacia el manto freático y 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.**

*Clasificación:* socialmente positivo.

El resultado de desarrollar residencias nuevas, aunque sea pequeña, conlleva beneficios para la sociedad, como son las oportunidades de negocio. Dado que los habitantes de la villa, 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.**

*Clasificación:* impacto positivo, al generarse una derrama económica puntual, pero también se ve un riesgo potencial si no se atienden los requerimientos, con lo que se convertiría en impacto negativo, aun cuando siempre será reversible y mitigable.

*Descripción:* Como se ha mencionado, para la operación de la villa, los habitantes requerirán abastecerse de bienes y servicios, para lo cual se ha programado la perforación de un pozo o 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 villa o casa unifamiliar, para lo que se requerirá la recolección y disposición de estos.

### V. 3 Valoración de los impactos ambientales.

Para la identificación de los efectos en el sistema ambiental, se emplea una primera malla de cribado, para evaluar los impactos generados en cada una de las etapas del proyecto, aplicando una escala convencional, de 0 a 3 puntos, donde 0 corresponde a una relación de causa efecto “nula” o “poco probable” y 3 a una relación “presente” y “segura”.

A continuación se detalla la aplicación de la técnica de evaluación en la siguiente tabla.

**Tabla 36 Primer Cribado: aplicación de criterios para la selección de la técnica de evaluación.**

CRITERIO		VALOR
<b>MAGNITUD DE LA ACTIVIDAD</b>	Dimensión de la obra	1
	Tiempo de construcción	1
	Tiempo de operación	3
	Personal y maquinaria involucrados	1
	Superficie construida respecto al total del predio	1
	Nº de habitantes	0
	Requerimientos de servicios	2
	Obras de apoyo	0
	<b>Subtotal</b>	<b>9</b>
<b>POTENCIAL DE IMPACTO</b>	Cambios microclimáticos	0
	Cambios en la calidad, diversidad y/o abundancia de especies	1
	Afectaciones al agua	1
	Afectaciones al suelo	2
	Afectación a vecinos	0
	<b>Subtotal</b>	<b>4</b>
<b>UTILIZACIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES</b>	Aprovechamiento	1
	Uso consuntivo	0
	Extracción directa	0
	Como cuerpo receptor	1
	<b>Subtotal</b>	<b>2</b>
<b>UTILIZACIÓN DE INSUMOS PARA LA CONSTRUCCIÓN</b>	Materiales de construcción provenientes de bancos de préstamo sin autorización	0
	Sin control sanitario	0
	Integrables al ambiente	0
	No sujeto a normas	0
	<b>Subtotal</b>	<b>0</b>
<b>EMISIONES Y RESIDUOS</b>	Sólidos	1
	Peligrosos	0
	Humos y gases	0
	Ruido	1
	Aguas residuales	2
	Por encima de los límites máximos permisibles	1
	<b>Subtotal</b>	<b>5</b>
<b>UBICACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS BASE</b>	Dentro o próximos a Áreas Naturales Protegidas	1
	Dentro o próximos a Áreas prioritarias	1
	Dentro o próximo a zonas de valor cultural	0
	Dentro o próximos a zonas de valor histórico	0
	Competencia con otros usos o actividades	0
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS ECOSISTEMAS BASE</b>	<b>Subtotal</b>	<b>2</b>
	Con riqueza ecológica establecida	1
	Con presencia de especies en riesgo	1
	Libre de impactos ambientales previos	1

CRITERIO		VALOR
<b>RELACIÓN CON LOS SOCIOSISTEMAS BASE</b>	Recurso hidráulico no contaminado	3
	Suelo no contaminado	3
	Susceptible de ser afectados de manera negativa	1
	<b>Subtotal</b>	<b>10</b>
<b>ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS</b>	Con influencia sobre ellos	2
	Con riesgo para la salud de la población	0
	Con posibilidades de cambio en sus costumbres	0
	Con posibilidades de cambio en su economía	0
	Con impacto vial	0
	Con impacto urbano	0
	<b>Subtotal</b>	<b>2</b>
<b>TOTAL</b>	Actividad no regularizada	0
	Incompatible con el uso del suelo	0
	Actividad insegura y riesgosa	0
	Ausencia de medidas de seguridad	0
	<b>Subtotal</b>	<b>0</b>
		<b>34</b>

La puntuación obtenida, se transfiere a una segunda tabla donde se seleccionó la técnica de evaluación más adecuada para este proyecto. Como se observa a continuación, resulta conveniente emplear una técnica de evaluación tipo matriz de nivel medio.

**Tabla 37 Criterios para selección de técnica de evaluación.**

RANGO DE CALIFICACIÓN OBTENIDA EN LA MALLA	COMPLEJIDAD RECOMENDADA DE LA TÉCNICA DE EVALUACIÓN Y EJEMPLOS
0-30	<b>Baja</b> Listas de control Listas de chequeo
31-80	<b>Media</b> Método de superposición Matriz de Leopold Matrices de cribado
81-120	<b>Alta</b> Redes Método de Batelle-Columbus Listas de control multicriterios

Ya que se han identificado los impactos ambientales potenciales del presente proyecto, se les aplica un valor a cada uno de ello, bajo un criterio subjetivo y presentado en una matriz modificada.

A cada impacto ambiental identificado, se le aplicó parámetros bajo la siguiente escala:

**Tabla 38 Parámetros y escalas de evaluación.**

PARÁMETRO	ESCALA
<b>Por su importancia</b>	Positivo (+)
	Negativo (-)
	Neutro (+/-)
<b>Por su persistencia</b>	Temporal (T)
	Permanente (P)
<b>Por su magnitud</b>	Mínimo (1)
	Intermedio (2)
	Mayor (3)

Tabla 39 Matriz de evaluación.

ETAPA	IMPACTO	IMPORTANCIA	PERSISTENCIA	MAGNITUD
I. PREPARACIÓN DEL SITIO	I.a. Pérdida de vegetación.	-	P	1
	I.b. Destrucción de hábitats para especies de fauna silvestre.	-	P	1
	I.c. Modificación de las características físicas del suelo.	+/-	P	1
	I.d. Generación de emisiones a la atmósfera.	-	T	1
	I.e. Generación de ruido.	-	T	1
	I.f. Generación de empleos.	+	T	1
	I.g. Modificación del escenario actual.	+/-	P	2
	I.h Afectación de una especie de flora bajo algún tipo de protección	-	P	1
	I.i. Perturbación a 3 especies de fauna silvestre bajo protección	-	P	1
II. CONSTRUCCIÓN	II.a. Modificación de la capacidad de infiltración del suelo.	-	P	1
	II.b. Generación de emisiones a la atmósfera.	-	T	1
	II.c. Generación de ruido.	-	T	1
	II.d. Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.	-	T	1
	II.e. Generación de empleos.	+	T	1
	II.f. Incremento calidad de vida.	+	T	1
	II.g. Modificación de paisaje.	+/-	P	1
III. OPERACIÓN	III.a. Contaminación del suelo por residuos sólidos.	-	P	2
	III.b. Contaminación del acuífero por aguas residuales.	-	P	2
	III.c. Modificación de la calidad de vida.	+	P	1
	III.d. Incremento en la demanda de servicios.	+	P	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 35.87% del área del proyecto.

La preparación del sitio, que consistirá en el retiro de vegetación herbácea y arbustiva en una superficie que representa el 35.87% 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. Actualmente el predio cuenta con el 97% de cobertura de vegetación, con la implementación del proyecto se tendrá una afectación adicional del 33%, por lo que la superficie total de vegetación forestal del predio será del 64%

**Tabla 40 Comparativo entre situación actual y condiciones con el proyecto.**

CONCEPTO	ACTUAL		CONDICIONES CON EL PROYECTO	
	Superficie (m <sup>2</sup> )	%	Superficie (m <sup>2</sup> )	%
VEGETACIÓN FORESTAL	2,061.25	97%	1,362.76	64%
AFECTACIÓN	63.75	3%	762.24	36%
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>	<b>2,125.00</b>	<b>100%</b>	<b>2,125.00</b>	<b>100%</b>

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 habitado la Casa Unifamiliar, 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 frente 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 35.87% de la superficie total del predio y se pretende integrar al paisaje mantenimiento áreas con vegetación alrededor de las construcciones.

En el sitio se identificaron tres especies silvestres catalogadas, una de flora (*Thrinax radiata*), para lo cual el diseño del proyecto se ha ajustado ubicando las construcciones fuera del sitio donde se identificó la mayor presencia de esta especie, para los sitios donde fueron identificados ejemplares dispersos se realizarán acciones de protección (rescate y reubicación), y adicionalmente se propone como medida de compensación la reforestación con individuos de *Thrinax radiata* en las áreas verdes ornamentales y de conservación esto tendrá el objeto de promover la conservación de la población de dicha especie en el área de influencia.

En el caso de la especie de fauna silvestre, corresponde a un pequeño reptil, el cual está adaptado a zonas antropogenizadas y es común verlo en áreas urbanas, por lo que con la implementación de un reglamento de construcción, concientizando al personal a prevenir su afectación directa durante la construcción, así como a los usuarios de la villa o casa, se estima se pueda prevenir su afectación directa, considerando a largo plazo se mantendrá poco más del 60% de la superficie del proyecto como

zona de conservación, que corresponde a hábitat disponible para esta especie. También para las 2 aves, el mantenimiento de las áreas de conservación, permitirá el mantenimiento de hábitat disponible durante la etapa de operación; en la etapa de construcción se verán afectadas, sin embargo en el sistema ambiental hay 4.6 ha con vegetación similar de duna costera, lo cual permitirá ser su hábitat y refugio de manera temporal.

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.

La implementación del proyecto generará un cambio en el paisaje como consecuencia de la superficie que será construida (35.87%), manteniendo el **64.13% como áreas de conservación**.

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.

### Identificación de los efectos en el sistema ambiental.

Una vez analizadas las actividades a realizar durante cada una de las etapas del proyecto, se identificaron los factores ambientales susceptibles a ser afectados, a continuación se presenta una tabla donde se identifican dichos efectos y posteriormente se describen los efectos que pudiera tener la ejecución del proyecto:

Tabla 41 Identificación de efectos en el sistema ambiental.

MEDIO	FACTOR	EFFECTOS
FÍSICO	Aire	Disminución de la calidad del aire
		Incremento de ruido en la zona
	Suelo	Pérdida de suelo.
		Contaminación por residuos sólidos.
BIOLÓGICO	Vegetación	Pérdida de cobertura vegetal en el 33% del predio.
		Perdida de 33% de la vegetación forestal presente en el sitio.
		Conservación del 64.13% del área con vegetación.
		Enriquecimiento de áreas verdes biodiversidad florística.
	Fauna	Disminución del hábitat para fauna silvestre.
SOCIOECONÓMICO	Población	Generación de empleos temporales y permanentes.
	Servicios	Incremento de la demanda de servicios
	Actividades económicas	Incremento en la oferta de productos.
	Paisaje	Modificación del paisaje

### V.4 Conclusiones.

De acuerdo a la evaluación de los impactos ambientales, utilizando los métodos presentados, la ejecución del proyecto no lleva consigo la generación de impactos ambientales severos, sino que son negativos pero de magnitud mínima, (el 60% de los impactos son negativos, el 60% son permanentes y el 85% son de magnitud mínima).

Esto es, debido a que desde la conceptualización del proyecto, se han considerado criterios de regulación ecológica, tanto normativos como de carácter voluntario, ya que como se presentó en el apartado de objetivos, la ejecución del proyecto persigue el mantenimiento del paisaje natural del sitio para su uso no extractivo y gozo. El proyecto no implica un desarrollo o modificación importante del ecosistema, debido a que consiste simplemente en la construcción de una vivienda unifamiliar y su vivienda a largo plazo.

Con la ventaja de tener una extensión de terreno bastante mayor que la requerida para la construcción de una vivienda unifamiliar, el promovente únicamente requerirá la remoción y afectación de una superficie menor del **38%** de la superficie total del proyecto, lo cual es aceptable considerando la superficie máxima de construcción en el área de acuerdo al análisis de capacidad de carga ambiental.

Es por eso, que la pérdida de vegetación que ocasionará el proyecto, lo cual es un impacto relevante, en este caso es aceptable debido a que como medida de compensación se mantendrá vegetación a largo plazo de casi el doble de la superficie que será removida.

En el caso de la posible contaminación del agua y del suelo, derivado tanto de las actividades de construcción (temporales), como de la operación del proyecto (permanente), aun cuando es otro impacto relevante, se considera aceptable siempre y cuando se implementen las medidas de prevención y mitigación, como son la separación de residuos, su acopio temporal y traslado fuera del sitio, el uso de letrinas portátiles y la instalación y operación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales. Asimismo, nuevamente se hace hincapié que el pequeño volumen de generación de residuos (derivados de 1 vivienda unifamiliar), así como sus características (sólidos urbanos, no peligrosos), no representan un riesgo ambiental importante en el ecosistema.

El sitio del proyecto, se encuentra en un ecosistema costero, donde una de las principales problemáticas, como se ha mencionó en el capítulo de caracterización ambiental, es la erosión de la playa y la afectación de la primera duna costera, que funge como barrera protectora contra la erosión eólica, así como hábitat de fauna silvestre (pequeños reptiles y aves); el proyecto se ha diseñado de tal manera que se evite y reduzca al mínimo la afectación precisamente a la primera duna costera, ubicando el proyecto detrás de esta y estableciendo un único sendero serpenteado hacia la playa.

La afectación a una especie de flora y una de fauna silvestre bajo protección, es otro de los impactos relevantes del proyecto, sin embargo estos son aceptables, en el sentido que se implementarán acciones de prevención (designar áreas de conservación), mitigación (rescate y reubicación), y compensación (reforestación).

El proyecto se ha diseñado considerando las condiciones ambientales del sitio, de tal manera que se mantenga la conectividad de la vegetación con los predios colindantes, el mantenimiento poco más del 60% de vegetación dentro del predio, además de permitir la integración de la infraestructura al paisaje actual, se mantendrá de manera permanente un hábitat disponible para la fauna silvestre de la zona, así como se mantiene la diversidad de flora silvestre.

## CAPÍTULO VI

### VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, sólo puede autorizarse por excepción, es decir, si no se compromete la biodiversidad, no provoca la erosión de los suelos, no afecta la calidad del agua o la disminución en su captación y que los usos alternativos propuestos serán más productivos a largo plazo. En esta sección se integran argumentos técnicos adicionales a los que ya han sido plasmados en otras secciones del documento, que permiten demostrar que dichos requerimientos se cumplen.

- a) La vegetación presente en el área del proyecto se encuentra en buenas condiciones de conservación, sin embargo, se observa que es fuertemente impactada por condiciones de tensión ambiental de origen natural.
- b) Por forma de vida, podemos decir que los elementos más abundantes son las hierbas, le siguen los arbustos en cantidades similares están los árboles y las palmas.
- c) La superficie propuesta para cambio de uso de suelo en su totalidad corresponde a vegetación de duna costera.
- d) Deberán aplicarse acciones integradas en un Programa de Rescate y Flora y Fauna Silvestre diseñado ex profeso para el proyecto.
- e) La biodiversidad que existe en el área del proyecto es reflejo de la existente en la **UGA HUN06-AP1-R**.
- f) Proporcionalmente hablando, existe una muy reducida representación de las especies de registradas en el área del proyecto (34 flora y 9 fauna), con respecto a la reconocida para el Estado de Yucatán (105 flora) y aún menor para la Península de Yucatán (226 flora y 552 de fauna).
- g) Se espera un efecto reducido y no significativo sobre la riqueza de flora y fauna del sistema ambiental.
- h) Del total de las especies de flora registradas en el predio, solo se encontró una especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría de Amenazada, que corresponde a la palma ch'it (*Thrinax radiata*).
- i) Del total de las especies de fauna registradas en el predio, se encuentran 3 enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de amenazada.
- j) Si bien se verificó una escasa presencia de especies de flora y fauna silvestre listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área de estudio, para la evaluación del proyecto es indispensable considerar los tipos de rareza biológica que existen (Ezcurra, 1990; Halffter y Ezcurra, 1992; Sosa-Escalante, 2000):
  - a) Rareza biogeográfica: Existen especies que sólo habitan en regiones muy específicas, formando endemismos biogeográficos muy particulares.
  - b) Rareza de hábitat: Existen especies que son muy específicas al hábitat, pero no son endémicas a nivel biogeográfico. Este grupo está formado por especies de hábitat restringido (estenoecas).

- c) Rareza demográfica: Existen especies que presentan densidades bajas de forma natural en toda su área de distribución, aunque ésta sea amplia y sin asociación a hábitats específicos.

En este sentido, se observaron en el área de estudio especies con algún tipo de rareza biológica, aun tomando en consideración a las especies endémicas de distribución natural en la Península de Yucatán. Por tanto, las especies observadas en el área de estudio, presentan amplios intervalos de distribución y sus poblaciones tienen una elevada y/o constante frecuencia de registro, razón por la cual la probabilidad de que se documenten en dos sitios diferentes del Estado de Yucatán y aún de la Península de Yucatán, es realmente elevada. Tales características demográficas de las especies listadas en el presente proyecto, nos garantiza que no se pone en riesgo la conservación de la diversidad biológica en el área del estudio.

- a) Las especies de flora y fauna registradas, no presentan algún tipo de rareza biológica. Algunas de las cuales se distribuyen ampliamente en una gran variedad de hábitats naturales del Estado de Yucatán y la Península del mismo nombre.
- b) Si bien se presentan especies restringidas a un hábitat específico, todas tienen intervalos de distribución amplios, es decir, las especies registradas en el área del proyecto, también están presentes en amplias regiones del Estado y la Península de Yucatán.
- c) El cambio de uso de suelo no se realizará sobre una comunidad vegetal única, en riesgo, relicto o poco representada en la Península de Yucatán y el Estado de Yucatán.

### Captación y calidad del agua

- a) La captación de agua de lluvia no será afectada significativamente, debido a que la infiltración al acuífero se mantiene en 3,983.62 m<sup>2</sup> permeables cubiertas con un suelo de textura arenosa.
- b) Se calcula que el estado de Yucatán presenta una disponibilidad de agua superficial de 3.25 km<sup>3</sup> y de agua subterránea de 31.053 km<sup>3</sup>, en tanto que su extracción es de apenas 0.126 km<sup>3</sup> para el agua superficial y de 1.182 para el agua subterránea; asimismo, se estima una recarga media anual del acuífero de 9,500 Mm<sup>3</sup>; en consecuencia, este recurso puede considerarse como abundante. Por lo tanto, el almacenamiento del acuífero es más que suficiente para abastecer las necesidades de la fase constructiva del proyecto sin causar un déficit debido al volumen de agua que se utilizará durante la misma, y por lo tanto, no existirá ningún efecto sobre la interfase salina.
- c) No se comprometerá la calidad del agua con respecto a la que existe de forma disponible en el sistema ambiental, en la región hidrológica Yucatán Norte, en la cuenca Yucatán 32-B y en toda la Península de Yucatán

### Suelos

- a) Se mantendrán muy bajos los niveles de contaminación antropogénica durante la fase de preparación del sitio y construcción del proyecto habitacional; esto es debido a que se implementarán de manera estricta las medidas de prevención y mitigación propuestas en el presente documento.
- b) Se llevarán a la práctica todas las acciones que contempla el Programa de Manejo Integral de Residuos diseñado especialmente para el proyecto.
- c) No se verán afectados significativamente los procesos de formación de suelos.
- d) Los procesos de degradación de los suelos de Yucatán se consideran, moderados, ligeros y estables en más del 98% del territorio; en tanto que el factor de deterioro dominante, es la degradación química (pérdida de fertilidad), en casi el 69% del territorio estatal; le sigue la

degradación física en casi el 13% del estado, el cual, prácticamente en su totalidad se refiere a la compactación del suelo por el ganado y la maquinaria pesada y solo el 4% se refiere a las áreas cubiertas por concreto o asfalto (que este sería parcialmente nuestro el caso). Asimismo, no se generarán procesos de pérdida de suelo por erosión eólica o hídrica, dado que no existen pendientes que generen corrientes superficiales que a la vez arrastren sedimentos; ni tampoco se presentan fuertes vientos de manera regular, que ocasionen tolvaneras.

En conclusión, se ejecutarán una serie mecanismos preventivos que favorecerán la conservación de la biodiversidad, la conservación de los suelos y el agua (calidad y cantidad), entre los que destacan:

- a) *Ejecución de un programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.*
- b) *Implementación de un programa de reforestación.*
- c) *Realización de un programa de manejo integral de residuos.*
- d) *Establecimiento de un sistema colector de aguas residuales durante las fases de preparación, construcción y ejecución del proyecto.*

Análisis de la biodiversidad del predio contra la biodiversidad del ecosistema, en el sentido de la protección de la biodiversidad, protección y recuperación de suelos, provisión de agua en calidad y cantidad.

Considerando los servicios ambientales del sitio del proyecto, se realiza el análisis de la ejecución del proyecto:

- ***Amortiguamiento de fenómenos naturales***

El sistema de dunas constituye un área natural de amortiguamiento contra el oleaje de tormenta y con frecuencia es utilización como un método no estructural para la protección costera, por lo que mantenimiento un área de amortiguamiento más estable se previene la erosión.

Se recomienda que las construcciones sean realizadas 5 metros tierras adentro desde la cresta de la primera duna, de esta forma la duna puede mantener sus funciones naturalmente, erosionándose y depositándose estacionalmente. El área del proyecto cuenta con una franja de 48 metros de duna costera, la cual será mantenida. La afectación a la primera duna costera es de 0%.

El cambio de uso de suelo no afectará el servicio ambiental que actualmente proporciona la primera duna costera.

- ***Protección de la biodiversidad***

La vegetación del proyecto es hábitat de 9 especies de aves y de 2 reptiles, así como aloja 34 especies de flora silvestre. Se identificaron 3 especies de fauna protegida y 1 especie de flora protegida. La biodiversidad obtenida en el sitio es alta.

La afectación al 33% del área del proyecto ocasionará la reducción de hábitat para fauna silvestre, así como la perturbación de las poblaciones.

Se estima la presencia de 3,009 individuos de flora, de los cuales 1,075 serán removidos, sin embargo se realizará el rescate y reubicación de los 15 ejemplares de *Thrinax radiata*, que se estima se encuentren dentro del área del proyecto.

La afectación se considera baja, debido a que se designará el **64.13%** del área del proyecto a largo plazo como conservación de la vegetación y del hábitat, y considerando que la mayor parte del área de conservación se encuentra en la parte sur del predio, que se encuentra aislada del proyecto y donde no habrá ni construcción ni actividad antropogénicas, se considera una acción favorable para el desarrollo

y permanencia de las especies de fauna silvestre y de vegetación. (Este proyecto únicamente considera la remoción del **35.87%** de la vegetación y designar **64.13%** como conservación, el resto del área podría ser sujeto a desarrollo, previo a su evaluación y autorización).

Se realizará el rescate y reubicación de los ejemplares de flora protegida, así como se implementará un programa de reforestación para enriquecimiento del sitio con esta especie y otras especies nativas, reportadas como hábitat y alimento de fauna silvestre. El área donde se identificó vegetación de manglar será mantenida, sin afectación.

El mantener un área compacta a largo plazo del **64.13%** del área del proyecto, proporciona hábitat disponible para las especies de fauna silvestre.

El impacto ambiental por el “no uso” del ecosistema, implica también un riesgo de degradación ambiental, por riesgo a incendio, acumulación de residuos sólidos inadecuados y contaminación del suelo y agua, la tala y cacería ilegal entre otros. Al implementar el proyecto, los usuarios tendrán entre sus responsabilidades y obligaciones la vigilancia y protección del sitio contra incendios, y las demás actividades mencionadas.

- ***Protección y recuperación de suelo***

Para la valoración de este servicio ambiental, se mide por el término de toneladas perdido de suelo y los desechos sólidos. Se estima el costo de la degradación a través de los costos en que se incurre para evitar o restablecer el deterioro. El costo de la restauración ambiental de ecosistemas, es de \$18,363.30 para duna costera. Por lo tanto, al tener esta propiedad una superficie de 0.2125 hectáreas, los costos por este rubro ascenderían a \$1,399.73 y el costo por el área sujeta a cambio de uso de suelo sería de \$3,902.21.

El grado de afectación es Bajo, debido a que únicamente se afectará al 36% de la superficie del suelo y se implementarán acciones de prevención y mitigación (conservación de barrera de protección eólica, manejo adecuado de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales).

- ***Provisión de agua en calidad y cantidad***

La deforestación de bosques y selvas trae consigo efectos negativos para las cuencas hidrológicas, provocando aumentos en la erosión, cambios en los flujos hidrológicos y reducción en la recarga de acuíferos. Los costos de prevención o reparación de los daños causados por su pérdida o alteración, nos ofrecen una aproximación del valor de las funciones ecológicas que los bosques y selvas proporcionan.

El costo por el tratamiento de agua sería de 160 dólares por hectárea, y el costo para evitar la salinización generada por la deforestación se encontraría alrededor de los 50 dólares por hectárea (cit. en UAES, 1997). En el sitio del proyecto la reducción a la infiltración de agua, se reduce en un 36% de la superficie del predio, manteniendo el 64% disponible de manera permanente y a largo plazo para la infiltración natural. Se estiman generar descargas de aguas residuales, pero estas recibirán un tratamiento.

Considerando los valores, el costo por tratamiento de agua para el sitio del proyecto es de \$221.84 para el predio y de \$618.46 para el área de cambio de uso de suelo. Los costos para evitar la salinización son de \$193.27 para el predio y de \$69.33 para el área de cambio de uso de suelo.

El grado de afectación es Bajo, debido a que se mantendrá el 64% de la superficie disponible para este servicio, y se implementarán acciones de prevención y mitigación (tratamiento de aguas residuales y no pavimentación de caminos).

## VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS QUE SERÁN MANTENIDOS A LARGO PLAZO CON LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Es importante mencionar, que con la ejecución del proyecto, se mantendrán a largo plazo tanto bienes y servicios forestales como ambientales, debido a que se refiere a un proyecto de bajo impacto, consistente en la construcción de una vivienda unifamiliar, que ocasionará la construcción de 36% de la superficie del proyecto, que no generará contaminación significativa, y el grado de afectación al ecosistema y especies será bajo, y como medida de compensación ambiental, mantendrá a largo plazo y de manera permanente áreas de conservación de la vegetación, para hábitat de fauna silvestre, mantenimiento de la biodiversidad, así como las funciones ecológicas del área donde se encuentra (como es la barrera de protección eólica).

A continuación, se presenta un cuadro resumen, donde se identifican aquellos bienes y/o servicios que serán mantenidos sin afectación o con baja afectación, así como su valor económico estimado:

**Tabla 42 Resumen de bienes y servicios que se consideran mantener a largo plazo.**

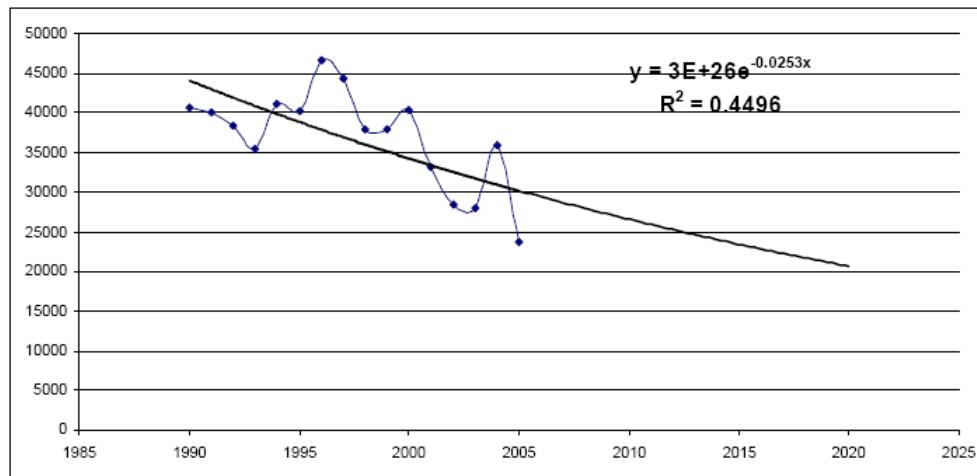
CLASE DE VALORES	BIEN O SERVICIO	DESCRIPCIÓN	CUANTIFICACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR A MANTENER A LARGO PLAZO (\$)
USO	Productos maderables: leña.	Volumen leñoso disponible en las áreas de conservación	1,028.85	m3	\$ 37,251.82
USO	Plantas ornamentales	No. De plantas con potencial de ornato mantenidas	3,868.00	plantas	13,258.00
USO	Especies de fauna silvestre	No. De individuos con hábitat disponible	35.00	individuos	7,550.00
USO	Hábitat crítico de especies protegidas.	Superficie de hábitat crítico de especies (has.)	0.14	has.	\$ 2.11
USO	Prevención erosión costera	Metros lineales de protección de erosión	18.60	metros lineales	145,080.00
USO	Belleza paisajística	Superficie con belleza paisajística disponible (ha)	0.21	has.	38.25
USO	Recreación	Superficie disponible para recreación	0.14	has.	69,260.25
USO	Provisión de agua y calidad	Superficie disponible para provisión de agua y calidad (costo de tratamiento y restauración)	0.14	has.	520.56
NO USO	Biodiversidad	Superficie con habitat disponible para plantas y animales (ha)	0.14	has.	24.53
NO USO	Estéticos	Superficie disponible con belleza paisajística	0.14	has.	2,502.48
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 275,488.00</b>

Con esta serie de argumentos, los cuales deberán convertirse en acciones con resultados medibles y comprobables, se justifica con planteamientos técnicos y científicos que la afectación de la biodiversidad, suelo y agua (calidad y cantidad) por efecto de la remoción de la vegetación forestal para destinar el terreno a un uso habitacional, es admisible y compatible con los instrumentos de planeación del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY).

Adicionalmente, las medidas de prevención y mitigación que se proponen constituyen por sí mismas, un elemento adicional que nos demuestra que el cambio de uso de suelo forestal se ubica en las hipótesis de excepcionalidad previstas en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

## Factores socioeconómicos

En los últimos lustros la actividad pesquera en el litoral yucateco ha presentado una marcada tendencia a la reducción de las capturas, como puede observarse en el siguiente gráfico.

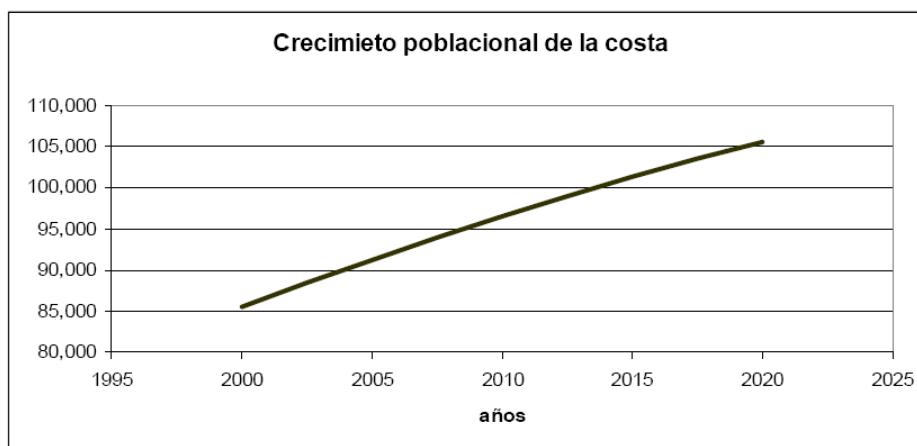


**Figura 29 Captura total en toneladas de las principales especies en el estado de Yucatán 1990-2020  
(Incluye la captura sin registro oficial) y tendencia.**

La situación en el mediano plazo tiende a empeorar de forma paulatina, ya que se espera que:

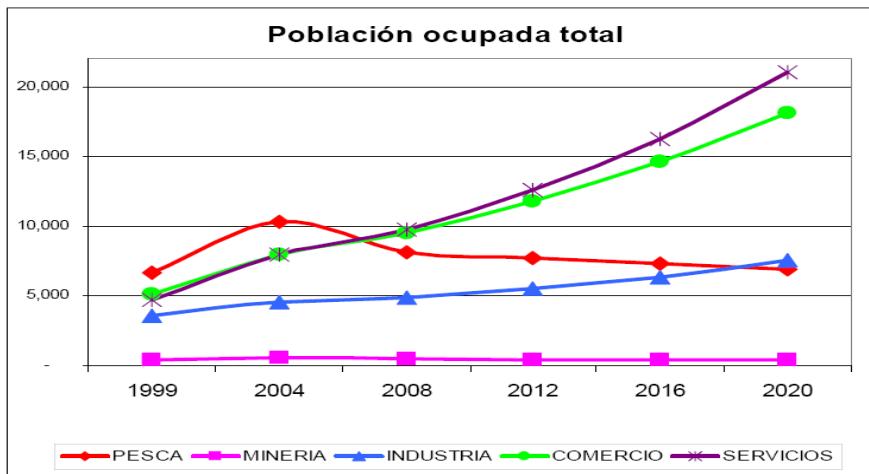
- El volumen de captura en los próximos 5 años difícilmente sobrepasará las 25 mil toneladas anuales con valores promedio menores.
- La línea de tendencia de los últimos 30 años sugiere una paulatina disminución de las capturas hasta valores cercanos a las 20 mil toneladas en el año 2020.

En tanto que la población total de los trece municipios costeros que en 2005 era de 88,181 habitantes, se incrementaría casi un 20% en los próximos 15 años (2020) alcanzando los 105,510 habitantes, este crecimiento de la población impacta directamente sobre la Isla de Barrera.



**Figura 30 Crecimiento de la población y su tendencia hasta el año 2020.**

El sector servicios turísticos continúa siendo el más dinámico de los sectores económicos de la zona costera, tal como lo muestra el mayor crecimiento relativo del empleo, valor agregado e inversión en los próximos años.



**Figura 31 Tendencia de la población ocupada total en la zona costera de Yucatán.**

A pesar de se trata de un proyecto de tipo habitacional, con una inversión de \$1,300,000, tiene la doble virtud de que además de generar 25 empleos temporales durante su etapa constructiva, y 4 permanentes una vez que haya entrado en operación, se espera que tendrá un bajo consumo de bienes y servicios tales como agua potable y energía eléctrica, así como una escasa generación de desechos, dado que no es de ocupación permanente por el tipo de población al que va dirigido. Esto genera una situación deseable, ya que por un lado tiene un bajo impacto sobre los recursos de la zona y por el otro se constituye una fuente empleo para la población local.

En resumen podemos decir que un proyecto de estas características, si bien hace uso de los recursos naturales y el territorio de este municipio, es viable siempre y cuando se aplique la normativa vigente y se ejecuten con las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales; incrementándose las tasas de actividad económica y contribuyendo a la disminución de los índices de marginación que dan cuenta de los grandes rezagos que aún subsisten.

Asimismo, bajo el supuesto que la superficie solicitada para cambio de uso de suelo entrara al sistema de pago de servicios ambientales de forma simultánea en dos modalidades que aplica la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), tal como la captación de agua (\$2,108.00 pesos/ha/5 años) y mantenimiento de la biodiversidad (\$2,313.00 pesos/ha/5 años), en total se tendría un monto de \$4,421.00 pesos/ha en 5 años y \$26,526.00 pesos/ha en 30 años. Si consideramos que la superficie solicitada para el cambio de uso del suelo es de 0.0762 ha, nos arrojarían un valor aproximado de \$336.99 pesos en un período de 5 y de hasta \$2,021.92 en un periodo 30 años, respectivamente.

Asimismo, en estudios técnicos forestales realizados en el estado de Quintana Roo se ha estimado un valor de \$125.00 pesos/ha por concepto de captación y almacenamiento de CO<sub>2</sub>; si se considera que el cambio de uso de suelo solicitado es de una superficie de 0.0762 ha, el monto monetario resultante es irrisorio, incluso considerando largos períodos de tiempo, por ejemplo, 100 años (\$9.53), es evidente que aún falta la aplicación de mejores métodos para realizar este tipo de estimaciones.

Además, si tomamos en consideración que con la vegetación y el material celulósico que se ubican dentro de la superficie que eventualmente estaría sujeta a cambio de uso de suelo, o aún en la totalidad del predio, no es posible garantizar una producción de biomasa sostenida en cantidades suficientes para que sea redituable económicamente, debido a la naturaleza propia de la vegetación de duna costera y

al tamaño de la superficie en cuestión. Por lo tanto es de prever que el uso propuesto, que implica una inversión que contribuye a la creación de fuentes de empleo, es un uso de suelo mucho más productivo que el uso actual.

Se considera que es admisible el supuesto establecido en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable relativo a que los usos alternativos del suelo propuestos serán más productivos a largo plazo.

## CAPÍTULO VII

### MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES

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 afectos 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.

#### VII.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Tabla 43 Descripción de las medidas preventivas y de mitigación.

ETAPA	IMPACTO	MEDIDAS
I. PREPARACIÓN DEL SITIO	I.a. Remoción de vegetación secundaria duna costera.	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 frente del litoral.
	I.c. Modificación del escenario actual.	La remoción de vegetación se realizará de manera manual, estando prohibido el uso de agroquímicos, herbicidas o fuego.
	I.b. Generación de empleos.	Se favorecerá la contratación de personal local capacitado para realizar los trabajos.
	I.d. Afectación a vegetación secundaria.	Previo al desmonte, se delimitará físicamente el área de conservación al norte, para evitar su afectación durante las actividades de construcción. Se mantendrá el 64.13% del área como zona de conservación, como hábitat de fauna silvestre.
	I.e. Afectación de una especie de flora catalogada.	Previo al desmonte, se delimitará físicamente el área de afectación y se realizará el rescate de todos aquellos individuos de <i>Thrinax radiata</i> , los cuales serán reubicados dentro del área de conservación. Se enriquecerán las áreas de conservación con siembra de <i>Thrinax radiata</i> . Las especificaciones se detallan posteriormente.
	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. CONSTRUCCIÓN		

ETAPA	IMPACTO	MEDIDAS
II. CONSTRUCCIÓN	II.b. Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.	<p>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.</p> <p>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.</p>
	II.c. Contaminación del agua subterránea por descargas de aguas residuales sin tratamiento.	<p>Se instalará una letrina portátil en el sitio para el servicio del personal de trabajo.</p> <p>Se contratará a una empresa especializada para la recolección de las aguas residuales.</p> <p>Se verificará que se le dé el mantenimiento adecuado a las letrinas.</p>
	II.d. Generación de empleos.	<p>Se favorecerá la contratación de personal local capacitado para realizar los trabajos.</p>
	II.f. Modificación de paisaje.	<p>Se llevarán a cabo diariamente actividades de limpieza.</p> <p>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.</p>
III. OPERACIÓN	III.a. Contaminación del suelo por residuos sólidos.	<p>Los residuos sólidos generados, serán dispuestos en contenedores con tapa, y clasificados (orgánicos, inorgánicos y sanitarios).</p> <p>Se favorecerá la separación de los residuos para que aquellos que puedan ser reutilizados o reciclados, sean enviados y/o vendidos a un centro de acopio, con el fin de minimizar el impacto ambiental producto de la generación de residuos sólidos en el municipio.</p>
	III.b. Contaminación del acuífero por aguas residuales sin tratamiento.	<p>Se verificará periódicamente el funcionamiento adecuado de la fosa séptica.</p> <p>Se le dará mantenimiento periódico con la limpieza y retiro de los lodos generados por una empresa autorizada.</p>
	III.e. Mantenimiento de áreas de conservación.	<p>Se destinará un área de <b>1,362.76 m<sup>2</sup></b>, que corresponde al <b>64.13%</b> del área del proyecto como zona de conservación de la duna costera.</p> <p>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).</p> <p>Se delimitará el camino de acceso vehicular, para evitar afectaciones a la vegetación que sea sembrada.</p> <p>Se le dará el mantenimiento permanente a las áreas de conservación.</p>

## MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN:

### MEDIDA; Reforestación de las áreas 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 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.

#### ANTECEDENTES

El área del proyecto presenta vegetación secundaria de matorral de duna costero en diferentes estados de conservación, predominando especies herbáceas propias de la zona de pioneras de la duna costera, y especies arbustivas en la parte sur del predio.

Como medida de mitigación se propone mantener áreas de conservación en la parte que se encuentra al frente de litoral (una franja de 48 m. por los 18 m. de frente), para la continuidad con la vegetación de la primera duna costera y mantener la vegetación al sur del predio, donde esta presenta mejores condiciones de conservación, de manera que las construcciones se integren de manera armoniosa al paisaje costero de la zona. Esta medida también busca propiciar la continuidad de la vegetación con la presente en los predios vecinos y promover la movilidad de la fauna silvestre que se encuentra en el área de influencia del proyecto.

Se realizará la reforestación con especies propias del ecosistema costero y que estén reportadas como plantas que proveen alimento y refugio para las aves de la zona costera; y se considera la utilización de una especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de distribución natural en la zona, encontrando varios ejemplares dispersos en el sitio del proyecto.

#### DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- a) Ubicación de las áreas a reforestar

Áreas de conservación 1 (Sur): se encuentra a un costado del camino, en la parte más alejada del área de construcción, al sur del predio donde la vegetación presenta mejores condiciones de desarrollo y donde se estima se tendrá mejor afectación por las actividades antropogénicas.

Áreas de conservación 2 (Norte): están concentradas en la parte norte del predio, colindando al norte con la franja de protección de duna costera donde se presenta vegetación en las áreas colindantes, para así favorecer la continuidad de la vegetación y la movilidad de la fauna silvestre. Corresponde a una franja de aproximadamente 48 m. de largo por los 18 m. de frente del predio.

Anexo a este documento se presenta un plano de las áreas de conservación.

- b) Nombre y cantidad de las especies a plantar.

Se utilizarán 4 especies para el enriquecimiento y reforestación de las áreas verdes, de las cuales todas están presentes actualmente en el área del predio, además de estar reportadas como plantas que proveen alimento a aves costeras o bien plantas representativas de la costa. Ninguna especie es introducida.

El número total de especies propuestas para la reforestación es de 70 individuos, distribuidos de la siguiente manera:

**Tabla 44 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>	Chelem	10
<i>Cordia sebestena</i>	Anacahuita	10
<i>Hymenocallis caribaea</i>	Sak lirio	30
<i>Trinax radiata</i> **	Ch'iit	20
<b>TOTAL</b>		<b>70</b>

\*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 45 Características de algunas de las especies de flora que serán utilizadas en la reforestación.**

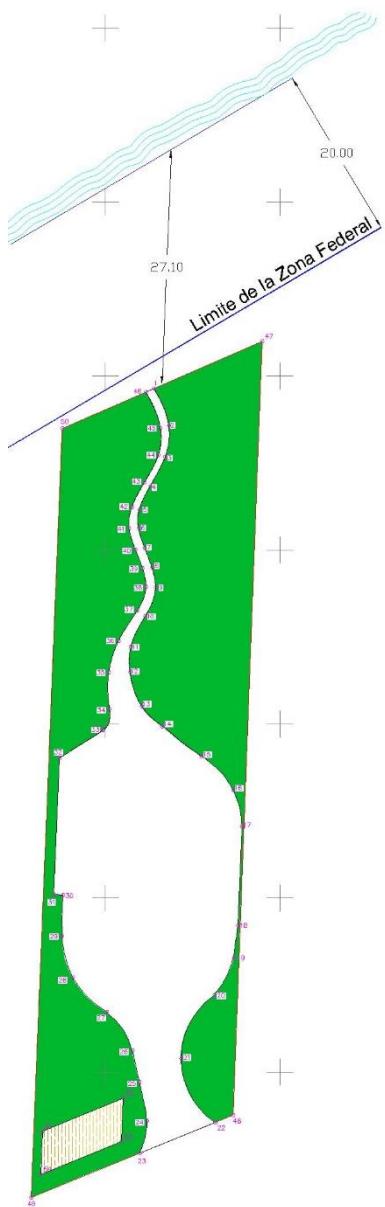
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CARACTERÍSTICAS	FORMA	PRESENTE	FAUNA	COSTA
<i>Trinax radiata</i>	Ch'iit	Los frutos son salvavidas de congregaciones de aves migratorias particularmente en la primavera.	Palma		x	x
<i>Hymenocallis caribaea</i>	Sak lirio	Las flores blancas visitadas por mariposas nocturnas, usada como ornamental.	Hr	x	x	x
<i>Cordia sebestena</i>	Anacahuita	Florece todo el año y sus flores son las favoritas de los colibríes, la reinita y bolseras.	Árbol		x	x

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

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

La superficie total que será reforestada y/o enriquecida corresponde a las áreas de conservación del proyecto que es de **1,362.76 m<sup>2</sup>**.

A continuación, se presentan las coordenadas y una imagen de ubicación:



**Figura 32 Ubicación de áreas de reforestación.**

**Tabla 46 Coordenadas del área de reforestación (conservación).**

CONSERVACIÓN 1 (lado este)			CONSERVACIÓN 2 (lado oeste)		
PV	COORDENADAS UTM		PV	COORDENADAS UTM	
	X	Y		X	Y
1	189505.5	2344838.6	23	189503.9	2344750.7
2	189507.2	2344834.3	24	189504.7	2344754.4
3	189506.8	2344830.7	25	189503.9	2344758.9
4	189505.1	2344827.4	26	189503.1	2344762.5
5	189503.9	2344824.6	27	189500.2	2344766.9
6	189503.8	2344822.5	28	189496.2	2344770.8
7	189504.5	2344820.2	29	189495.0	2344775.6
8	189505.3	2344818.0	30	189495.1	2344780.4
9	189505.7	2344815.7	31	189494.1	2344780.4
10	189504.5	2344812.4	32	189494.7	2344796.1
11	189502.9	2344808.9	33	189499.7	2344799.3
12	189502.8	2344806.0	34	189500.4	2344801.7
13	189504.1	2344802.1	35	189500.4	2344806.0
14	189506.5	2344799.8	36	189501.5	2344809.6
15	189511.0	2344796.3	37	189503.6	2344813.0
16	189514.7	2344792.4	38	189504.6	2344815.8
17	189515.6	2344788.3	39	189504.2	2344817.9
18	189515.2	2344776.8	40	189503.4	2344820.1
19	189514.7	2344773.1	41	189502.7	2344822.5
20	189512.5	2344768.9	42	189503.0	2344825.0
21	189508.6	2344761.6	43	189504.5	2344827.8
22	189512.6	2344754.2	44	189506.1	2344831.0
48	189514.6	2344755.0	45	189506.3	2344834.1
47	189518.0	2344844.0	46	189504.6	2344838.2
			50	189495.0	2344834.0
			49	189491.5	2344745.6

Anexo a este documento se presenta un plano de las áreas de conservación, y sus respectivas coordenadas de ubicación.

d) 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 librarse de 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**.

**MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN:** Rescate de ejemplares de especie de flora catalogada.

- a) Impactos a los que va dirigido.

Afectación a una especie protegida.

- b) Objetivos

**General**

El objetivo principal del Programa de Recate y Reubicación de especies de flora, es mitigar el impacto de la construcción del proyecto en la vegetación y contribuir a la conservación de una especie de flora bajo algún estatus de protección propias de la duna costera.

**Objetivos particulares**

1. Rescate y reubicación dentro del predio, de los individuos de la única especie protegida que se encuentra en las áreas a afectar por la construcción.
2. Lograr y mantener un alto índice de sobrevivencia de trasplante.
3. Establecer un programa de monitoreo ambiental con la finalidad de garantizar la supervivencia de la vegetación y tomar acciones correctivas en caso de desviaciones.

- c) Selección de especies

La especie considerada a **rescatar** en el predio a través del presente programa, corresponde la única especie identificada en el predio que se encuentran bajo estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010:

**Tabla 47 Especie a rescatar en el área de afectación.**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NO. INDIVIDUOS A RESCATAR
PALMAE	<i>Thrinax radiata</i>	15

- d) Número de individuos a rescatar

La superficie total del predio es de **2,125.00 m<sup>2</sup>**, de la cual se estima que el proyecto tenga una afectación (cambio de uso de suelo) total de 35.87%, es decir 762.24 m<sup>2</sup>, se estima que el número de individuos totales que eventualmente removidos son 15; serán rescatadas y reubicadas el 100%.

Es importante mencionar, que en caso de identificar un número mayor de individuos de *Thrinax radiata* en el área específica de cambio de uso de suelo, serán rescatados y reubicados.

- e) Delimitación del lugar de reubicación de los individuos rescatados.

Se designará un sitio dentro de las áreas de conservación consideradas en el proyecto, donde se cuenten con características similares al hábitat de donde sean extraído los individuos de la especie objeto y ubicarlas preferentemente bajo sombra, puesto que generalmente se encuentran asociadas a otras especies.

El sitio seleccionado para la reubicación de los individuos rescatados, será la parte suroeste del predio, donde se mantendrá como área de conservación. Se anexa el plano del área de reubicación dentro del predio, así como sus coordenadas UTM.

**Tabla 48 Coordenadas del área de reubicación.**

PV	ÁREA DE REUBICACIÓN	
	COORDENADAS UTM	
	X	Y
51	189492.78	2344753.20
52	189502.04	2344756.98
53	189501.84	2344751.98
54	189492.58	2344748.21

f) Métodos.

- Rescate de especies bajo estatus.

A continuación se describen las actividades a realizar como rescate de la especie bajo protección que se encuentra dentro del predio y se sitúan en las áreas específicas de afectación del proyecto predio.

- Selección y extracción de plantas

#### Especies fijadas al suelo

Para las plantas fijadas en el suelo, se procederá a la selección y marcaje de los individuos que presenten las siguientes características:

- Tallas rescatables.
- Mejores características fisonómicas.
- Mayor desarrollo foliar.
- Tallo recto.
- Sin lesiones.
- Diámetro acorde a la talla.
- Libre de plagas y enfermedades.

Para la extracción de los individuos seleccionados se realizará un aclareo alrededor del ejemplar, posteriormente se procederá a humedecer abundantemente el sustrato del área radical y finalmente se realizará la extracción procurando obtener un cepellón que contenga gran parte de la zona radical.

- Traslado y reubicación en campo.

De manera general los individuos extraídos serán trasladados por medio de acarreo manual del sitio de rescate hasta el área donde serán trasplantados.

Durante la etapa de aclimatación y adaptación de los individuos en el área en la que fueron reubicados, se realizará aplicación de riego abundante. Posteriormente se mantendrán riegos de auxilio y control fitosanitario.

- Mantenimiento de plantas en el área de reubicación.

Las plantas a reubicarse en el área de conservación, estarán sometidas a las siguientes actividades:

- Riego de plantas.
- Orden y limpieza del sitio.

- Control fitosanitario.
- Monitoreo y supervisión.

La etapa de monitoreo consistirá en realizar visitas al sitio de trasplante. De manera general se contabilizará el total de las plantas, separando los individuos en plantas vivas y muertas, para obtener el porcentaje de plantas que sobreviven al trasplante.

- Resultados del rescate y reubicación

Se espera tener un índice al menos del 85% de sobrevivencia de las plantas rescatadas y reubicadas en el área de conservación.

#### g) PROGRAMA DE TRABAJO.

Las actividades de reubicación, iniciarán previamente a la construcción del proyecto, y se mantendrán hasta la conclusión de la obra civil, etapa crítica para la afectación de especies de flora.

**Tabla 49 Programa de trabajo del programa de rescate y reubicación.**

ACTIVIDAD	MESES																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Selección de recursos humanos y materiales.	x																								
Selección y extracción de plantas	x																								
Traslado y reubicación en campo	x																								
Mantenimiento	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Monitoreo y supervisión.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Reporte parcial												x													
Reporte final																									*

\* *El reporte final se entregará una vez finalizada las actividades de construcción, en caso de que la construcción finalice antes de los 24 meses, se podrá presentar anticipadamente el informe final.*

## VII.1 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el término Restauración Forestal se refiere a “*el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución*”.

Para volver a la condición en que se encontraba antes de la intervención, un predio afectado por el CUSTF deberá ejecutar un programa de restauración forestal, razón por la cual se presenta un ejercicio de lo que costaría rehabilitar una superficie equivalente al área solicitada para el cambio de uso de suelo, es decir 796.88 m<sup>2</sup>. Los montos calculados están en razón de las especies nativas de la región que deben usarse para este tipo de trabajos, así como por la condición actual de desarrollo de la vegetación secundaria que exista en dicho predio.

La estimación de los costos de restauración que se requieren para este proyecto se fundamenta en la capacidad de regeneración natural de la vegetación descrita en el capítulo V del presente documento.

### - Análisis de la estructura y funcionalidad del ecosistema

El enfoque contemporáneo sobre los cambios en la vegetación puede ser considerado como una visión “dinámica” ó “cinética” en la cual no hay premisa de estabilidad a largo plazo o la existencia de un punto final en la sucesión vegetal (Drury y Nisbet, 1973). En este esquema se incorporan los disturbios como un factor de gran importancia y se acepta el cambio continuo de la vegetación como una norma (Picket y White, 1985). Un gran número de estudios empíricos en las últimas décadas, apoyan la idea de que el proceso de sucesión vegetal en un área determinada puede seguir múltiples caminos (Drury y Nisbet, 1973; Connell y Slatyer, 1977, Miles, 1987).

El término gremio, se utiliza para definir a un grupo de especies que explota la misma clase de recursos de una manera similar, sin considerar la posición taxonómica (Root, 1967).

De esta forma, las plantas heliófitas o “pioneras” son aquellas que requieren un alto grado de iluminación para desarrollarse; las esciófitas o “no pioneras” son aquellas plantas tolerantes a la sombra en una primera fase de su desarrollo.

A su vez, el gremio de las plantas heliófitas se subdivide en efímeras y durables; las primeras lo integran aquellas especies que colonizan los claros en altas densidades, son de crecimiento rápido y ciclo de vida relativamente corto, en tanto que las heliófitas durables son especies de vida relativamente larga, con crecimientos entre rápido y regular que llegan a alcanzar grandes dimensiones.

El gremio de las esciófitas se subdividen en parciales, que son aquellas que se desarrollan en la sombra, pero que requieren de luz para pasar a su etapa final de desarrollo; las esciófitas totales crecen bajo la sombra y se regeneran en cualquier lugar bajo el dosel del bosque.

Finalmente las especies H/E ponen de manifiesto que ciertas especies pueden ser tolerantes tanto a condiciones de iluminación elevada como a la sombra. Y se trata de palmas que son sumamente resistentes a la mayoría de las perturbaciones naturales y humanas.

De acuerdo con Berger (1993), la regeneración natural ha ocurrido sin la intervención del hombre, siendo un proceso extremadamente lento e incierto para nuestros objetivos. Por lo cual, es necesario recurrir a las técnicas de restauración ecológica para acelerar este proceso y por lo tanto la recuperación del ecosistema, ya que reduce al mínimo el tiempo en que el sitio permanece expuesto a la erosión. Además, el rápido desarrollo de un dosel evita el crecimiento de los agresivos pastos exóticos que usualmente dominan las áreas perturbadas y que llegan a detener el proceso de sucesión vegetal.

Tomando en consideración que en la mayoría de los ambientes de duna costera se observan diferentes zonaciones vegetales, los cuales responden a distintos grados de colonización vegetal. Este comportamiento de la vegetación responde a diferencias microambientes en una misma duna, generados por condiciones físicas y climáticas cambiantes, como velocidad del viento, topografía del terreno, granulometría del suelo, salinidad, etc. Para establecerse en ambientes que la mayoría de las veces son permanentemente variables, las plantas pioneras deben tener una gran resistencia a la desecación y la capacidad para permanecer enterradas largos períodos de tiempo, etc.

En el proceso de sucesión vegetal, se pueden diferenciar dos grandes grupos: las pioneras y las de matorral. Las primeras se establecen en la zona de duna móvil, en la parte más cercana al mar y la forman especies herbáceas y arbustivas de poca altura, tolerantes a la salinidad, al movimiento de arena y a las mareas altas. En cambio, las segundas se establecen en la zona de dunas internas y fijas; con especies menos tolerantes a dichos factores ambientales pero también más adaptados a la competencia interespecífica donde dominan arbustos o árboles muy ramificados.

También se han descrito dunas con suelos que evolucionan hacia microambientes estables, generalmente en lugares protegidos como son las hondonadas donde las condiciones de los suelos van mejorando de manera paulatina, en un proceso de sucesional que culmina en selvas sumamente biodiversas, rodeadas por matorrales que se extienden hacia las laderas de la duna y pastizales en los puntos más alejados.

En resumen, podemos decir que en el proceso de estabilización de una duna costera existen dos momentos críticos. El primero se presenta en la colonización de un sustrato muy móvil (con baja capacidad de retención de agua, bajo en nutrientes y grandes fluctuaciones de temperatura) donde pocas especies pueden establecerse; el segundo se inicia una vez que las especies pioneras han logrado establecerse, ya que crea condiciones más propicias para el establecimiento de las especies del matorral, las cuales avanzan paulatinamente sobre las laderas de la duna.

Así las cosas, el paso inicial de la restauración debe ser la restitución del suelo, es decir, en caso de que se haya tendido una capa de material pétreo o cualquier tipo de recubrimiento para formar plataformas o vialidades, ésta debe ser retirada utilizando maquinaria pequeña para minimizar afectaciones al suelo, ya que es el elemento que determinará en última instancia la distribución, abundancia y composición de la vegetación, así como el grado de infiltración de agua hacia sus capas inferiores.

Una vez que se haya avanzado en la restauración del suelo y dadas las condiciones para que la vegetación cubra la totalidad del área a restaurar, se está en posibilidad de favorecer el proceso de sucesión secundaria y por lo tanto la inducción de especies herbáceas de rápido establecimiento y desarrollo bajo condiciones de disturbio (estrategia r), para lo cual es muy conveniente diversificar la siembra con especies tales como *Bidens pilosa*, *Flaveria linearis*, *Batis marítima*, *Scaevola plumieri*, *Commelina elegans*, *Ambrosia hispida* y *Canavalia rosea*.

Para este momento puede plantearse un escenario en el corto plazo, de uno a dos años, ya que para entonces el suelo se habrá cubierto con plantas herbáceas y pastos, debido a que se ha iniciado el proceso de sucesión secundaria, mismo que puede ser acelerado con la siembra de especies no-pioneras, tales como las que se presentan en el siguiente cuadro, las que además de ser muy adaptables, los frutos de algunas de ellas son alimento de aves.

**Tabla 50 Especies indicadas para el establecimiento de la duna costera.**

ESPECIES	FORMA BIOLÓGICA	SÍNDROME DE DISPERSIÓN
<i>Randia aculeata</i>	Arbustiva	Ornitócora
<i>Diphysa robinoides</i>	Arbórea	Anemócora
<i>Lantana camara</i>	Arbustiva	Ornitócora
<i>Jacquinia aurantiaca</i>	Arbustiva	Ornitócora
<i>Crotalaria incana</i>	Arbustiva	Balócora
<i>Opuntia stricta var. dillenii</i>	Arbustiva	Ornitócora
<i>Tecoma strans</i>	Arbustiva	Anemócora

En este escenario que va de dos a diez años, se lleva a cabo la regeneración de condiciones favorables de luz y humedad, situación que por sí misma habrá de favorecer la diversificación natural del sotobosque, lo que permitirá el regreso de especies de fauna silvestre que se alimenten y colaboren en la dispersión de ciertas especies. Por lo tanto, debe registrarse la presencia y anidamiento de aves y algunos mamíferos que toleran la perturbación.

El ambiente así restaurado admite un esquema de manejo dirigido a la recuperación de una estructura y funcionalidad semejantes al ensamble original. De esta forma, el poder alcanzar la comunidad clímax, deriva en una cuestión de tiempo, ya que las aves trasladan al sitio semillas obtenidas en otros lugares, el suelo recupera sus propiedades fisicoquímicas; paulatinamente, se incrementa el horizonte húmico que, a su vez, soporta una mayor carga biológica.

Así es como se establece el tercer escenario, de diez a quince años, basado en los procesos naturales de sucesión secundaria, se realizará la siembra de palmas como *Sabal yapa*, *Thrinax radiata* y de árboles como *Cordia sebestena*, *Pithecellobium keyense* y *Metopium brownei*. Se han reconocido como las especies más sobresalientes de esta comunidad vegetal a *Sesuvium portulacastrum*, *Suaeda linearis*, *Echites yucatanensis*, *Coccothrinax readii*, *Matelea yucatanensis*, *Exostema caribaeum* y *Spermacoce confusa*. A largo plazo se espera que los individuos reforestados de las especies arbustivas, hayan generado una parte del nuevo dosel con alturas que pueden llegar hasta los 7 metros.

Por lo tanto, si dichas condiciones se presentan en el escenario previsto a futuro, se considera que la ejecución de las labores de reforestación así como la realización periódica de labores de mantenimiento y vigilancia por un periodo de al menos 10 años, han cumplido con el objetivo de lograr la restauración de la porción del ecosistema forestal que resultó afectado. Ya que uno de los principales objetivos de la restauración de ecosistemas, es la recuperación de la diversidad vegetal, que a su vez mantiene la diversidad animal y toda una gama de interacciones biológicas.

Para la estimación de los costos de las actividades de restauración con motivo del eventual cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se realizará una estimación en función de lo que costaría la recuperación de la vegetación a una condición similar a la que presenta actualmente el predio, para lo cual se consideran los siguientes precios y trabajos de campo.

#### - Valoración económica

Para la estimación de los costos de las actividades de restauración forestal con motivo del eventual cambio de uso del suelo en terrenos forestales, determinados en función de lo que costaría la recuperación de la vegetación de duna costera, a una condición similar a la que presenta actualmente este predio.

Se recopilaron costos actualizados de servicios y productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Asimismo, la lista de actividades de restauración que presenta es enunciativa más no limitativa, ya que se han tomado en cuenta las actividades principales para llevar a cabo la restauración, las cuales a continuación se enlistan y desglosan:

- *Limpieza o deshierbe*
- *Apertura de cepas*
- *Compra de planta*
- *Transporte*
- *Reforestación*
- *Mantenimiento del área restaurada*
- *Chapeo de malezas*
- *Reposición de plantas (replante)*
- *Monitoreo*
- *Asistencia Técnica*

### **Limpieza o Deshierbe**

Los trabajos de deshierbe del área a restaurar se realiza con la ayuda de herramientas como azadón, coa, hacha o machete, entre otras. De esta forma sólo se trabaja el área donde se colocará la planta, evitando afectaciones innecesarias.

### **Apertura de cepas**

Consiste en hacer un hoyo de dimensiones variables según la calidad del terreno, puede ser cúbico o cilíndrico, generalmente de 30 x 30 x 30 cm. Aunque esto varía de acuerdo a la calidad del terreno. La forma de hacer la cepa es la siguiente:

- 1) Se abre un hoyo de las dimensiones deseadas con ayuda de una pala. En sitios con suelos muy compactados se tendrá que auxiliar con pico o barreta.
- 2) La tierra que se extraiga de la cepa se amontona a un lado de ésta, para permitir su oreado, así como el de las paredes de la cepa.

### **Transporte**

Previo a la movilización de las plantas al sitio de reforestación, éstas serán sometidas a un riego ligero, para evitar su deshidratación. Durante su carga y descarga, se amarrarán las puntas de las hojas evitando daños mecánicos, en el caso de individuos con alturas mayores a los 30 cm que presenten tallos relativamente frágiles, deberán ser atados a una vara de madera (tutor) para evitar el daño del tallo.

### **Reforestación**

Consiste en la siembra de las plantas forestales en las cepas abiertas con anterioridad, es importante considerar que la distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, tomando en cuenta sus etapas juveniles. El Manual Básico elaborado por la Comisión Nacional Forestal, propone una densidad de 800 a 2000 plantas de acuerdo al siguiente cuadro.

Tabla X.

**Tabla 51 Densidades promedio de siembra recomendadas por tipo de ecosistema (Reglas de Operación ProÁrbol).**

Tipo	Ecosistema (densidad por ha)			
	Bosques de coníferas	Selvas medianas y altas	Selvas bajas	Zonas áridas y semiáridas
Con planta de vivero	máximo 1,600 mínimo 1,100	máximo 900 mínimo 625	máximo 900 mínimo 625	máximo 2,000 mínimo 800
Con material vegetativo	No aplica	No aplica	No aplica	máximo 4,000 mínimo 1,100

Después de colocar cada planta en la cepa correspondiente, primero deberá depositarse la tierra superficial y después la del fondo que se encuentra menos intemperizada; además será necesario compactar con el pie la siembra recién hecha, a fin de eliminar los espacios vacíos que inhiben el crecimiento de la raíz.

La planta será adquirida en viveros autorizados, requiriéndose de individuos con una altura mínima de 30 cm, con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes ni creciendo hacia arriba ó enraizadas en el terreno, sin malformaciones o plagas.

Para este caso se propone una densidad de 2,000 plantas/ha (2.0 X 2.5m) con un porcentaje mínimo de sobrevivencia del 80%. El trazo será en marco real, dado que esta permite obtener una plantación uniforme que facilita su mantenimiento, manejo y protección.

Considerando que la superficie total a reforestar es de 0.0797 hectáreas, se estima que se requerirá un total de 160 plantas para la reforestación de dicha superficie; contemplando un 20% adicional de plantas (32 individuos para la reposición de una pérdida estimada en dicho porcentaje) nos da un total de 192 plantas.

La reforestación debe llevarse a cabo durante la época de lluvias, una vez que el suelo se encuentra bien humedecido y la temporada de lluvias se ha consolidado (las lluvias son constantes). De esta manera la planta cuenta con mayor tiempo para establecerse, antes de que se presenten las condiciones estresantes, como pueden ser temperaturas extremas, sequías, heladas o vientos muy fuertes.

### Mantenimiento del área restaurada.

El mantenimiento consiste de una serie de acciones encaminadas a favorecer el establecimiento de la plantación, tal como es el control de maleza, cuyo objeto es eliminar competencia de pastos a las plantas reforestadas, de tal manera que tengan mayor probabilidad de sobrevivencia, esta actividad se mantendrá por dos años, que es el periodo mínimo necesario para que se considere establecida una plantación. El control de la maleza o chapeo de la vegetación, se realizará en torno a medio metro de radio alrededor del sitio donde fue plantado cada ejemplar, y se llevará a cabo con una periodicidad semestral, es decir, dos veces al año.

### Asistencia técnica.

Para la restauración del área, las actividades aquí mencionadas deberán ser dirigidas por personal capacitado durante el tiempo mínimo necesario para que la vegetación alcance las condiciones que tiene actualmente, si bien se procurará que llegue a un desarrollo estructural aún mayor. Se estima que esta actividad debe realizarse por un período no menor a los 10 años.

En el siguiente cuadro se presentan los costos unitarios por unidad de superficie (hectárea) que serán requeridos para cada actividad de restauración. El importe total por hectárea a lo largo de 10 años, se estima en alrededor de \$ 328,260/ha 00/100 M.N.

**Tabla 52 Conceptos y costos de las actividades de restauración forestal por unidad de superficie.**

CONCEPTO	UNIDADES	COSTO	NÚMERO DE	MANO DE	MATERIALES	COSTO
		UNITARIO	UNIDADES	OBRA	Y/O MAQUILA	TOTAL/HA
<b>1.- ESTABLECIMIENTO</b>				21,200.00	14,140.00	<b>35,340.00</b>
<b>1.1.- Preparación del terreno</b>				2,400.00		<b>2,400.00</b>
Limpieza	Jornales	200	4	800		800
Despiedre y desenraizce	Jornales	200	0	0		0
Guardarraya	Jornales	200	8	1,600.00		1,600.00
<b>1.2.- Material vegetativo</b>					14,140.00	<b>14,140.00</b>
Costos de planta reforestación	Planta	8	1316		10,528.00	10,528.00
Costos de planta replante	Planta	8	264		2,112.00	2,112.00
Transporte de plantas	Planta	1500	1.1		1,500.00	1,500.00
<b>1.3.- Plantación</b>				2,400.00		<b>2,400.00</b>
Trazo y alineación	Jornales	200	2	400		400
Apertura de pocetas	Jornales	200	4	800		800
Plantación y fertilización	Jornales	200	4	800		800
Replantación	Jornales	200	2	400		400
<b>1.4.-Riegos emergentes</b>				4,000.00		<b>4,000.00</b>
Cercado	Jornales	200	0	0		0
Riegos	Jornales	200	20	4,000.00		4,000.00
<b>1.5.- Materiales</b>				12,400.00		<b>12,400.00</b>
Picos o Coa	Pieza	150	12	1,800.00		1,800.00
Aspersora manual	Pieza	2000	2	4,000.00		4,000.00
Palas y carretillas	Pieza	550	12	6,600.00		6,600.00
<b>2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO</b>				10,000.00	2,120.00	<b>12,120.00</b>
<b>2.1.- Labores culturales (mano de obra)</b>				10,000.00		<b>10,000.00</b>
Deshierbe	Jornales	200	16	3,200.00		3,200.00
Aplicación de fertilizantes	Jornales	200	0	0		0
Podas	Jornales	200	0	0		0
Aclareos	Jornales	200	0	0		0
Cajeteo	Jornales	200	4	800		800
Prevención de plagas y enfermedades	Jornales	200	30	6,000.00		6,000.00
<b>2.2.- Adquisición de insumos</b>					2,120.00	<b>2,120.00</b>

CONCEPTO	UNIDADES	COSTO	NÚMERO DE	MANO DE	MATERIALES	COSTO
		UNITARIO	UNIDADES	OBRA	Y/O MAQUILA	TOTAL/HA
Compra de fertilizante	Kilogramo	4	0		0	0
Compra de insecticidas	Kg y lts (lote)	1800	1		1,800.00	1,800.00
Compra de combustible y lubricantes	Litros	16	20		320	320
<b>3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA</b>				<b>63,600.00</b>		<b>63,600.00</b>
Mantenimiento de Brechas	Jornales	200	30	6,000.00		6,000.00
Vigilancia	Jornales	200	3600	57,600.00		57,600.00
<b>4.- DIVERSOS</b>				<b>215,200.32</b>	<b>2,000.00</b>	<b>217,200.32</b>
Adquisición de tijeras de podar, guantes, etc.	Lote	2000	1		2,000.00	2,000.00
Administración	Contrato	2000	12	86,080.13		86,080.13
Asistencia técnica	Contrato	6000	6	129,120.19		129,120.19
<b>TOTAL DEL COSTO POR HA</b>				<b>310,000.32</b>	<b>18,260.00</b>	<b>328,260.32</b>

Bajo el supuesto de que ya se hubiera efectuado el cambio de uso de suelo y desde la perspectiva del análisis de estructura y funcionalidad del ecosistema, lo que costaría llevar un área de **0.0762 has**, a un estado cuando menos con el mismo grado de desarrollo (antes del cambio de uso del suelo), es decir, a una condición similar a como se encuentra actualmente, alcanza un monto aproximado de **\$25,021.36**. Lo cual implica realizar una serie de labores culturales para lograr el establecimiento de las especies requeridas, así como proporcionar el mantenimiento, vigilancia y monitoreo por un periodo de 10 años.

El costo para la realización de estas actividades en la superficie propuesta para el eventual cambio de uso de suelo (**0.0762 has**), es de alrededor de **\$2,502.13** pesos M.N. por año.

## VII.2. Impactos residuales.

No se considera se generen impactos residuales.

## VII.3. Información necesaria para la fijación de los montos para fianzas.

El proyecto no considera que se pudiesen ocasionar daños graves al ambiente ni a sus ecosistemas, siendo que el sitio tampoco se encuentra en alguna zona de vulnerabilidad ambiental alta, por lo tanto no se contempla la presentación de una fianza o seguro ambiental.

## CAPÍTULO VIII

### PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

#### **VIII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.**

Considerando el crecimiento y desarrollo turístico (vivienda de segunda residencia) previsto para la zona, las construcciones en el área de influencia del estudio se realizan removiendo totalmente la vegetación, favoreciendo procesos de erosión de la playa y pérdida de cobertura vegetal.

Las actividades turísticas traen consigo la generación de residuos sólidos, que sin vigilancia y un manejo adecuado, los predios sin uso específico son receptores de estos, formando focos de infección y contaminación.

El sitio del proyecto, sin darle ningún uso específico ni tener vigilancia, puede encontrarse vulnerable a la erosión eólica por pérdida de la barrera de duna costera, así como ser receptor de residuos sólidos de proyectos de desarrollo en predios colindantes.

#### **VIII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.**

Se desarrollan construcciones turísticas tipo villas (viviendas unifamiliares) en la zona del proyecto y en el sitio del proyecto, lo cual trae consigo la remoción de vegetación de duna costera, así como generación de residuos sólidos dentro y fuera del predio.

Ocurre una pérdida de cobertura vegetal, así como afectación directa a ejemplares de una especie catalogada. La habitación de la vivienda, genera contaminación del manto freático por las descargas sin tratamiento previo de aguas residuales.

Se pierde la belleza paisajística de la zona del proyecto, se disminuye la cobertura vegetal y la fauna silvestre asociada a este ecosistema.

#### **VIII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.**

Se mantiene una barrera de protección de vegetación, que previene la erosión eólica, así como se conserva la biodiversidad de flora y fauna silvestre en el sitio, manteniendo la belleza paisajística de la zona.

Los residuos sólidos son almacenados de manera temporal en el sitio y enviados a un sitio de disposición final, por lo que no representan fuentes de contaminación ni focos de infección. La calidad del agua subterránea no se ve afectada, pues recibe tratamiento previo.

Se mantiene en el sitio ejemplares de una especie de flora silvestre protegida y se incrementa el número de individuos en el sitio del proyecto. Se enriquece la vegetación en zonas de conservación, lo que favorece a la fauna silvestre asociada a este ecosistema, incluyendo las 3 especies de fauna silvestre protegidas (2 aves y 1 reptil).

#### VIII.4 Pronóstico ambiental.

El proyecto que se evalúa en la presente manifestación de impacto ambiental consiste en la construcción de una vivienda unifamiliar de segunda residencia que se ubica en un ecosistema costero, pero que el predio ha sido impactado por actividad antropogénicas previamente (plantaciones de coco) y presenta una baja diversidad florística.

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 una superficie mínima sobre el predio (17.21%), y el resto de la superficie se mantendrá como áreas naturales, manteniéndose el 64% del superficie total del proyecto sin impermeabilizar, con lo cual no representa un cambio drástico al escenario natural, ya que como se ha mencionado anteriormente se encuentra en una zona con vocación turística (de segunda residencia).

Ha de quedar claro que el impacto social será neutro, pues el proyecto se trata simplemente de actividades de construcción una vivienda unifamiliar 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 medida de mitigación y compensación se mantendrán áreas verdes o de conservación, las cuales estarán concentradas en la parte norte y sur del predio, donde se favorecerá la cobertura de la vegetación en la primera duna costera, para cumplir con sus funciones como barrera protectora ante la erosión eólica y la retención de arena, así como al realizar la reforestación, se incrementará 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 o de conservación se han diseñado, de acuerdo a las condiciones actuales del área de influencia, considerando también la problemática ambiental presente, se han ubicado al norte del predio colindando con la ZOFEMAT, donde actualmente se encuentra presentes una cobertura parcial de la vegetación, y su mantenimiento y enriquecimiento, permitirá integrar el proyecto al paisaje costero de la zona.

El mantenimiento de las áreas de conservación, favorecerá el establecimiento de vegetación en la primera duna costera, la cual se encuentra perturbada, de tal manera que con las plantas rastreras se favorecerá la retención de arena y la provisión de alimento y sombra a la fauna silvestre de la zona.

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.

### VIII. 5 Programa de Manejo Ambiental.

Con el fin de vigilar el cumplimiento del objetivo y las metas del presente programa, se establecerá un programa de seguimiento y evaluación de las actividades a realizar, el cual se presenta a continuación.

Tabla 53 Programa de manejo ambiental.

ETAPA	IMPACTO	MEDIDAS	DESCRIPCIÓN
I. PREPARACIÓN DEL SITIO	I.a. Remoción de vegetación secundaria de duna costera.	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 frente del litoral.	<b>Tiempo o duración:</b> 18 meses. <b>Recursos:</b> cintas, balizas de madera, peón, letreros. <b>Supervisión:</b> supervisor ambiental y encargado de obra. <b>Indicador:</b> Superficie removida / Superficie autorizada. <b>Grado de cumplimiento:</b> Menor o igual a 1.
	I.c. Modificación del escenario actual.	La remoción de vegetación se realizará de manera manual, estando prohibido el uso de agroquímicos, herbicidas o fuego.	<b>Tiempo o duración:</b> 18 meses. <b>Recursos:</b> no aplica. <b>Supervisión:</b> supervisor ambiental y encargado de obra. <b>Indicador:</b> No personal local contratado / No. Personal contratado. <b>Grado de cumplimiento:</b> Mayor al 50%.
	I.b. Generación de empleos.	Se favorecerá la contratación de personal local capacitado para realizar los trabajos.	<b>Tiempo o duración:</b> 1 semana (antes de iniciar). <b>Recursos:</b> cintas, balizas de madera, peón, letreros. <b>Supervisión:</b> supervisor ambiental y encargado de obra. <b>Indicador:</b> Superficie removida / Superficie autorizada. <b>Grado de cumplimiento:</b> Menor o igual a 1.
	I.d. Afectación a vegetación secundaria.  I. i Perturbación a 3 especies de fauna silvestre bajo protección.	Previo al desmonte, se delimitará físicamente el área de conservación al norte, para evitar su afectación durante las actividades de construcción. Se mantendrá el 64.13% del área como zona de conservación, como hábitat de fauna silvestre.	<b>Tiempo o duración:</b> 18 meses. <b>Recursos:</b> palas, carretilla, cintas, regaderas, peones. <b>Supervisión:</b> supervisor ambiental. <b>Indicador:</b> No. Individuos rescatados / No. Individuos estimados a afectar (14). <b>Grado de cumplimiento:</b> Mayor o igual a 1.
	I.e. Afectación de una especie de flora catalogada.	Previo al desmonte, se delimitará físicamente el área de afectación y se realizará el rescate de todos aquellos individuos de <i>Thrinax radiata</i> , los cuales serán reubicados dentro del área de conservación. Se enriquecerán las áreas de conservación con siembra de <i>Thrinax radiata</i> . *Ver programa de rescate.	<b>Tiempo o duración:</b> 18 meses. <b>Recursos:</b> palas, carretilla, cintas, regaderas, peones. <b>Supervisión:</b> supervisor ambiental. <b>Indicador:</b> No. Individuos rescatados / No. Individuos estimados a afectar (14). <b>Grado de cumplimiento:</b> Mayor o igual a 1.

ETAPA	IMPACTO	MEDIDAS	DESCRIPCIÓN
<b>II. CONSTRUCCIÓN</b>	II.a. Reducción de la superficie natural disponible para la infiltración del suelo.	<p>Se debe asegurar la hermeticidad de las cimbras con el objeto de evitar derrames de concreto en áreas colindantes.</p> <p>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.</p>	<p><b>Tiempo o duración:</b> 14 meses.</p> <p><b>Recursos:</b> material de construcción.</p> <p><b>Supervisión:</b> supervisor ambiental y encargado de obra.</p> <p><b>Indicador:</b> Superficie removida / Superficie autorizada.</p> <p><b>Grado de cumplimiento:</b></p>
	II.b. Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.	<p>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.</p> <p>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.</p>	<p><b>Tiempo o duración:</b> 14 meses.</p> <p><b>Recursos:</b> contenedores clasificados, bolsas de plástico, peones, contratación de servicio de recolección, letreros.</p> <p><b>Supervisión:</b> supervisor ambiental y encargado de obra.</p> <p><b>Indicador:</b> Superficie con residuos sólidos dispersos / Superficie total del predio.</p> <p><b>Grado de cumplimiento:</b> Igual a 0.</p>
	II.c. Contaminación del agua subterránea por descargas de aguas residuales sin tratamiento.	<p>Se instalará una letrina portátil en el sitio para el servicio del personal de trabajo.</p> <p>Se contratará a una empresa especializada para la recolección de las aguas residuales.</p> <p>Se verificará que se le dé el mantenimiento adecuado a las letrinas.</p>	<p><b>Tiempo o duración:</b> 14 meses.</p> <p><b>Recursos:</b> letrinas, contratación de limpieza y mantenimiento de letrinas.</p> <p><b>Supervisión:</b> supervisor ambiental y encargado de obra.</p> <p><b>Indicador:</b> No. Personas trabajando en la obra / No. Letrinas instaladas.</p> <p>No. Letrinas instaladas / No. Servicios de limpieza recibidos.</p> <p><b>Grado de cumplimiento:</b> 1 letrina por cada 25 personas. 1 servicio de mantenimiento mensual por letrina.</p>
	II.d. Generación de empleos.	Se favorecerá la contratación de personal local capacitado para realizar los trabajos.	<p><b>Tiempo o duración:</b> 14 meses.</p> <p><b>Recursos:</b> no aplica.</p> <p><b>Supervisión:</b> supervisor ambiental y encargado de obra.</p> <p><b>Indicador:</b> No personal local contratado / No. Personal contratado.</p> <p><b>Grado de cumplimiento:</b> Mayor al 50%.</p>

ETAPA	IMPACTO	MEDIDAS	DESCRIPCIÓN
	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.	<p><b>Tiempo o duración:</b> 14 meses.</p> <p><b>Recursos:</b> contenedores clasificados, bolsas de plástico, peones, contratación de servicio de recolección, letreros.</p> <p><b>Supervisión:</b> supervisor ambiental y encargado de obra.</p> <p><b>Indicador:</b> Superficie con residuos sólidos dispersos / Superficie total del predio.</p> <p><b>Grado de cumplimiento:</b> Igual a 0.</p>
	Reforestación	Se realizará la siembra de 70 individuos con 4 especies nativas en las áreas de conservación, para su enriquecimiento. <i>*Ver programa de reforestación.</i>	<p><b>Tiempo o duración:</b> 6 meses.</p> <p><b>Recursos:</b> plantas, palas, carretilla, regaderas, peones.</p> <p><b>Supervisión:</b> supervisor ambiental y encargado de obra.</p> <p><b>Indicador:</b> No. Individuos vivos / No. Individuos reforestados.</p> <p><b>Grado de cumplimiento:</b> Mayor al 85%.</p>
III. OPERACIÓN	III.a. Contaminación del suelo por residuos sólidos.	Los residuos sólidos generados, serán dispuestos en contenedores con tapa, y clasificados (orgánicos, inorgánicos y sanitarios). Se favorecerá la separación de los residuos para que aquellos que puedan ser reutilizados o reciclados, sean enviados y/o vendidos a un centro de acopio, con el fin de minimizar el impacto ambiental producto de la generación de residuos sólidos en el municipio.	<p><b>Tiempo o duración:</b> Indefinido.</p> <p><b>Recursos:</b> contenedores clasificados, bolsas de plástico, peones, contratación de servicio de recolección, letreros.</p> <p><b>Supervisión:</b> promovente.</p> <p><b>Indicador:</b> Superficie con residuos sólidos dispersos / Superficie total del predio.</p> <p><b>Grado de cumplimiento:</b> Igual a 0.</p>
	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.	<p><b>Tiempo o duración:</b> indefinido</p> <p><b>Recursos:</b> biodigestores, humedal, contratación de limpieza y mantenimiento de letrinas.</p> <p><b>Supervisión:</b> promovente.</p> <p><b>Indicador:</b> Ocupación de vivienda / No. Servicios de mantenimiento del biodigestor.</p> <p><b>Grado de cumplimiento:</b> 1 semestral (cuando el uso sea constante).</p>

ETAPA	IMPACTO	MEDIDAS	DESCRIPCIÓN
	III.e. Mantenimiento de áreas de conservación.	<p>Se destinará un área de <b>1,362.76 m<sup>2</sup></b>, que corresponde al <b>64.13%</b> del área del proyecto como zona de conservación de la duna costera.</p> <p>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).</p> <p>Se delimitará el camino de acceso vehicular, para evitar afectaciones a la vegetación que sea sembrada.</p> <p>Se le dará el mantenimiento permanente a las áreas de conservación.</p>	<p><b>Tiempo o duración:</b> indefinido.</p> <p><b>Recursos:</b> postes de madera, letreros, cintas.</p> <p><b>Supervisión:</b> promovente.</p> <p><b>Indicador:</b> Superficie con vegetación nativa / Superficie autorizada de conservación.</p> <p><b>Grado de cumplimiento:</b> Mayor a 1.</p>

### VIII. 6 Seguimiento y control.

En el programa de manejo ambiental presentado en el punto anterior, se incluye los indicadores de seguimiento de cada una de las medidas a implementar, así como su control para determinar el grado de cumplimiento.

## CAPÍTULO IX

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

#### **IX.1 Presentación de la información.**

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregarán dos ejemplares impresos del Documento Técnico Unificado Modalidad B-Particular y 4 en archivo electrónico. De los cuales uno de los impresos y con sus 3 copias en archivo electrónico serán los utilizados en la evaluación y los restantes serán utilizados para consulta pública, en cuyo caso se eliminará la información confidencial. Asimismo, el DTU Modalidad B- Particular deberá incluir en el archivo electrónico, las imágenes, planos e información que complemente el estudio.

#### **IX.1.1 Cartografía.**

En el Anexo II se incluyen los planos correspondientes.

#### **IX.1.2 Fotografías.**

Se incluye un anexo, en el que se encuentran las fotos de la vegetación del predio en donde se realizará el proyecto.

#### **IX.1.3 Videos.**

No se incluye ningún video.

#### **IX.2 Otros anexos.**

Los indicados en el índice.