CASA HABITACIÓN CHELEM

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROMOVENTE:
MYRIAM JANETT LEAL GARZA

AGOSTO 2025

CONTENIDO

1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 5

1.1 Datos generales del proyecto: 5

1.1.1 Nombre del proyecto 5

1.1.2 Ubicación del proyecto 5

1.1.3 Duración del proyecto 7

1.2 Datos generales del promovente 7

1.2.1 Nombre o razón social 7

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente y cédula única de registro de población 7

1.2.3 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones: 7

I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio 7

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 8

2.1 Información general del proyecto 8

2.1.1 Naturaleza del proyecto 8

2.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto 9

2.1.3 Inversión requerida 10

2.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 11

2.2 Características particulares del proyecto 11

2.2.1 Programa de trabajo 13

2.2.2 Representación gráfica local 13

2.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción 14

2.2.4 Etapa de operación y mantenimiento 16

2.2.5 Etapa de abandono del sitio 16

2.2.6 Utilización de explosivos 17

2.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 17

2.2.8 Generación de gases efecto invernadero Identificar por etapa si el proyecto: ... 19

3 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO 23

3.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET) 23
3.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY). 23
3.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán (POETCY) 33
3.2 Área Natural Protegida (ANP) 34
3.3 Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales. 34
3.4 Normas Oficiales Mexicanas 39
3.5 Leyes federales 40
3.5.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). 40
3.5.2 Ley General para la prevención y gestión Integral de los Residuos 43
3.5.3 Ley General de Vida Silvestre 44
3.5.4 Ley de Aguas Nacionales 44
3.6 Reglamentos Federales 45
3.6.1 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental (REIA) 45
3.6.2 Reglamento de La LGEEPA En Materia De Prevención Y Control De Contaminación A La Atmosfera 45
3.6.3 Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido 46
3.6.4 Reglamento De La Ley De Aguas Nacionales 46
3.7 Leyes Estatales 46
3.7.1 Ley de protección al Medio Ambiente del Yucatán 46
3.7.2 Ley para la gestión integral de los residuos en el estado de Yucatán 47
3.8 Reglamentos Estatales 48
3.8.1 Reglamento De La Ley De protección Al Ambiente Del Estado De Yucatán 48
3.8.2 Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán 49
4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 50
4.1 Delimitación del sistema ambiental 50
4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental 50
4.2.1 Medio biótico 50
4.2.2 Medio abiótico 52

4.3 Delimitación del área de influencia 57
4.4 Caracterización y análisis del sitio de proyecto 62
4.4.1 Medio biótico del sitio (Flora) 62
4.4.2 Medio biótico del sitio (Fauna) 71
4.5 Medio socioeconómico 74
4.5.1 Población 74
4.5.2 Vivienda 74
4.5.3 Educación 75
4.5.4 Salud 75
4.5.5 Situación económica 76
4.6 Paisaje 77
4.7 Diagnostico ambiental 77
Uso de suelo y contexto territorial 78
Grado de perturbación 78
Vegetación y flora 78
Fauna silvestre 78
5 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ... 80
5.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales 80
5.1.1 Clasificación de impactos 80
5.1.2 Descripción de los indicadores de impacto. 82
5.1.3 Descripción de los impactos identificados para el proyecto. 83
5.2 Metodología para evaluar los impactos ambientales 85
5.2.1 Evaluación de los impactos 90
5.2.2 Impactos de la etapa de preparación del sitio 90
5.2.3 Impactos de la etapa de construcción 91
5.2.4 Impactos de la operación y mantenimiento 93
5.3 Conclusiones 93
6 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO. 94
6.1 Medidas de prevención y mitigación 95
6.2 Impactos Residuales 100
6.3 Programa de vigilancia ambiental 100

7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 104
7.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto. 104
7.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto. 104
7.3 Evaluación de alternativas. 105
7.4 Conclusiones 105
8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....106
8.1 Planos.....106
8.2 Fotografías 106
8.3 Referencias bibliográficas.....106
8.4 Marco legal consultado 107

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

1.1 Datos generales del proyecto:

1.1.1 Nombre del proyecto

Casa Habitación Chelem

1.1.2 Ubicación del proyecto

El predio donde se pretende realizar el proyecto de construcción de vivienda unifamiliar se localiza en el tablaje con folio catastral 1273365 de la localidad de Chelem Puerto, en el municipio de Progreso, Yucatán.

Para tener una mayor claridad respecto a la ubicación del predio del proyecto, se presenta el croquis de localización en la siguiente figura, en donde se puede observar el alto grado de urbanización existente en la periferia.



Figura 1: Croquis de localización del sitio del proyecto “casa habitación Chelem” (Flecha).

Por su ubicación, el municipio de Progreso se encuentra en una zona expuesta a las inundaciones pluviales y de marea de tormenta, sin embargo, de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos y el Atlas Nacional de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático (ANVCC), la vulnerabilidad ante estos fenómenos es baja.



Figura 2: Mapa de Vulnerabilidad de los asentamientos humanos por inundaciones (fuente: INECC, 2019)

En las siguientes figuras se presentan los mapas de vulnerabilidad al cambio climático, a las inundaciones y a los huracanes para el municipio de Progres (municipio donde se localiza el proyecto), siendo en todos los casos la vulnerabilidad baja o muy baja.

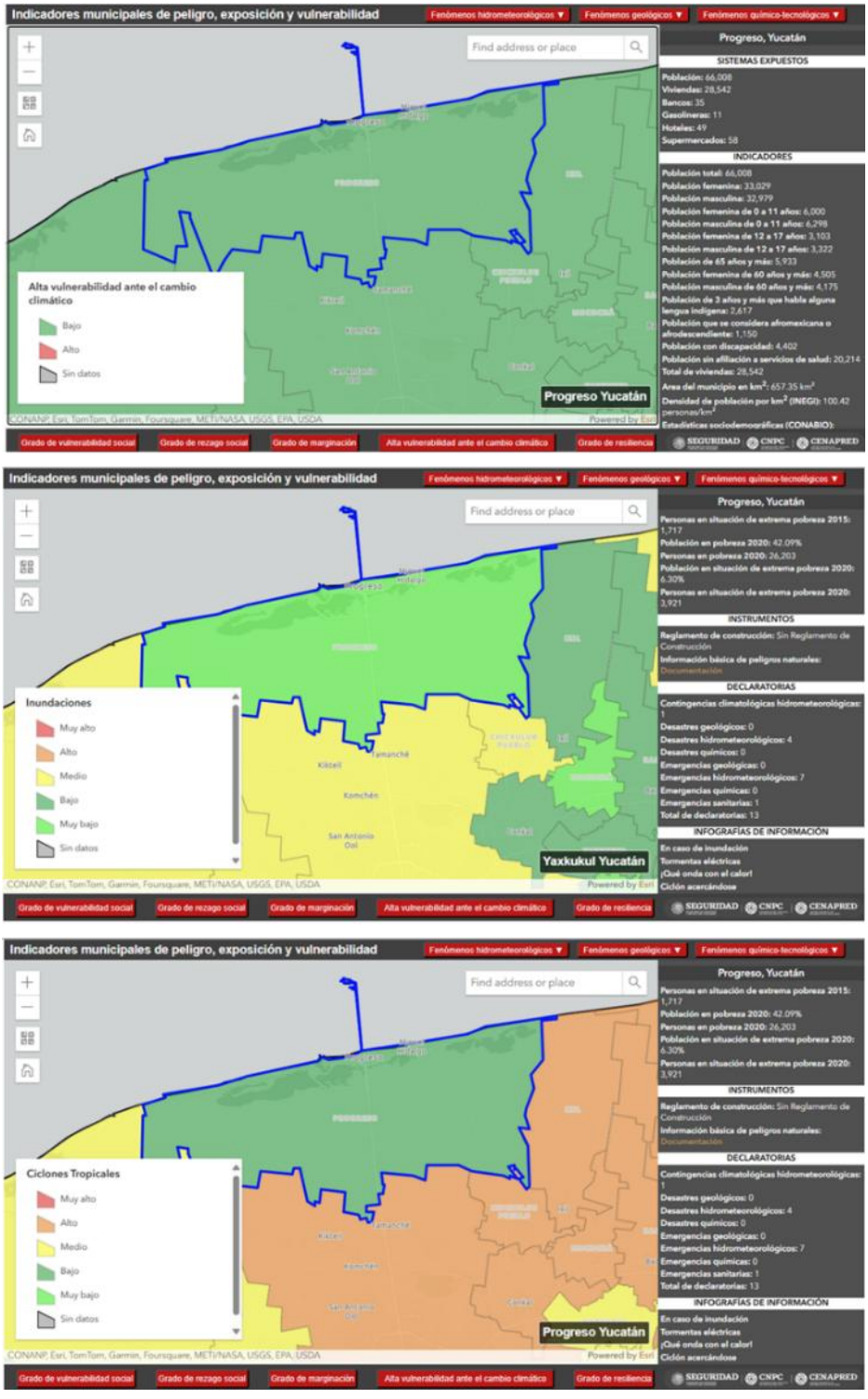


Figura 3: Mapas de vulnerabilidad al cambio climático, a las inundaciones y a los ciclones tropicales del municipio de Progreso.

Por otro lado, de acuerdo con los atlas de riesgo, en el sitio del proyecto no se encuentran cuerpos de agua superficiales, ni fallas geológicas, cañones, ni zonas de deslizamientos.

1.1.3 Duración del proyecto

El proyecto tendrá una duración de 2 años para su construcción contados a partir de la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental, objeto del presente estudio. De los dos años, 6 meses se emplearán para la obtención de los permisos municipales correspondientes, y 18 meses para la construcción de la vivienda, y el plazo de vida útil estimado es de 50 años.

1.2 Datos generales del promovente

1.2.1 Nombre o razón social

Myriam Janett Leal Garza

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente y cédula única de registro de población

1.2.3 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones:

I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Información general del proyecto

El proyecto consiste en la construcción y operación de una vivienda unifamiliar, en un terreno de 370.97 m2 (de acuerdo con su cedula catastral), localizado en el tablaje catastral 1273365 de la localidad de Chelem Puerto, municipio de Progreso, en el estado de Yucatán.

Para la realización del proyecto no se requiere de obras asociadas, y el uso que se pretende dar al predio es acorde a la zona, la cual es una zona urbana con servicios de agua, electricidad y caminos.

2.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en una vivienda unifamiliar, por lo que no forma parte de un plan o programa de desarrollo.

No se contempla realizar obras de protección costera, toda vez que el predio no cuenta con frente de playa, sino que se encuentra en quinta fila a unos 320 m tierra adentro respecto a la costa, tal como se aprecia en la imagen siguiente.

De igual manera, se puede observar en la misma imagen, que el predio se encuentra inmerso en una zona con alto grado de urbanización, con caminos y manzanas habitacionales establecidas, en donde la vivienda se ha desarrollado en las últimas décadas.



Figura 4: Localización del predio del proyecto (flecha).

2.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto

En la tabla siguiente se presentan las coordenadas del predio del proyecto, en sistema UTM datum WGS84 zona 16 Norte.

Tabla 1: Cuadro de coordenadas del predio del proyecto.

Vértice	X	Y
1	211882.021	2353596.549
2	211877.529	2353626.416
3	211888.366	2353629.244
4	211895.000	2353599.024
1	211882.021	2353596.549

Nota: las coordenadas de la tabla 1 corresponden a los vértices físicos del terreno, dando un total de 372.52 m2 de superficie. Para fines de cálculos de porcentajes de ocupación, el presente documento, se empleará la superficie de 370.97 m2 estipulados en la cedula catastral y la diferencia de 1.55 m2 se agregará al área de conservación del proyecto.

El proyecto consiste en la construcción y operación de una vivienda unifamiliar, la cual contará con 3 habitaciones, sala, comedor, cocina, terraza, lavadero, acceso, roof bar y áreas verdes. En planta baja la construcción (incluyendo la piscina) tendrá 111.84 m2, la planta alta contará con un 99.495 m2, y el roof bar tendrá 33.05 m2.

En la tabla siguiente se presentan el desglose de superficies de ocupación (planta baja), mientras que en la figura se muestran los esquemáticos de ocupación de cada una de las planta.

Tabla 2: Superficies del proyecto (planta baja).

Concepto	Superficie (m2)	Porcentaje	Color
Construcción (incluye Piscina y cochera y barda)	170.17	45.9%	
Arenal	106.5	28.7%	
Áreas verdes	94.3	25.4%	
Total	370.97	100%	

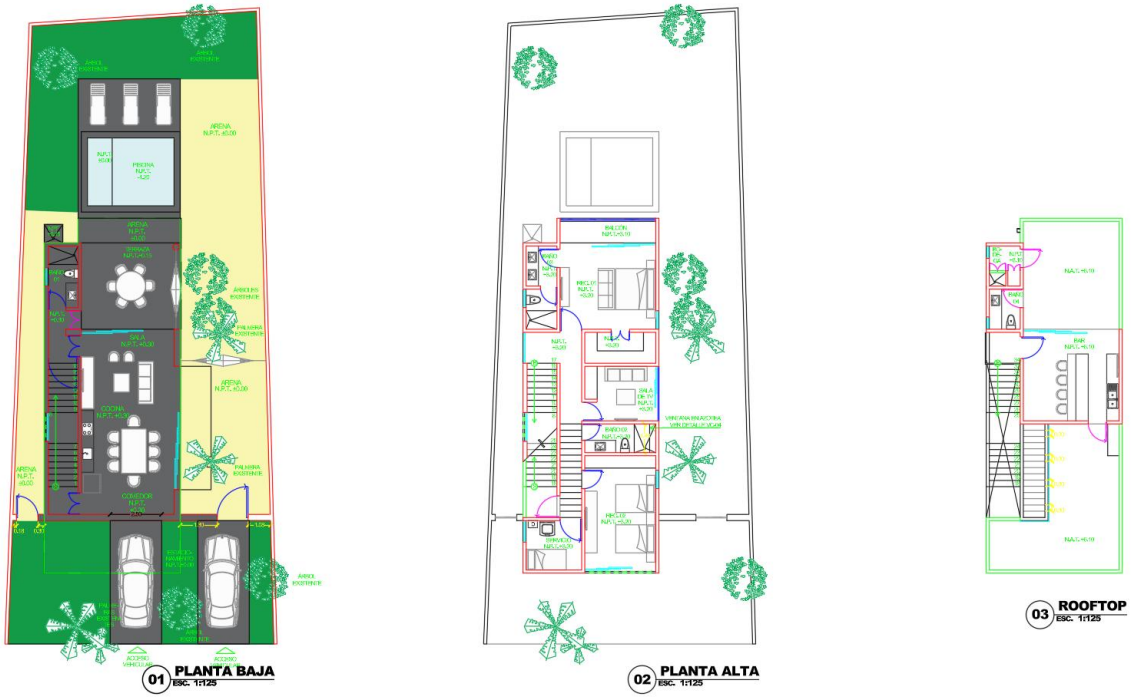


Figura 5: Esquemático de las superficies del proyecto (planta baja).

Respecto a la altura, la vivienda tendrá un total de 8.9 m de altura incluido el rooftop.

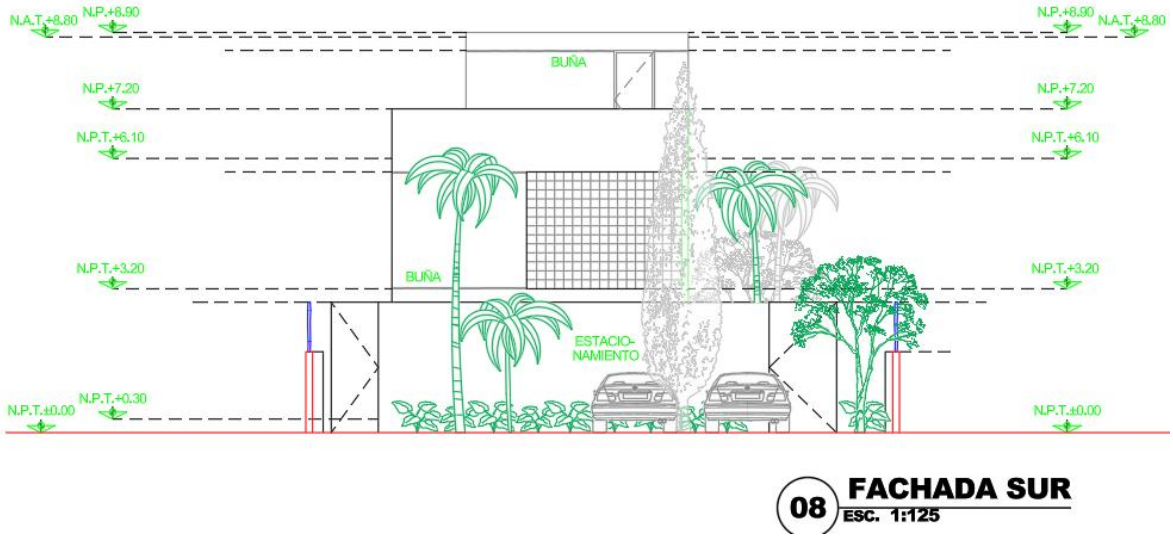


Figura 6: Fachada frontal del proyecto.

2.1.3 Inversión requerida

La inversión del proyecto es de 2 millones de pesos, siendo los costos aproximados para aplicar las medidas de prevención y/o mitigación de 200,000, tal como se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 3: Inversión requerida para el desarrollo del proyecto “Casa Habitación Chelem”

Concepto	Monto ($)
Preparación	140,000.00
Construcción	1,660,000.00
Medidas de prevención y/o mitigación	200,000.00
Total	2,000,000.00

2.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

Como se ha mencionado, la zona donde se pretende realizar el proyecto es una zona urbana que cuenta con los servicios básicos como agua, electricidad, telefonía, internet, caminos, etc.

Para la etapa de preparación y construcción se requerirá de agua, la cual se obtendrá mediante la contratación del servicio de pipa para el llenado de un tinaco de 1,000 lts, para la elaboración de la mezcla de cemento. En cuanto a energía eléctrica, en esta etapa se emplearán generadores eléctricos portátiles.

Para la etapa de operación, el promovente tramitara los respectivos contratos con las instancias municipales, estatales o federales para los servicios de agua potable, recolección de residuos sólidos urbanos, y electricidad. Así como otros servicios que pudiera requerir de empresas como telefonía e internet.

Respecto del tratamiento de las aguas residuales para la etapa de operación, dado que no existe drenaje ni planta de tratamiento municipales, el sistema a emplear consiste en una miniplanta de tratamiento de aguas residuales modelo Wombat1000 de la marca Terminator Water Solutions, modelo Wombat 1000, el cual consta de un tanque de HDPE de 1,000 lts de capacidad de tratamiento. El proceso biológico de tratamiento es de tipo aerobio, cuyo suministro de oxígeno es proporcionado por un soplador de aire. Además, cuenta con tecnología de biorreactor aerobio de lecho móvil (MBBR por sus siglas en ingles de Moving Bed Bio Reactor), que es medio de soporte bacteriano para aumentar en gran medida la densidad de bacterias dentro del sistema y de esta forma aumentar la eficiencia del tratamiento, reducir el volumen necesario del tanque, a la vez que no se genera lodo residual.

2.2 Características particulares del proyecto

El proyecto consistirá en una vivienda unifamiliar de dos niveles de altura (planta baja y planta alta), con sala, comedor, cocina, terraza, 3 habitaciones y espacio de cochera para 2 automóviles.

Respecto a la generación de energías renovables, al ser un proyecto pequeño consistente en vivienda habitacional, no se pretende la generación de energía a través de fuentes renovables.

Sin embargo, se prevé utilizar equipos electrónicos de alta eficiencia en consumo energético (eléctrico) con el objeto de reducir el consumo y, por lo tanto, las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero.

En este sentido, los equipos de aire acondicionado a emplear se vinculan con las normas energéticas correspondientes, NOM-011-ENER 2006, NOM-021-ENER/SCFI y la NOM-023-ENER-2010

Tabla 4: Vinculación del proyecto con las normas oficiales de energía.

<table>
<tr><th>Norma Oficial</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>NORMA Oficial Mexicana NOM-011-ENER-2006, Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.</td><td>No aplica, toda vez que el proyecto al ser vivienda unifamiliar no contara con un área acondicionado tipo central, sino que, por ser el requerimiento muy bajo, se emplearan aires acondicionados de tipo cuarto.</td></tr>
<tr><td>Norma Oficial Mexicana NOM-021-ENER/SCFI-2017, Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.</td><td>No aplica para el proyecto, toda vez que es aplicable a los fabricantes y/o comercializadores en México.
Por otro lado, estos son conocidos como aires de tipo Ventana, los cuales no serán empleados, ya que se emplearán equipos inverter de tipo dividido (minisplit).</td></tr>
<tr><td>Norma Oficial Mexicana NOM-023-ENER-2018, Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado.</td><td>No aplica para el proyecto, toda vez que es aplicable a los fabricantes y/o comercializadores en México.
Sin embargo, se toma la norma en consideración al momento de la adquisición de los equipos, los cuales serán inverter de tipo dividido (minisplit) de 12,000 BTU.
Teniendo que un BTU equivale a 0.2931 watts. Por ende 12.000 BTU equivalen a 3,515 watts, y de acuerdo con las especificaciones de la norma, el REEE que debe cumplir el equipo es de 3.37.
<table>
<tr><th>Capacidad de Enfriamiento Watts (Btu/h)</th><th>REEE Wt/We (Btu/hW)</th></tr>
<tr><td>Hasta 4 101 (13 993)</td><td rowspan="2">3,37 (11,5)</td></tr>
<tr><td>Mayor que 4 101 (13 993) Hasta 5 859 (19 991,493)</td></tr>
<tr><td>Mayor que 5 859 (19 991,493) Hasta 10 600 (36 168,26)</td><td>3,31 (11,3)</td></tr>
<tr><td>Mayor que 10 600 (36 168,26) Hasta 19 050 (65 000,505)</td><td>3,28 (11,2)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.</td><td>No aplica, toda vez que es aplicable a edificios NO RESIDENCIALES, tal como indica la propia norma.</td></tr>
</table>

2.2.1 Programa de trabajo

La siguiente tabla contiene el programa de trabajo correspondiente a actividades que se realizaran para la construcción de la vivienda, considerando el inicio del plazo la fecha de obtención de la autorización en materia de impacto ambiental.

Tabla 5: programa de trabajo de la construcción de la vivienda.

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
1. Obtención de permisos, licencias y otros trámites municipales																								
2. Topografía																								
3. Limpieza y nivelación																								
4. Cimentación																								
5. Construcción																								
6. Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias																								
7. Acabados																								

Para llevar a cabo las actividades constructivas se requerirá del siguiente personal.

Tabla 6: Personal laboral del proyecto.

Personal Requerido	Preparación del sitio	Construcción
Biólogo	1	1
Topógrafo	1	1
Ayudantes	1	1
Albañil		8
Ingeniero Supervisor	1	1
Fierrero		2
Plomero Electricista		2
Pintores		2
Carpinteros		2
Total	4	20

Para el desarrollo del proyecto no se requerirá de maquinaria pesada, ya que el desmonte se puede realizar con equipo menor y herramienta manual.

2.2.2 Representación gráfica local

La única obra por realizar es la construcción de una vivienda, la cual es acorde con la vocación del suelo en la zona.

En la siguiente figura se presenta el proyecto sobre el predio (polígono rojo), en donde se pueden observar también las inmediaciones, denotando la presencia de viviendas en toda la zona, la cual al ser urbana, todos los lotes existentes tiene la tendencia de ser utilizados para vivienda o negocio en un futuro cercano.



Figura 7: representación gráfica del proyecto.

2.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción

Para el desarrollo del proyecto no se requieren de obras provisionales asociadas, ni se requieren de servicios especiales.

La **preparación del sitio** consiste en la realización de las actividades 2 y 3 de la tabla 4, las cuales se describen a continuación.

2. Topografía: consiste en el marcaje de las áreas a ocupar por el proyecto, así como la delimitación de las áreas verdes, con el objeto de evitar dañar una superficie mayor a la proyectada. Así mismo, se realiza la altimetría del sitio para determinar niveles de desplante de la vivienda.

3. Limpieza y nivelación: la limpieza se refiere al desmonte y despalme del sitio, es decir, al retiro de la vegetación y la primera capa de suelo. En este caso, el impacto a realizar es sobre el suelo y la vegetación que será removida, razón por la cual es importante realizarla únicamente en el área previamente delimitada por la topografía

La nivelación se refiere al acomodo del material del suelo de forma uniforme de acuerdo con los niveles altimétricos determinados por el equipo topográfico. Esta nivelación se realizará con equipo menor y herramienta manual.

En cuanto a la construcción, esta comprende las actividades 4 a 7 de la Tabla 5: programa de trabajo de la construcción de la vivienda., las cuales se describen a continuación.

4. Cimentación: la cimentación comprende a la colocación de los soportes de la estructura de la vivienda. El proceso constructivo de la cimentación a emplear es el de zapata corrida, el cual consiste en excavar hasta el nivel de laja o conchuela una zanja en la perimetral y demás elementos como muros de carga de la vivienda, dentro de la cual se coloca piedra hilada unida con mortero. El impacto principal de esta actividad es la extracción de material, en este caso piedra y arena. La piedra se puede reutilizar para la cimentación, mientras que la arena, una parte se reúsa para volver a tapar la zanja, y el excedente se extiende en el área a ocupar por la estructura, de modo que no se afecten superficies adicionales.

5. Construcción: consiste en la elaboración de las columnas que sostendrán la estructura total de la vivienda, el levantado de muros y techos. Los materiales para emplear para las columnas serán concreto y acero, los muros serán de block unido con mortero y los techos de viga pretensada y bovedilla de block, con un colado superior de concreto. El concreto principalmente será elaborado en sitio utilizando revolvedoras. Esta actividad o etapa del proyecto es la más impactante, ya que en términos de tiempo es la más extensa, y es donde se generan residuos como cascajo, retacería, bolsas de cemento y cal, madera (empleada para los colados y apuntalamientos), y cartón. Por lo que se implementara un sistema de manejo integral de residuos.

6. Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias: consiste en la colocación de las tuberías de PVC para el sistema hidráulico y sanitario de la vivienda, así como la colocación del sistema de tratamiento de aguas residuales, el cual constara de un biodigestor de 1,300 L conectado a un tanque de desinfección por cloro como etapa terciaria. También en esta etapa del proyecto se coloca el cableado eléctrico en muros y techos para el sistema de iluminación y contactos eléctricos. Cabe señalar que todas las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias son

escondidas. En esta actividad el impacto es menor y consiste en la generación de residuos de los materiales a emplear como PVC, CPVC, cables de distintas medidas, alambres, etc.

7. Acabados: es la parte final del proyecto, en la cual se colocan los revestimientos a las paredes, pisos, pintura, ventanas, puertas y muebles de baño y cocina. El impacto de esta actividad es poco significativo y consiste en la generación de botes y elementos impregnados con aceites, pintura y/o solventes, los cuales se generan en pequeñas cantidades, así como retacería de otros materiales como aluminio, madera y vidrio.

2.2.4 Etapa de operación y mantenimiento

Al tratarse de una vivienda, el uso que se le dará es de disfrute y esparcimiento, únicamente requiriendo el mantenimiento preventivo y correctivo común de un inmueble de la costa el cual consiste en lo siguiente:

Mantenimientos preventivos:

- Limpieza de tinacos cada 6 meses por presencia de sarro.
- Limpieza semanal de pisos.
- Revisión de fugas en llaves e inodoros cada 6 meses.
- Impermeabilización de techos cada 3 años.
- Limpieza de soplador de miniplanta de tratamiento
- Revisión de calentador de agua solar

Mantenimientos correctivos:

- Reparación de pintura dañada
- Remplazo de llaves de agua
- Remplazo de apagadores, contactos y luminarias
- Cualquier otro necesario.

2.2.5 Etapa de abandono del sitio

No se pretende realizar el abandono del sitio, ya que en primera instancia se velará por proporcionar el mantenimiento adecuado a la infraestructura para mantenerla el mayor tiempo posible.

En caso de ser estrictamente necesario el abandono del sitio, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Demolición: se retirará toda la obra, debiendo contratar a una empresa especializada y autorizada en el traslado de residuos de manejo especial (RME) y depositarlos en sitios autorizados.
- Retiro de instalaciones subterráneas: consiste en retirar las tuberías hidrosanitarias del suelo.
- Restitución del sitio: consiste en restaurar las condiciones del lugar mediante la siembra de especies de flora características de la zona.

2.2.6 Utilización de explosivos

No se requiere el uso de explosivos en ninguna etapa del proyecto.

2.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Estimación de residuos sólidos

Para la estimación de generación de residuos durante la etapa de construcción se emplea la metodología de Generación y caracterización del Anexo III del plan de manejo de residuos de la construcción y demolición elaborado por la Cámara Mexicana de la Industria de la construcción, se emplea la formula siguiente para la estimación del volumen y peso de los residuos de la obra a realizar.

$$GRC = MC * fv * I * PRC$$

Donde:

GRC = Generación de Residuos de la Construcción (Ton).
MC = Superficie de Obra Construida (m2).
fv = Factor de Volumen de Obra (0.85 m3/m2).
i = Porcentaje de Residuos de Construcción por m3 (6.8%).
PRC = Peso Volumétrico Promedio de RCD (1.5 ton/m3).

Sin embargo, para poder comprar el resultado con la tabla anterior, se omite del cálculo el factor Prc para obtener el resultado de GRC en m3 y no en Toneladas.

Símbolo	Concepto	Dato/Resultado	Unidad
Mc	Superficie de obra construida*	244.39	m2
Fv	Factor de volumen de obra	0.85	m3/m2
I	% de residuos de la construcción	6.8%	
Grc (m3)	Generación estimada (m3)	14.13	m3
Prc	Peso volumétrico promedio	1.5	ton/m2
Grc (Ton)	Generación estimada (Ton)	21.9	Ton

Considerando que el proyecto tendrá una duración de 2 años de etapa constructiva, se tiene que en promedio se generan 10.59 toneladas anuales.

Este tipo de residuos son conocidos como residuos de la construcción corresponden a residuos de manejo especial (RME), por lo que no deben ser mezclados con los residuos sólidos urbanos (RSU) y deben disponerse en sitios autorizados, para lo cual se contratara a una empresa especializada y autorizada para su manejo y disposición final, que es el relleno sanitario de la ciudad de Mérida.

Durante la etapa de operación, el proyecto generará residuos sólidos urbanos, a razón de 0.3 kg/día por persona, y contemplando un máximo de 20 personas laborando en un momento dato, el máximo total de generación será de 6 kg/día de generación por el proyecto. Sin embargo, es importante mencionar que no todo el personal laboral presentado en la tabla 4 se encontrará al mismo tiempo y en todo momento durante la obra, por lo que la generación real de residuos sólidos urbanos será menor a la estimada.

Estos residuos son de competencia municipal, y el ayuntamiento cuenta con el servicio de recolección y disposición final a través del programa PROLIMPIA a cargo de la Dirección de Servicios Públicos y Ecología del Ayuntamiento de Progreso.

Estos residuos son enviados al relleno sanitario localizado en el municipio de Mérida, ya que el municipio de Progreso forma parte del Sistema Metropolitano para el Manejo de Residuos (SIGER).

Estimación de residuos líquidos

Durante la etapa de preparación y construcción, se contratará el servicio de sanitarios portátiles para que los trabajadores puedan hacer sus necesidades fisiológicas. El agua residual resultante será manejada por el prestador del servicio. En total se contará con 2 sanitarios portátiles durante la obra.

Para la etapa de operación del proyecto, como la zona no cuenta con drenaje ni sistema de tratamiento municipal al cual se pueda conectar la descarga de la vivienda, al igual que todas las viviendas y desarrollos existentes en la periferia, el proyecto contará con un sistema de tratamiento individual.

La generación de agua residual esta relaciona con el consumo de agua, ya que un porcentaje de ésta se convierte en agua residual y proviene de diversas fuentes, como lavabos, regaderas, inodoros y lavadoras.

De manera general se puede considerar un consumo de agua de 250 l/día por persona y 4 personas en la vivienda, dando un total de 1000 l/día. Considerando una generación de agua residual de 85% del consumo, resulta en 850 l/día. De tal modo que el sistema de tratamiento deberá contar con capacidad para el manejo de este volumen.

Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto contará con un sistema de tratamiento de agua residual de la empresa Terminador Wáter Solutions, modelo Wombat 1000, el cual consta de un tanque de HDPE de 1,000 lts de capacidad de tratamiento. El proceso biológico de tratamiento es de tipo aerobio, cuyo suministro de oxigeno es proporcionado por un soplador de aire. Además, cuenta con tecnología de biorreactor aerobio de lecho móvil (MBBR por sus siglas en ingles de Moving Bed Bio Reactor), que es medio de soporte bacteriano para aumentar en gran medida la densidad de bacterias dentro del sistema y de esta forma aumentar la eficiencia del tratamiento, reducir el volumen necesario del tanque, a la vez que no se genera lodo residual.

2.2.8 Generación de gases efecto invernadero Identificar por etapa si el proyecto:

2.2.8.1 Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H20, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros.

El proyecto no pretende la realización de actividades que generen gases de efecto invernadero de manera sistémica.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se requerirá de equipos, vehículos y maquinaria con motores de combustión que emitirán emisiones a la atmosfera, siendo los gases que emitirán CO2, CH4 Y N20 en diversas proporciones.

Durante la etapa de operación el único energético a emplear será electricidad, cuya generación de emisiones es de tipo indirecto.

De acuerdo con la tabla 7 de la guía del RENE, se identifican los siguientes sectores y subsectores, así como las fuentes de emisión de CyGEI para el proyecto, en sus diferentes etapas

Tabla 7: Emisión de GEI que ocurrirán por la construcción y operación del proyecto

No	Etapa	Sector	Subsector	Tipo de emisión	Descripción
1	Construcción	II. Transporte	a) Transporte terrestre	Directa – Fuente móvil	Emisiones por el empleo de vehículos automotores (camionetas y camiones) durante la construcción del proyecto.
2	Construcción	VI. Comercio y servicios	a) Construcción	Directa – Fuente móvil	Emisiones por el empleo de maquinaria durante la construcción.
3	Operación	I. Energía	a) Generación, transmisión y distribución de electricidad	Indirecta	Emisiones indirectas derivadas del consumo de energía eléctrica de la red nacional una vez que el proyecto se encuentre en operación.
4	Operación	I. Energía	a) procesos térmicos	Directa	Emisiones directas derivadas del consumo de gas licuado para el calentamiento de

					agua de los 9 departamentos.
5	Operación	V. Residuos	a) aguas residuales	Directa – Fuente fija	Generación de aguas residuales, las cuales serán tratadas mediante una biodigestor.

2.2.8.2 Por cada gas de efecto invernadero producto de la ejecución del proyecto, estime la cantidad emitida.

La metodología empleada para el cálculo de las emisiones es la establecida en el Registro Nacional de Emisiones, por lo que se emplea la calculadora de emisiones, utilizando los datos de entrada de la tabla 7, cuyos resultados se presentan en la tabla 8..

Tabla 8: Datos de entrada para ingresar a la calculadora del RENE.

1.A. GASOLINA CAMIONETAS		
Consumo	120.00	L/semana
Consumo total	5,760.00	L/año

1.B. DIESEL CAMIONES		
Consumo	60.00	L/semana
Consumo total	2,880.00	L/año

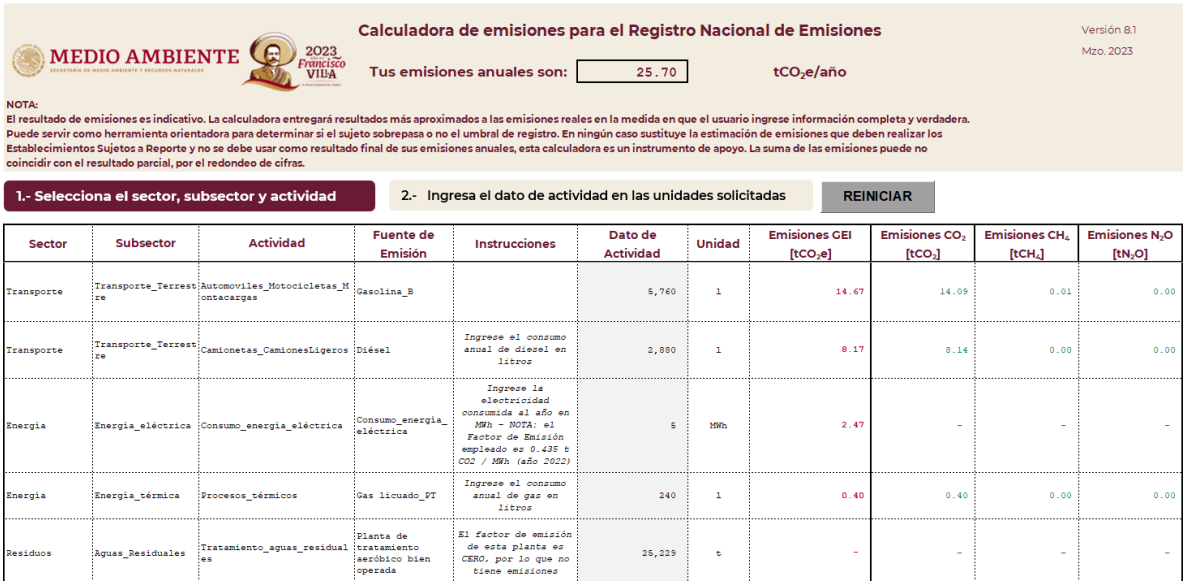
3. ENERGIA ELECTRICA		
Consumo total	5,000.00	KWhr año
Consumo total	5.00	Mwhr año

4. GAS LP		
Consumo	20.00	L/mes
volumen total	240.00	L/año

5. AGUAS RESIDUALES
Al tratarse de un sistema aerobio bien operado, el factor de emisión es cero, por lo que no se generarán emisiones de GEI por este concepto.

Tabla 9: Resumen de emisiones de GEI a generar por el proyecto “Casa habitación Chelem”.

No	Combustible	Dato de actividad anual	Gases por calcular	Ton CO2e/año*
1	Gasolina	5,760 L	CO2, CH4, N2O	14.67
2	Diesel	2,880 L	CO2, CH4, N2O	8.17
3	Energía eléctrica	5 MWhr	CO2, CH4, N2O	2.47
4	Gas LP	120 L	CO2, CH4, N2O	0.4
5	Generación de agua residual	1.01 ton DQO	CH4	0.00
			TOTAL	25.70



MEDIO AMBIENTE — 2023 Francisco VILLA

Calculadora de emisiones para el Registro Nacional de Emisiones

Versión 8.1
Mzo. 2023

Tus emisiones anuales son: 25.70 tCO_2e/año

NOTA:
El resultado de emisiones es indicativo. La calculadora entregará resultados más aproximados a las emisiones reales en la medida en que el usuario ingrese información completa y verdadera. Puede servir como herramienta orientadora para determinar si el sujeto sobrepasa o no el umbral de registro. En ningún caso sustituye la estimación de emisiones que deben realizar los Establecimientos Sujetos a Reporte y no se debe usar como resultado final de sus emisiones anuales, esta calculadora es un instrumento de apoyo. La suma de las emisiones puede no coincidir con el resultado parcial, por el redondeo de cifras.

1.- Selecciona el sector, subsector y actividad | 2.- Ingresa el dato de actividad en las unidades solicitadas | REINICIAR

Sector	Subsector	Actividad	Fuente de Emisión	Instrucciones	Dato de Actividad	Unidad	Emisiones GEI [tCO_2e]	Emisiones CO_2 [tCO_2]	Emisiones CH_4 [tCH_4]	Emisiones N_2O [tN_2O]
Transporte	Transporte_Terrestre	Automoviles_Motocicletas_Montacargas	Gasolina_B		5,760	l	14.67	14.09	0.01	0.00
Transporte	Transporte_Terrestre	Camionetas_CamionesLigeros	Diésel	*Ingrese el consumo anual de diesel en litros*	2,880	l	8.17	8.14	0.00	0.00
Energía	Energía_eléctrica	Consumo_energía_eléctrica	Consumo_energía_eléctrica	*Ingrese la electricidad consumida al año en MWh - NOTA: el Factor de Emisión empleado es 0.435 t CO2 / MWh (año 2022)*	5	MWh	2.47	-	-	-
Energía	Energía_térmica	Procesos_térmicos	Gas licuado_PT	*Ingrese el consumo anual de gas en litros*	240	l	0.40	0.40	0.00	0.00
Residuos	Aguas_Residuales	Tratamiento_aguas_residuales	Planta de tratamiento aeróbico bien operada	*El factor de emisión de esta planta es CERO, por lo que no tiene emisiones*	25,229	t	-	-	-	-

Figura 8: Captura de pantalla de la calculadora del RENE empleada para el cálculo de emisiones del proyecto Casa Habitación Chelem.

2.2.8.3 Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto

Durante la etapa deconstructiva del proyecto la única energía disipada será en forma de ruido, el cual será ocasional y provocado por el uso de equipo.

La actividad que generara el ruido más intenso corresponde a la cimentación, y esto es debido al uso de perforadoras (martillos neumáticos) manuales durante las actividades de excavación de la cimentación. Un martillo neumático puede generar 110 dB medido a un metro de distancia de la fuente, por lo que está catalogado como ruido intenso, que requiere de atención sobre todo para el operador.

La afectación a la periferia queda determinada por el nivel de presión sonoro del ruido, el cual al propagarse se reduce (atenúa) con la distancia y otros elementos dispersivos. De forma general en un espacio abierto, la atenuación es de 6 dB por cada metro de distancia que exista entre la fuente y el que escucha.

Para calcular el rango de afectación del nivel sonoro de la construcción del proyecto, y por lo tanto, su área de influencia se sabe que el principio de reducción del sonido respecto a la distancia establece que el nivel sonoro es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente, y está determinado por la formula siguiente:

$$Lp = Lw-20\log(r)-8$$

Donde:

Lp: nivel sonoro a la distancia r
Lw: nivel sonoro inicial
r=distancia hacia la fuente de emisión

log=función logarítmica

Tomando un nivel Lw de 110 db que correspondería al martillo neumático y graficando la expresión matemática obtenemos la siguiente curva.

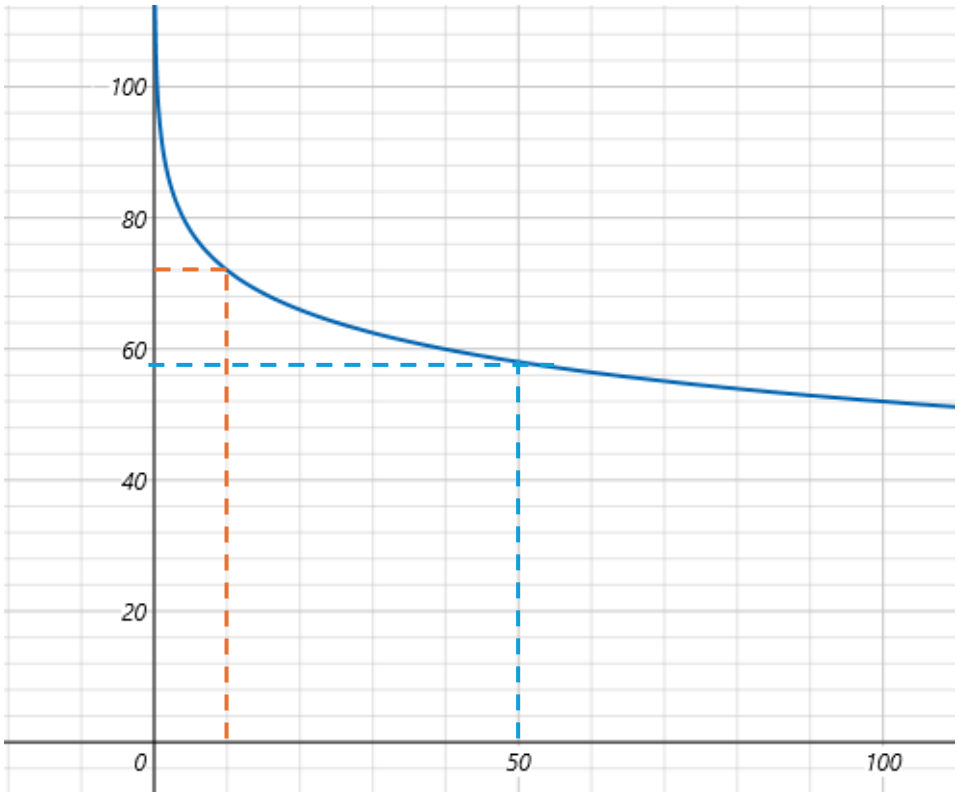


Gráfico de reducción de presión sonara (eje y en db) conforme a la distancia (eje x en metros)

De la gráfica anterior se tiene que el nivel de presión sonoro a 10 m de distancia de la fuente seria de menos de 75 db aproximadamente (línea punteada naranja) y a 50 m estaría por debajo de los 60 db, siendo ya un nivel sonoro bajo (línea punteada azul).

Cabe señalar que este ruido será temporal y de tipo intermitente, y se establecerá un horario de 9 am a 5 pm para la realización de estas actividades.

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

3.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

El estado de Yucatán cuenta con dos ordenamientos ecológicos regionales aplicables al sitio del proyecto. El primero es el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) y el segundo es el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán (POETCY), los cuales se vinculan a continuación.

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

Decreto 692/2023 publicado el 5 de diciembre de 2023

De acuerdo con el POETY, el sitio del proyecto se encuentra localizado en una Unidad de Gestión Ambiental UGA017-APROV-PRO (Figura 9), la cual tiene una política de Aprovechamiento sustentable.



UGA017	
FID	97
id_uga	17
clave_uga	UGA017
Nombre_uga	UGA017-APROV-PRO
Politica	Aprovechamiento sustentable
Sup_km2	21.6
ACUA_D	C
ACUA_S	C
AGR_TEC	INC
AGR_EXT	INC
API	INC
AH	C
EEO	INC
EFOT	INC
FOREST	INC
IND	INC
INFRA	C
MILPAM	INC
MIN_NOM	C
PEC_BOV	INC
PEC_AV	INC
PEC_PORC	INC
PESCA	COND
TUR_CONV	C
TUR_NAT	C
TUR_SOL	C
Compatible	1, 2, 6, 11, 13, 18, 19, 20
Condiciona	17
Incompatib	3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16
Lineamient	Propiciar el aprovechamiento sustentable de 0.225 km2 para el desarrollo de las actividades compatibles. Propiciar el aprovechamiento para el establecimiento de asentamientos humanos de manera ordenada y en superficies que ya cuenten con los servicios b
SCNat	17.81
APC_HC	3.79
AP_HT	0
SELV_f	0
APC	0
APR	0
SCNat_p	82.45
APC_HC_p	17.55
AP_HT_p	0
SELV_f_p	0
APC_p	0
APR_p	0
Ahu	16.68

Figura 9: Localización dvviel proyecto (polígono rojo) respecto a la UGA 17 del POETY.

El uso de suelo del proyecto corresponde a “Vivienda Unifamiliar”, sin embargo, este uso no está definido en el POETY, únicamente encontrándose los siguientes como los más parecidos que pudieran ser aplicables.

> *“Asentamientos humanos (AH): Se refiere al establecimiento de nuevos centros poblacional en zonas donde sea factible el aprovechamiento de la infraestructura y servicios actuales, y se contenga la expansión urbana desordenada.”*
>
> *“Turismo convencional: Es aquel que por lo general se realiza de forma masiva y tiene por finalidad el descanso o placer. Sus principales destinos pueden ser ciudades, playas turísticas, zonas arqueológicas, sitios religiosos, museos y sitios icónicos. Puede incluir la construcción y operación de hoteles, villas, servicios, e obras asociadas para la actividad.”*

Al respecto, el uso “vivienda Unifilar” no encaja con la definición de “asentamientos humanos” ya que este ultimo establece nuevos centros de población, cosa que no ocurrirá con el proyecto toda vez que el centro de población y precisamente es dentro de él donde se llevara a cabo el proyecto.

Por otro lado, turismo convencional no aplica, toda vez que se refiere al turismo masivo, cosa que no ocurrirá con el proyecto al tratarse de una vivienda unifamiliar.

Por lo tanto, únicamente se vinculan los criterios generales con el proyecto, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 10: Criterios ecológicos generales del POETY y su vinculación con el proyecto Casa Habitación Chelem.

No.	Criterios ecológicos generales (CG)	Vinculación
1	Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos que cumplan con la normatividad aplicable previo a la disposición de aguas residuales. En todos los casos, el drenaje pluvial y el sanitario deberán estar separados.	Cumple. El proyecto contará con un sistema de tratamiento de agua residual. Para lo cual, en el presente documento se actualiza la información del sistema de tratamiento, ya que se empleara uno la empresa terminador wáter solutions, modelo Wombat 1000, el cual consta de un tanque de HDPE de 1,000 lts de capacidad de tratamiento, y cuanta con tecnología de biorreactor aerobio de lecho móvil (MBBR por sus siglas en ingles de Moving Bed Bio Reactor) , el cual emplea oxígeno a través de un sistema de aireación y un medio de soporte bacteriano para aumentar en gran medida la densidad de bacterias dentro del sistema y de esta forma mejorar la eficiencia del tratamiento de agua y reducir el volumen necesario, a la vez que no se genera lodo residual.

No.	Criterios ecológicos generales (CG)	Vinculación
2	Todo proyecto, obra o actividad que genere residuos sólidos urbanos (RSU), deberán contar con la infraestructura apropiada y con un programa de manejo integral para su recolección, tratamiento o disposición final, ya sea por cuenta propia, contratación de servicios especializados o a través de los servicios públicos municipales.	Cumple, toda vez que durante la etapa de construcción se contará con contenedores de plástico o metal para el acopio temporal de los RSU y se tramitará con el municipio de Progreso el servicio de recolección, a cargo del contratista. En la operación del proyecto los habitantes de la vivienda se encargarán de tramitar su contrato de servicio de recolección de RSU ante el ayuntamiento de Progreso.
3	Todo proyecto, obra o actividad que generen residuos de manejo especial, deberán reportar su generación y estrategias de manejo a la dependencia estatal de conformidad con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.	No aplica. Cabe mencionar que la generación y estrategias de manejo se reportan al estado a través de la Licencia Ambiental Única (LAU), sin embargo, el volumen estimado de generación de la vivienda es inferior al volumen mínimo de reporte de 80 m3, por lo que no le aplica.
4	Todo proyecto, obra o actividad que requieran el abastecimiento de agua subterránea quedarán supeditas a que se demuestre que no se afecta la disponibilidad ni la calidad del agua del acuífero mediante la presentación estudios que determinen los niveles estáticos, la profundidad del manto salino, la velocidad de saturación del suelo, los flujos y el aforo de extracción de agua. Así mismo deberá indicar el número de pozos de extracción necesarios para el proyecto y su distribución en el predio, el volumen de agua requerido en m3/día y las velocidades de extracción en L/s de cada pozo.	No aplica. El suministro de agua potable para la operación del proyecto será proporcionado por el municipio de Progreso, por lo que no se requerirá de pozos de extracción de agua subterránea.
5	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de oquedades, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante derrumbes de zonas cavernosas.	Cumple. En el sitio de trabajo se llevó a cabo la inspección para determinar la presencia de oquedades, dando como resultado su inexistencia.
6	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de zonas inundables, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante efectos climáticos.	Cumple. El sitio del proyecto no se encuentra en una zona inundable.

No.	Criterios ecológicos generales (CG)	Vinculación
7	Los proyectos que incluyan la construcción de caminos, carreteras y estacionamientos deberán integrar un sistema de drenes adecuados y suficientes que permitan el flujo natural del agua y considerar la viabilidad de utilizar materiales permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural.	No aplica. El proyecto no requiere de la construcción de caminos, carreteras ni estacionamientos.
8	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar en terrenos que presenten vegetación forestal, deberán mantener los parches mejor conservados, fomentar la creación de franjas de vegetación para mejorar la conectividad, disminuir la fragmentación y funcionar como corredor biológico.	Cumple, para el diseño del proyecto se consideró el estado de vegetación del sitio por lo que se mantendrán en pie los arboles y palmeras existentes en el predio.
8	Todo proyecto, obra o actividad que requiera la realización de excavación como parte de su proceso construcción, deberá contemplar medidas de mitigación para reducir afectaciones por el material extraído, como puede ser su reutilización en las propias actividades constructivas.	Cumple. El proyecto únicamente realizara excavación puntual para la cimentación. El material extraído será reutilizado en el sitio para su nivelación.
10	Todo proyecto, obra o actividad deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente forestales y en última instancia sobre terrenos forestales previa autorización de la autoridad competente.	Cumple. El proyecto se desarrollará en un terreno inmerso en una zona urbana.
11	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda desarrollar en un predio, deberá identificar y caracterizar los humedales (cenotes, poljes, uvalas, cuevas, grutas, humedales costeros) que se encuentren en su interior, con lo cual deberá establecer las medidas necesarias para evitar los impactos directos, indirectos o a distancia de la obra o actividad que causen la desecación o la sedimentación de los humedales. En el caso de vías de transporte (veredas, caminos, carreteras, red ferroviaria), se deberá evitar la alteración de la hidrodinámica	No aplica. El predio del proyecto no presenta humedales.

No.	Criterios ecológicos generales (CG)	Vinculación
	natural, tanto superficial como subterránea.	
12	Todo proyecto, obra o actividad que extraigan agua salobre del acuífero subterráneo y requieran su desalinización para su uso, deberán presentar los estudios correspondientes que demuestren que no modificarán la integridad funcional de los ecosistemas y las características naturales de los acuíferos, considerando también la descarga de aguas de desecho.	No aplica. El proyecto no extraerá agua salobre.
13	Todo proyecto, obra o actividad, deberá ubicar su sistema de tratamiento de aguas residuales en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero, con el objeto de minimizar el riesgo que las aguas residuales fluyan al acuífero o a la superficie sin haber tenido un adecuado tratamiento. Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse.	Cumple, el proyecto contara con un sistema de tratamiento por lo que no se descargan aguas residuales sin tratamiento. Cabe señalar que la planta seleccionada permitirá cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-2021. Por otro lado, la tecnología MBBR de la planta, resulta en una muy baja o nula generación de lodos, por lo que en caso de generarse se contratará a una empresa especializada para su recolección y disposición final.
14	Todo proyecto, obra o actividad deberá remitirse a los atlas de riesgos y peligros y demostrar que incorporan las medidas constructivas y operativas necesarias para disminuir la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos y a los efectos del cambio climático. Entre dichas medidas se incluyen las siguientes: a) Ubicar las obras y actividades en las zonas de menores niveles exposición. b) Minimizar la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometeorológicos extremos. c) Preservar la cobertura vegetal natural y la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos. d) Adaptar los caminos a la topografía del terreno.	Cumple. El proyecto se encuentra en la zona urbana de la localidad de Progreso., para la zona de Chelem. a) De acuerdo con mapa 46 del atlas de riesgos del estado de Yucatán, elaborado por PROCIVY, toda la localidad de Chelem se encuentra en una misma zona de exposición, con una frecuencia media en la ocurrencia de fenómenos hidrometeorologicos. Sin embargo, dado que el predio del proyecto no se encuentra en primera fila, esta menos expuesto a los efectos de dichos fenómenos. b) se cumple, toda vez que el predio del proyecto se encuentra en una zona urbana, por lo que no se ocasionará fragmentación de un ecosistema natural. c) Las superficies sin construcción se mantendrán permeables para permitir la recarga de agua. d) No aplica ya que no se requiere de adaptación de caminos.

No.	Criterios ecológicos generales (CG)	Vinculación
	e) Utilizar diseños y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, así como la infiltración al subsuelo. f) Disminuir posibles afectaciones a las estructuras de cavernas y formaciones geológicas. j) Implementar diseños y estructuras constructivas que disminuyan la vulnerabilidad.	e) No aplica el diseño y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, toda vez que no se trata de un proyecto que afecte la dinámica litoral. En cuando a la infiltración al subsuelo, se contara con drenaje pluvial. f) No aplica, toda vez que no existen cavernas ni formaciones geológicas en el sitio. j) Cumple, ya que el proyecto estructuralmente será capaz de resistir vientos de huracán categoría 4.
15	Todo proyecto, obra o actividad deberá implementar medidas que favorezcan la recarga del acuífero. Estas medidas podrán incluir la recuperación del suelo, la construcción de pozos de absorción de agua de lluvia y/o la reforestación de áreas desmontadas o degradadas.	Cumple. El proyecto contara con 54.1% de área permeable (25.4% de áreas verdes, más 28.7% de arenal) y con drenaje pluvial para contribuir a la recarga del acuífero.

En cuanto a los criterios específicos, el uso de suelo que más se apega al uso del proyecto, es el de turismo convencional, aunque no se trate de un complejo hotelero, ni villas o departamentos, sino únicamente se trate de un alojamiento de tipo VIVIENDA UNIFAMILIAR.

Tabla 11: Criterios ecológicos del sector turismo convencional y su vinculación.

No.	Criterios del sector Turismo convencional	Vinculación
1	Se supeditará la aprobación de proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios, conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana a la presentación de una estrategia dirigida a: a) Minimizar la expansión urbana desordenada. b) Minimizar la vulnerabilidad específica del acuífero. c) Prevenir la fragmentación de hábitats naturales. d) Satisfacer la demanda de manejo de residuos sólidos y líquidos, y la dotación de servicios urbanos.	No aplica, toda vez que el proyecto no consiste en la construcción y operación de desarrollo inmobiliario, conjunto habitacional, fraccionamiento, lotes urbanizables, establecimiento de hospedaje turístico o infraestructura urbana, sino que únicamente consiste en una vivienda unifamiliar.
2	Los proyectos de urbanización, establecimientos de hospedaje turísticos e	Cumple, toda vez que se encuentra en el supuesto a) del criterio, al pretender

No.	Criterios del sector Turismo convencional	Vinculación
	infraestructura urbana deberán establecerse preferentemente en: a) Vacíos de las áreas urbanas actuales. b) Reservas territoriales definidas en los programas de desarrollo urbano; o c) Áreas que aseguren el acceso a las redes de servicios públicos de drenaje y alcantarillado, manejo de residuos, energía eléctrica y comunicaciones.	desarrollarse en un vacío del área urbana actual de la localidad de Chelem.
3	Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental.	No aplica, el proyecto no contara con planta desalinizadora.
4	Los proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios y de turismo convencional que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como pueden ser captación de agua de lluvia, reuso de agua residual tratada (aguas grises) en riego de áreas verdes y otros usos que no requieran agua potable, instalación de sistemas ahorradores de agua, empleo de vegetación nativa con bajo requerimiento de agua en sus áreas verdes.	Cumple, el proyecto pretende el empleo de sistemas ahorradores de agua y empleo de vegetación nativa en las áreas verdes con bajo requerimiento de agua.
5	En todo proyecto turístico que pretenda hacer uso de los cenotes y cuevas deberá aplicar buenas prácticas para salvaguardar la biodiversidad, incluyendo las siguientes: a) Establecer franjas de amortiguamiento con vegetación natural alrededor de cada cenote, cuya extensión será, por lo menos, de una distancia mínima de 50 metros del borde de estos y la instalación de servicios sanitarios a una distancia de 75 metros a partir de la boca del cenote, cueva o gruta, de conformidad con el Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuervas y Grutas. b) En caso de justificarse, solo podrán realizar aclareos de hasta el 10 % de la cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 centímetros de diámetro.	No aplica, toda vez que no se encuentran cenotes ni cuevas en el sitio del proyecto.

No.	Criterios del sector Turismo convencional	Vinculación
	c) Integrar a los árboles en el diseño arquitectónico de restaurantes, baños, regaderas y áreas comunes a fin de evitar su corte y retiro. d) No se podrá realizar la extracción de flora y fauna del cenote y sus alrededores, e) No se permite la liberación de individuos de especies exóticas, la introducción de mascotas en los cenotes, así como la crianza de especies exóticas (como la tilapia y la rana toro). f) No se permite intervención que modifique su estructura.	
6	Las actividades turísticas convencionales deberán mantener los humedales libres de todo tipo de obra que altere sus condiciones hidrodinámicas (o hidrológicas), así como mantener los procesos hidrodinámicos naturales a fin de minimizar los impactos negativos directos, indirectos o a distancia.	No aplica, toda vez que no se encuentran humedales en el sitio del proyecto.
7	Se deberán mantener libres de obras, temporales o permanentes, las dunas incipientes o embrionarias y las dunas en estuarios, con el objeto de evitar la afectación a integridad funcional del sistema playa-duna costera.	No aplica, toda vez que el sitio se encuentra a 232 m de la costa por lo que no presenta dunas incipientes o embrionarias.
8	El aprovechamiento de las zonas colindantes a las playas se restringirá a instalaciones piloteadas (tipo palafito o andadores) de madera o materiales degradables, las cuales deberán ser ubicadas detrás de la cara posterior del primer cordón de duna, evitando la ocupación de la corona o cresta de la misma. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Las dunas que formen barreras o diques que interrumpan el drenaje se excluirán para la construcción de instalaciones de edificaciones por ser zonas de vulnerables a inundaciones.	No aplica, toda vez que el proyecto no se encuentra colindante a la playa.

No.	Criterios del sector Turismo convencional	Vinculación
9	Se considera la playa como zona potencial de anidación de tortugas marinas y se deberán adoptar las medidas precautorias señaladas en la normativa aplicable, incluyendo: a) Conservar la vegetación nativa y restringir la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. b) Propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. c) Retirar de la playa cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación. d) Reorientar, modificar o desinstalar cualquier equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. e) Implementar el uso de luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, (tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión) que disminuyan los impactos por la iluminación nocturna de la playa. f) Prohibir el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa durante la temporada de anidación. g) Vigilar que los animales domésticos No perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías. h) Vigilar los niveles de ruido de fuentes antropogénicas en las playas de anidación para que no sobrepase el nivel establecido en la norma. i) El manejo de las tortugas marinas solo podrá realizarlo el personal que acredite estar capacitado.	No aplica, toda vez que el proyecto no se encuentra colindante a la playa.

No.	Criterios del sector Turismo convencional	Vinculación
10	La construcción de edificaciones permanentes en dunas terciarias se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. Para asegurar la resiliencia del sistema de dunas, la orientación, tipo y densidad de las edificaciones deberá minimizar la superficie de choque del viento y sujetarse a la capacidad de carga del sistema, y se deberá minimizar la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos.	No aplica, toda vez que el proyecto no se encuentra en una zona de dunas terciarias, sino varios cientos de metros posterior a ellas, de tal modo que éstas no se verán afectadas.
11	Se deberán excluir las playas y las dunas como sitios aptos para la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) del dragado de canales de puertos, bocas de lagunas y lagunas costeras.	No aplica, toda vez que el proyecto no se encuentra colindante a la playa.
12	La construcción y operación de todo desarrollo que requiera suministro de energía eléctrica (incluyendo conjuntos habitacionales, fraccionamientos, establecimientos de hospedaje turísticos, oficinas, plazas comerciales, industria) deberán privilegiar la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado. Asimismo, se recomienda presentar un programa de generación de energías limpias para satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, conforme a las disposiciones normativas aplicables.	Cumple, el diseño y la orientación de la vivienda permite una iluminación y ventilación eficiente, lo que se traduce en ahorro en el consumo energético. Aunque se recomienda la generación de energías renovables, el proyecto se basa en el principio de reducción de consumo, por lo que los equipos de alto consumo como aires acondicionados y refrigerador, serán de tipo invertir.
13	La construcción y operación de infraestructura residencial, comercial, o turística en la zona costera deberá mantener entradas y pasos libres y bien definidos para que la población tenga acceso a las playas y la zona federal marítimo terrestre.	No aplica, toda vez que el proyecto no se encuentra colindante a la playa.
14	Los conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turístico e infraestructura urbana, deberán remitirse a los atlas de riesgos o peligros estatal y municipales vigentes para evitar que se desarrollen en ubicaciones inapropiadas, las cuales incluyen:	Cumple, como se ha mencionado en capítulos anteriores, se han revisado los atlas de riesgo nacional y estatal. a), b), c) y d), En cuanto a los supuestos, ninguna de estas características se encuentra en el sitio del proyecto.

No.	Criterios del sector Turismo convencional	Vinculación
	a) Zonas de aluviones naturales recientes, profundos o superficiales. b) Relleno artificiales en barrancos, humedales y terraplenes o en general terrenos no consolidados, inestables con agrietamientos y sensibles a asentamientos diferenciales o hundimientos. c) Áreas susceptibles a derrumbes o deslizamientos, sobresaturación hidráulica, sobrepeso, o movimientos vibratorios. d) Áreas por debajo del nivel máximo de mareas. e) Áreas susceptibles a inundación. f) Bancos de materiales abandonados. g) Áreas elevadas que al ser deforestadas generan escurrimientos que agravan inundaciones en zonas bajas.	e) De acuerdo con el atlas nacional de riesgo, el municipio presenta una vulnerabilidad baja a la inundación. f) el sitio del proyecto no consiste en un banco de material abandonado. g) el sitio del proyecto no se encuentra en una zona elevada.

3.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán (POETCY)

De acuerdo con el POETCY, el predio del proyecto se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) PRO04-BAR_URB, la cual tiene una política URBANA, al cual no le compete el presente ordenamiento, de tal modo que no se establecen criterios de regulación ecológica ni aplica el análisis de capacidad de carga para esta UGA.



Figura 10: Localización del sitio del proyecto (polígono rojo) dentro de la UGA PRO04-BAR_URB del POETCY.

3.2 Área Natural Protegida (ANP)

El sitio del proyecto no se encuentra dentro de ningún área natural protegida. El ANP más cercano es la Reserva estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte, localizada a 275 m al sur del sitio del proyecto.



Figura 11: Localización del proyecto “Casa Habitación Chelem” respecto al ANP más cercana.

3.3 Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales.

PDU PROGRESO

Zonificación primaria

La zonificación primaria se clasifica en las siguientes categorías específicas sujetas a lineamientos y políticas territoriales específicas.

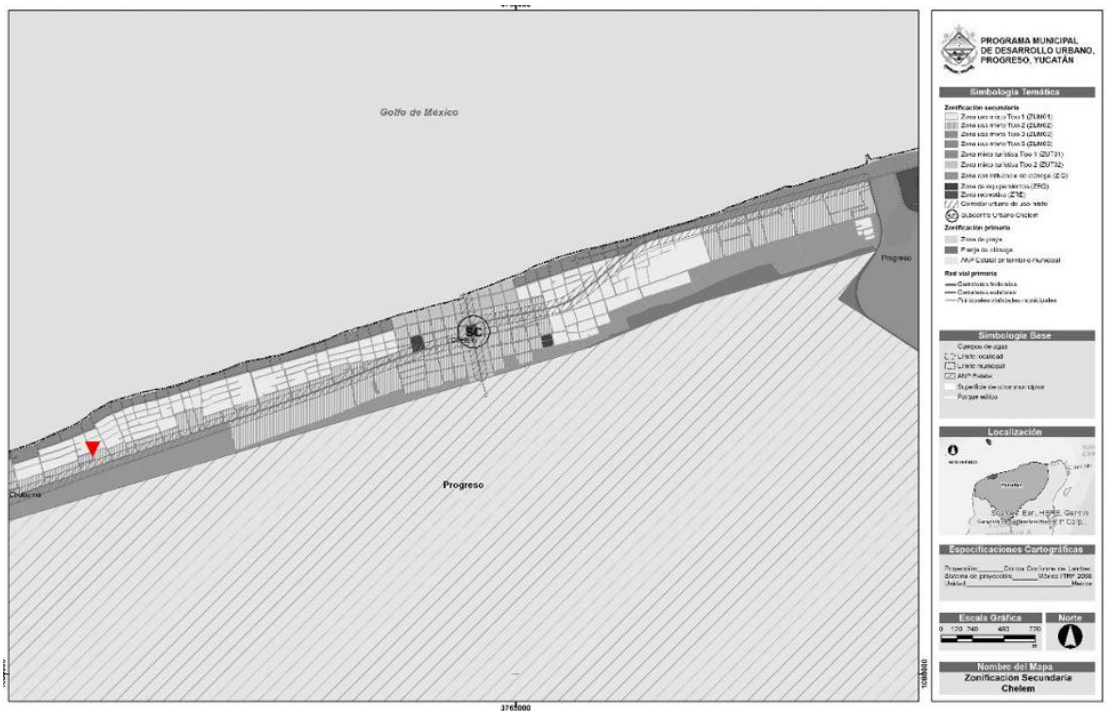
Área Urbanizada (AU): Territorio ocupado por los Asentamientos Humanos y contiene redes de infraestructura, equipamientos y servicios.

Zonificación Secundaria

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

ZONA DE USO MIXTO (ZUM): En general corresponde a las zonas en las que se permite la mezcla de usos de suelo comerciales, de servicios, habitacionales y otros compatibles entre sí y congruentes con los ordenamientos de orden superior. Se clasifica en 11 tipos según su predominancia actual o proyectada de usos:

Zona de uso mixto tipo 1 (ZUM01): predominará el uso habitacional asociado a colonias populares y fraccionamientos, donde es factible localizar usos diferentes al habitacional de bajo y mediano impacto territorial, complementarios a la vivienda y que permitan el acceso de la población a servicios. En este tipo de superficies, se preservarán las densidades e intensidades de ocupación predominantes, promoviendo incrementos graduales en función de la capacidad instalada de la infraestructura y la dinámica urbana. Los usos y actividades de mayor impacto deberán localizarse prioritariamente en los Corredores Urbanos de Uso Mixto. Algunos sectores colindan con Zona de Playa, por lo que los usos de suelo y acciones urbanísticas deberán garantizar la armonización entre las disposiciones de regulación costera-marítima y el desarrollo urbano.



Localización del proyecto según la zonificación secundaria.

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

• Paso 1. Establecer la tipología de acción urbanística, uso y/o destino del suelo.

El uso de suelo del proyecto es de tipo Habitacional de bajo impacto definido por el PMDU como:

> *Habitacional de Bajo impacto: Vivienda unifamiliar entendida como aquella con una sola unidad de vivienda en un lote individual, con acceso independiente desde la vía pública, para Uso Habitacional de una persona o familia*.

• Paso 2. Establecer la compatibilidad con base a los instrumentos de planeación territorial y ambiental de orden superior. o Si no es factible en dichos ordenamientos no se podrán emitir autorizaciones fundamentadas en este PMDU.

> De acuerdo con el POETY el proyecto se encuentra dentro de la UGA PRO04-BAR-URB con política de suelo URBANO, por lo que al proyecto de vivienda unifamiliar no le aplica dicho ordenamiento.
>
> En cuanto al POETY, el proyecto se encuentra en la UGA017-APROV-PRO con política de Aprovechamiento Sustentable, donde el proyecto de vivienda unifamiliar es factible.

• Paso 3. Identificar el NIVEL DE IMPACTO TERRITORIAL del uso o destino del suelo factible en las tablas de uso (bajo, mediano o alto impacto).

> El nivel de impacto del proyecto es de tipo “Bajo impacto” según el apartado 12.2 del PMDU.
>
> *Bajo impacto: una o más de las siguientes características:*
>
> - *Proyectos con una sola unidad de vivienda en un mismo predio o edificio.*

• Paso 4. Determinar la COMPATIBILIDAD para la localización de usos o destinos del suelo en predios e inmuebles, según zonas establecidas en la zonificación secundaria y las áreas urbanizables de la zonificación primaria. o Paso 4.1. En el caso de ACCIONES URBANÍSTICAS, serán factibles aquellas compatibles con los usos y actividades a los que refiere el Paso 4.

> De acuerdo con la Tabla 12A, el proyecto se puede considerar como Uso Urbano, siendo Permitido (PE).
>
> En función de su colindancia, los alrededores también son de tipo habitacional de bajo impacto, por lo que de acuerdo con la Tabla 12B el uso es Permitido (P).
>
> Respecto a la compatibilidad de uso de suelo con la zonificación secundaria establecida en la Tabla 12C, el proyectos es Permitido (P).

Tabla 12A Tabla de compatibilidad de acciones urbanísticas por zonificación primaria.

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

Tabla 12B. Tabla de compatibilidad de uso de suelo por colindancia.

Uso de suelo		Habitacional			Comercial			Servicios			Equipamiento			Industrial			Infraestructura	Área verde	Turismo
		Bajo impacto	Mediano impacto	Alto impacto	Bajo impacto	Mediano impacto	Alto impacto	Bajo impacto	Mediano impacto	Alto impacto	Bajo impacto	Mediano impacto	Alto impacto	Bajo impacto	Mediano impacto	Alto impacto			
Habitacional	Bajo impacto	P	P	N	P	N	N	P	N	N	P	P	N	P	P	N	P	P	N
	Mediano impacto	P	P	P	P	N	N	P	P	N	P	P	N	P	P	N	P	P	N
	Alto impacto	N	P	P	P	P	N	P	P	N	P	P	N	P	P	N	P	P	N

Tabla 12C. compatibilidad de uso de suelo por zonificación.

Zonas/Usos de suelo		Habitacional			Comercial			Servicios			Equipamiento			Industrial			Infraestructura	Área verde	Turismo
		Bajo impacto	Mediano impacto	Alto impacto	Bajo impacto	Mediano impacto	Alto impacto	Bajo impacto	Mediano impacto	Alto impacto	Bajo impacto	Mediano impacto	Alto impacto	Bajo impacto	Mediano impacto	Alto impacto			
	Zona de Uso Mixto Tipo 1 (ZUM01)	P	C	C	P	C	NP	P	C	NP	P	P	C	C	NP	NP	C	P	NP

• Paso 5. Identificar las RESTRICCIONES DE LOCALIZACIÓN para usos o destino del suelo compatibles y reafirmar la compatibilidad, o bien, no permitir su localización: o Aplicar normatividad de localización y colindancias por usos respecto a zonas específicas, otros usos y elementos territoriales restrictivos, contenida en el PMDU y demás normatividad en la materia.

Lineamientos respecto a uso habitacional.

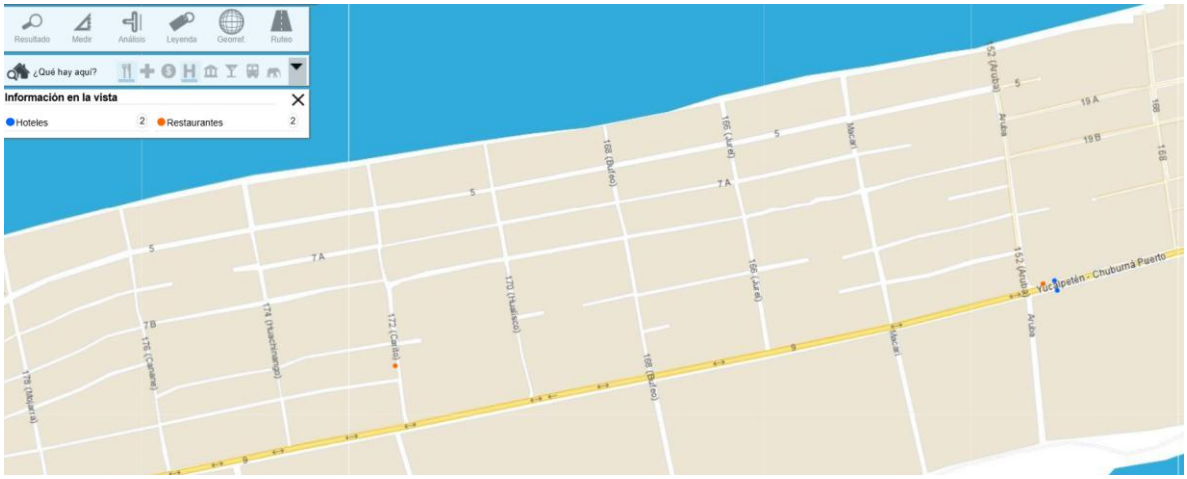
> El uso habitacional será permitido en las zonas compatibles determinadas por este Programa.
>
> Un predio con uso habitacional no puede localizar otro uso o destino diferente a la vivienda, sin la autorización correspondiente.

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

- 100 metros respecto a industria no contaminante, talleres y almacenamientos.
- 200 metros respecto a industria contaminante y/o de alto impacto.
- 250 metros respecto a parques industriales.
- 50 metros respecto a estaciones de policía.
- No se localizarán en zonas donde predomine uso industrial.
- No se permite en colindancia de uso industrial y almacenamientos.
- No se permite en colindancia de talleres.

- No se permite en colindancia de predios con antenas de telecomunicaciones.
- No se permite en colindancia con establecimientos que comercialicen bebidas alcohólicas.
- No se permite en colindancia con establecimientos que comercialicen artificios pirotécnicos y explosivos.
- No se permite este uso en colindancia a estaciones de servicio, gasolineras y estaciones de autoconsumo, así como todo aquel que almacene y/o comercialice derivados del petróleo como principal actividad.
- No se permite en áreas que fueron cementerios.

Para ubicar las colindancias se consultó el Mapa Digital de INEGI, donde se analizó un espacio aproximado de 500 m a ambos lados del predio del proyecto y únicamente se encontraron Hoteles y restaurantes, por lo que se cumplen todas las reglas de colindancia y distancias establecidas.



• Paso 6. En su caso, identificar las pautas sobre los COEFICIENTES MÁXIMOS y la INTENSIDAD DE APROVECHAMIENTO permitido para predios e inmuebles, en las diferentes zonas del municipio, siempre y cuando, la acción urbanística, el uso o destino de suelo sea compatible (Pasos 4 y 5).

El proyecto cuenta con un lote de 370.7 m2 de superficie, del cual se ocuparán 170.17 m2 para la construcción de la vivienda de tal modo que le corresponde un COS de 45.9%, inferior al 70% permitido. Asi mismo, la altura del proyecto será de 3 pisos (incluido el rooftop) siendo inferior a los 5 pisos permitidos.

Tabla 12H. Densidad y coeficientes de ocupación de suelo.

Zona secundaria	Principal vocación	Localidad o unidad geográfica específica	COS	Altura máxima (pisos)
Zona de uso mixto tipo 1 (ZUM01)	Habitacional	General	70%	5 pisos

• Paso 7. Identificar la aplicabilidad de OTRAS NORMAS relacionadas con el ordenamiento y aprovechamiento territorial, contenidas en el mismo Programa o demás instrumentos legales, normativos y de planeación aplicables, siempre y cuando, el uso o destino de suelo sea compatible (Paso 4 y 5). Serán PERMITIDAS las acciones urbanísticas, usos y destinos del suelo, cuya localización o desarrollo sea FACTIBLE con base a la congruencia y cumplimiento de las diferentes disposiciones establecidas en el Programa y demás normatividad aplicable.

No existen otras normas relacionadas con ordenamiento y aprovechamiento territorial a las manifestadas.

3.4 Normas Oficiales Mexicanas

Tabla 12: Normas oficiales aplicables al proyecto y su vinculación.

Norma	Descripción	Vinculación
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Esta norma establece la calidad que debe tener el agua residual tratada previo a su descarga, misma a la que se le dará cumplimiento mediante el sistema de tratamiento modelo Wombat 1000, que consiste en un reactor aerobio de lecho móvil (MBBR) de alta eficiencia.
NOM-041-SEMARNAT-1999	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible.	Se contempla la presente norma toda vez que se emplearan vehículos automotores a gasolina durante la etapa de construcción del proyecto. Estos vehículos se encontrarán en buen estado y preferente contar con la verificación vehicular.
NOM-045-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas que incluyen diésel como combustible.	Se contempla la presente norma toda vez que se emplearan vehículos automotores a Diesel durante la etapa de construcción del proyecto. Estos vehículos se encontrarán en buen estado y preferente contar con la verificación vehicular.
NOM-052-SEMARNAT-2006	Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por	Los residuos peligrosos que se pudieran generar serian dentro de la etapa de construcción y consisten en contenedores y elementos impregnados con pinturas, solventes o aceites, los cuales se generan en cantidades muy pequeñas.

Norma	Descripción	Vinculación
	su toxicidad al ambiente.	Aun así, se contempla la separación de estos residuos respecto a los otros residuos que se pudieran generar y su manejo correrá por cuenta de una empresa especializada.
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.	Como se menciona en el capítulo 4, en el predio del proyecto la única especie de flora listada en la norma fue la *thrinax radiata (*palma ch’iit), la cual será rescatada y reubicada al área de conservación que contempla el proyecto. En el caso de fauna, la única especie presente en la norma fue la *Ctenosaura similis* (iguana negra), de igual forma se promoverá su reubicación hacia el área de conservación del proyecto.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	La presente norma no aplica de forma directa al proyecto, ya que como la misma establece corresponde a los vehículos automotores que circulan por las vías de comunicación terrestre, y el proyecto no contempla la creación de vías de circulación terrestre. Sin embargo, para reducir los impactos indirectos, se considera aplicable la norma hacia los vehículos que se empleen para la construcción de la vivienda, incluyendo camiones y camionetas.

3.5 Leyes federales

3.5.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

Última reforma publicada en el DOF el 01-04-2024.

Articulo	Vinculación
ARTICULO 5.- son facultades de la federación: Fracción X.- 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.	Realizando la revisión del artículo para determinar si la evaluación de la Manifestación de impacto ambiental (MIA) corresponde a la federación o al estado, se tiene que al proyecto es de competencia federal.
ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que	

Articulo	Vinculación
puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;	
ARTÍCULO 30: Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	En cumplimiento a lo establecido, se presenta la manifestación de impacto ambiental para su evaluación.
ARTICULO 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios: I.- El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;	En la evaluación normativa del proyecto y su compatibilidad de uso de suelo, se realiza la revisión de los programas ecológicos y de desarrollo urbano, en base a los cuales se tiene que el proyecto es compatible con el Programa de Ordenamiento Territorial del estado de Yucatán (POETY) y con el Programa de Desarrollo Urbano municipal (PDU) de Progreso
ARTÍCULO 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio.	Durante las etapas de construcción y operación del proyecto se emitirán gases contaminantes a la atmosfera por el empleo de vehículos y maquinaria. En el documento se incorporan medidas de mitigación para velar el cumplimiento de las normas de emisiones para vehículos automotores.
ARTÍCULO 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la	

Articulo	Vinculación
atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	
ARTÍCULO 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país; IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo	El proyecto contará con un sistema de tratamiento de agua residual. Para lo cual, en el presente documento se actualiza la información del sistema de tratamiento, ya que se empleara uno la empresa terminador wáter solutions, modelo Wombat 1000, el cual consta de un tanque de HDPE de 1,000 l de capacidad de tratamiento, y cuanta con tecnología de biorreactor aerobio de lecho móvil (MBBR por sus siglas en ingles de Moving Bed Bio Reactor) , el cual emplea oxígeno a través de un sistema de aireación y un medio de soporte bacteriano para aumentar en gran medida la densidad de bacterias dentro del sistema y de esta forma mejorar la eficiencia del tratamiento de agua y reducir el volumen necesario, a la vez que no se genera lodo residual.
ARTÍCULO 121.- No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	
ARTÍCULO 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;	Durante la etapa de construcción se generarán residuos de manejo especial (RME) derivados de la propia obra, los cuales se separarán de los RSU para su traslado a sitios de disposición final autorizados.
ARTÍCULO 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar: I. La contaminación del suelo; II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos; III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y IV. Riesgos y problemas de salud.	

Articulo	Vinculación
ARTÍCULO 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	Se contempla la posible generación de ruido producto del uso de vehículos y maquinaria durante los trabajos de construcción, por lo que se plantean medidas de prevención y mitigación para reducir su afectación en el capítulo correspondiente. Al personal que lo requiera se le proporcionara equipo de protección auditiva, térmica y/o lumínica según sea el caso.

3.5.2 Ley General para la prevención y gestión Integral de los Residuos

Última reforma publicada DOF 08-05-2023

Artículo	Vinculación con el proyecto
ARTÍCULO 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán sub clasificarse 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.	Durante todas las etapas del proyecto se fomentará la separación de basura en orgánicos e inorgánicos antes de ser enviados al sitio de disposición final autorizado.
ARTÍCULO 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;	Durante la etapa de construcción se generarán residuos de manejo especial (RME) derivados de la propia obra, los cuales se separarán de los RSU para su traslado a sitios de disposición final autorizados.

3.5.3 Ley General de Vida Silvestre

Última reforma publicada en el DOF 19-01-2018

Artículo	Vinculación con el proyecto
ARTÍCULO 27 BIS. No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras.	De conformidad con el artículo, no se introducirá ninguna especie exótica de flora o fauna.
ARTÍCULO 30. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre…	De conformidad con el artículo, a los trabajadores y habitantes se les concientizara sobre el cuidado de la fauna silvestre para evitar actos de crueldad.

3.5.4 Ley de Aguas Nacionales

Última reforma publicada en el DOF 06-01-2020

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 14 BIS 5. Los principios que sustentan la política hídrica nacional son: XXII. El uso doméstico y el uso público urbano tendrán preferencia en relación con cualquier otro uso.	El uso principal que se le dará al agua subterránea corresponde a uso doméstico. Para conservar la calidad ambiental y preservar el recurso hídrico, el proyecto contara con una planta de tratamiento de agua residual que permita reincorporarla al acuífero sin ocasionar daños ambientales.
Artículo 47. Las descargas de aguas residuales a bienes nacionales o su infiltración en terrenos que puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos, se sujetarán a lo dispuesto en el Título Séptimo de la presente Ley. "La Autoridad del Agua" promoverá el aprovechamiento de aguas residuales por parte de los municipios, los organismos operadores o por terceros provenientes de los sistemas de agua potable y alcantarillado.	Dado que la localidad de Chelem se encuentra dentro del municipio de Progreso, y el manejo y tratamiento de agua residual es de competencia municipal, y a la inexistencia de sistema de drenaje, el proyecto contara con su propio sistema de tratamiento de agua, para cuya descarga se realizará el Trámite CONAGUA-01-022: Aviso de descarga de aguas residuales en localidades que carezcan de sistema de alcantarillado y saneamiento.

3.6 Reglamentos Federales

3.6.1 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental (REIA)

Última reforma publicada DOF 31-10-2014

El REIA es un instrumento normativo de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción y tiene como objeto reglamentar la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:	El proyecto comprende la construcción de una vivienda unifamiliar por lo que le aplica el requerimiento de autorización en materia de impacto ambiental, por lo tanto, se elabora el presente estudio para su evaluación y autorización.
ARTÍCULO 9: Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.	

3.6.2 Reglamento de La LGEEPA En Materia De Prevención Y Control De Contaminación A La Atmosfera

Última reforma publicada DOF 31-10-2014

Artículo	Vinculación con el proyecto
ARTÍCULO 13.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	Para tal efecto la federación ha expedido normas para la emisión de contaminantes provenientes de automotores, las cuales serán cumplidas durante todas las etapas del proyecto, ya que los vehículos automotores a utilizar contarán con sus mantenimientos que garanticen su correcto funcionamiento.
ARTÍCULO 28. La emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y	

Artículo	Vinculación con el proyecto
de Energía, Minas e Industria Paraestatal, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.	

3.6.3 Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido

Última reforma publicada DOF 31-10-2014

Artículo	Vinculación con el proyecto
ARTÍCULO 32.- Cuando por cualquier circunstancia los vehículos automotores... rebasen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, el responsable deberá adoptar de inmediato las medidas necesarias, con el objeto de que el vehículo se ajuste a los niveles adecuados.	Como medida preventiva se utilizará maquinaria y vehículos en buen estado con mantenimientos adecuados por lo que no se prevé superar los límites máximos. Para reducir el impacto a externos, se establecerán horarios de trabajo.

3.6.4 Reglamento De La Ley De Aguas Nacionales

Última reforma publicada DOF 25-08-2014

Artículo	Vinculación con el proyecto
ARTICULO 134. Las personas físicas o morales que exploten usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	El proyecto contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales para eliminar los contaminantes y reintegrarlas con la calidad establecida en las normas de calidad del agua.

3.7 Leyes Estatales

3.7.1 Ley de protección al Medio Ambiente del Yucatán

Última Reforma D.O. 08-09-2021

Artículo	Vinculación con el proyecto
ARTÍCULO 31.- El impacto ambiental que pudieses ocasionar las obras o actividades que no sean de competencia federal, será evaluado por la	Al respecto se tiene que el proyecto no es de competencia estatal por estar definido dentro de los supuestos del

Artículo	Vinculación con el proyecto
Secretaría y sujeto a autorización de ésta, con la participación de los municipios respectivos, en los términos de esta Ley y su Reglamento cuando su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambiental significativos...	artículo 28 de la LGEEPA y del 5 del REI, por lo que la evaluación y autorización le compete a la SEMARNAT.
ARTÍCULO 32.- Requieren de la autorización establecida en el artículo anterior, las personas físicas o morales que pretendan realizar las siguientes actividades: XI.- La construcción de conjuntos habitacionales, fraccionamientos y nuevos centros de población;	
ARTÍCULO 95.- Las emisiones contaminantes a la atmósfera tales como, humo, polvos, gases, vapores, olores, ruido, vibraciones y energía lumínica, no deberán rebasar los límites máximos permisibles contenidos en las normas oficiales vigentes, en las normas técnicas ambientales que se expidan y en las demás disposiciones locales aplicables en el Estado de Yucatán. Los propietarios de fuentes fijas y móviles que generen cualquiera de estos contaminantes, están obligados a instalar mecanismos para la recuperación y disminución de las emisiones contaminantes.	Se cumple, toda vez que los equipos automotores a gasolina y diésel cuentan con filtros que reducen la emisión de gases y partículas, los cuales se mantendrán en buen estado a través de sus mantenimientos periódicos, En caso de transporte de material, los camiones contaran con lonas para evitar la dispersión de partículas.
ARTÍCULO 96.- Para la protección de la atmósfera, y lograr una calidad de aire ambientalmente adecuado en todo el territorio del Estado, de acuerdo con las normas establecidas al efecto, las emisiones de contaminantes a la atmósfera, ya sea que provengan de fuentes fijas y móviles, artificiales o naturales, deberán ser reguladas y controladas por el Estado para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población, el equilibrio ecológico y la protección al ambiente.	
ARTÍCULO 111.- La generación de aguas residuales en cualquier actividad susceptible de producir contaminación, conlleva la responsabilidad de su tratamiento previo a su uso, reusó o descarga, de manera que la calidad del agua cumpla con la normatividad aplicable.	Durante todas las etapas de proyecto se llevará un adecuado manejo de las aguas residuales, ya que durante la etapa de construcción se contratará servicio de letrinas portátiles, y durante la operación la vivienda contará con una planta de tratamiento de agua residual.

3.7.2 Ley para la gestión integral de los residuos en el estado de Yucatán

Última Reforma D.O. 5-julio-2021

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 6. Los residuos objeto de esta Ley se clasifican en: I.- Residuos de manejo especial: a) Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera; g) Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; II.- Residuos Sólidos: a) Los generados en las casas habitación, unidades habitacionales o similares que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en actividades domésticas, de los productos que se consumen, de sus envases, embalajes o empaques y los provenientes de cualquier otra actividad que genere residuos sólidos con características domiciliarias,	Al respecto, se considera la generación de RME de competencia estatal durante la etapa de construcción y de RSU de competencia municipal durante la etapa de operación. Para la recolección y disposición de los RME el contratista del proyecto deberá contratar los servicios de una empresa especializada, mientras que para los RSU el promovente tramitará su contrato de servicios correspondiente con el municipio.

3.8 Reglamentos Estatales

3.8.1 Reglamento De La Ley De protección Al Ambiente Del Estado De Yucatán

Última Reforma D.O. 21-05-2021

Artículo	Vinculación con el proyecto
ARTÍCULO 134. Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permitidos, por tipo de contaminante o por fuentes de contaminación, de conformidad con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	Se considera el uso de vehículos y maquinaria con sus mantenimientos al día y su verificación vehicular para garantizar el cumplimiento de las normas pertinentes.
Artículo 135. Para los efectos del presente capítulo, son fuentes fijas de competencia estatal las señaladas en el artículo 101 bis de la Ley, y que a la vez se consideran sectores de los cuales se derivan los siguientes subsectores específicos de fuentes fijas de competencia estatal:	En concordancia con lo establecido en el reglamento, se tiene que la actividad de construcción no se encuentra catalogada como fuente fija.
ARTÍCULO 195. Todas las descargas de aguas residuales domésticas deberán ser vertidas a fosas	En este sentido, se contarán con sistemas de tratamiento de aguas

Artículo	Vinculación con el proyecto
sépticas o algún sistema de recolección, que cuente con el tratamiento que garantice la reducción de contaminantes del agua residual.	residuales para reducción de contaminantes de conformidad con las normas oficiales.

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

Última reforma D.O. 30 de abril 2021

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 40. Las personas físicas o morales que se dediquen a alguna de las etapas de la gestión integral de los residuos de manejo especial, además de lo indicado en los artículos 27 y 28 de la Ley, estarán obligados a: I. Contar con la autorización de la Licencia Ambiental Única y con ello la clave de autorización. II. Disponer los residuos en sitios autorizados por la Secretaría; III. Contar con las medidas de seguridad para prevenir y responder a accidentes que involucren los residuos, de conformidad con las disposiciones de las leyes ambientales, de protección civil y demás normatividad que resulte aplicable; IV. Contar con personal capacitado en el manejo adecuado de los residuos; V. Presentar informes anuales por las acciones de manejo de los residuos y emisiones de gases contaminantes a la atmósfera como parte integral de la cédula de operación anual, según se determine en la autorización de Licencia Ambiental Única, y VI. Realizar las demás actividades previstas en la Ley, este Reglamento y demás disposiciones aplicables.	En cumplimiento al artículo, el proyecto generará residuos considerados de manejo especial, los cuales serán separados y manejados por una empresa especializada.
Artículo 42. Las personas físicas o morales generadoras de residuos deberán clasificar los mismos de acuerdo con la normatividad vigente emitidas por las autoridades municipales, estatales y federales en el ámbito de sus respectivas competencias.	El proyecto llevara a cabo la clasificación de residuos desde las etapas de construcción, buscando la máxima valoración y reuso de los residuos.

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

4.1 Delimitación del sistema ambiental

El Sistema Ambiental, se define como el espacio geográfico descrito e integrado estructural y funcionalmente, por el área del proyecto y de su influencia por fuera de su polígono.

Para la delimitación del sistema ambiental del proyecto se consideró lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán (POETCY) toda vez que el programa ha realizado diversos análisis bióticos, abióticos y socioeconómicos para el establecimiento de las Unidades de gestión Ambiental (UGAs) de tal modo que éstas pueden interpretarse y emplearse como un sistema ambiental, al ser áreas que comparten características comunes. De esta forma, el sistema ambiental para el proyecto consiste en la UGA PRO04-BAR_URB.

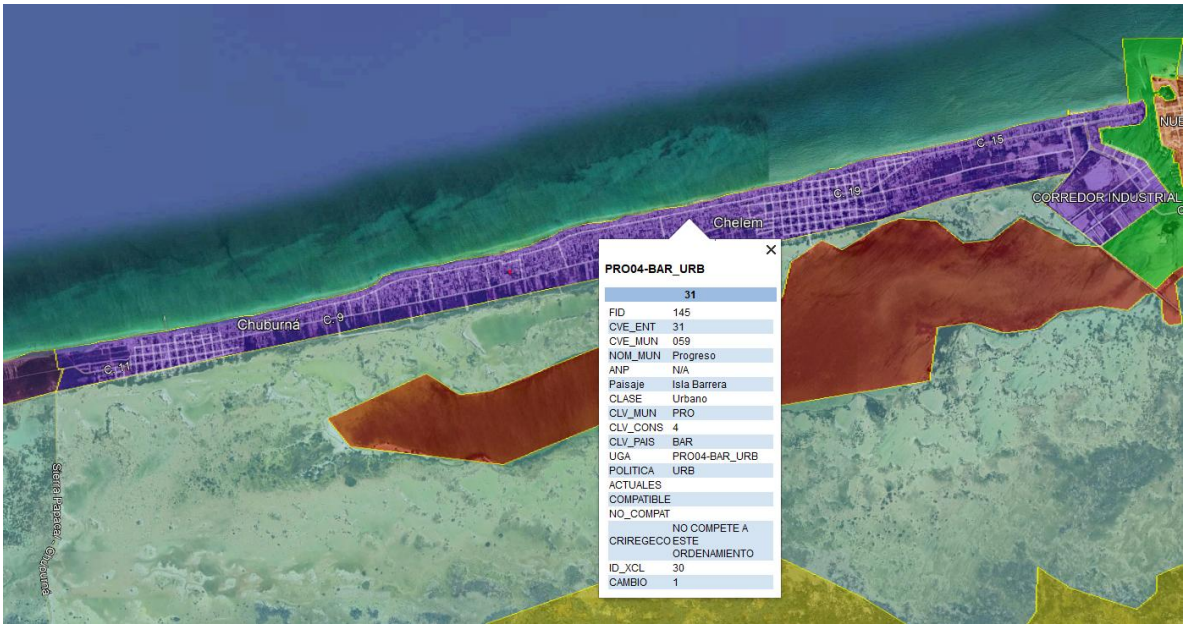


Figura 12: Delimitación del sistema ambiental del proyecto Casa Habitación Chelem.

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

4.2.1 Medio biótico

Según la carta de vegetación y Uso de Suelo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el sistema ambiental definido como la UGA PRO04-BAR_URB presenta 2 tipos de

vegetación principal, delimitados por la carretera Chelem-Chuburna, ya que al norte se encuentra vegetación de Duna Costera y al sur se encuentra vegetación de Manglar.

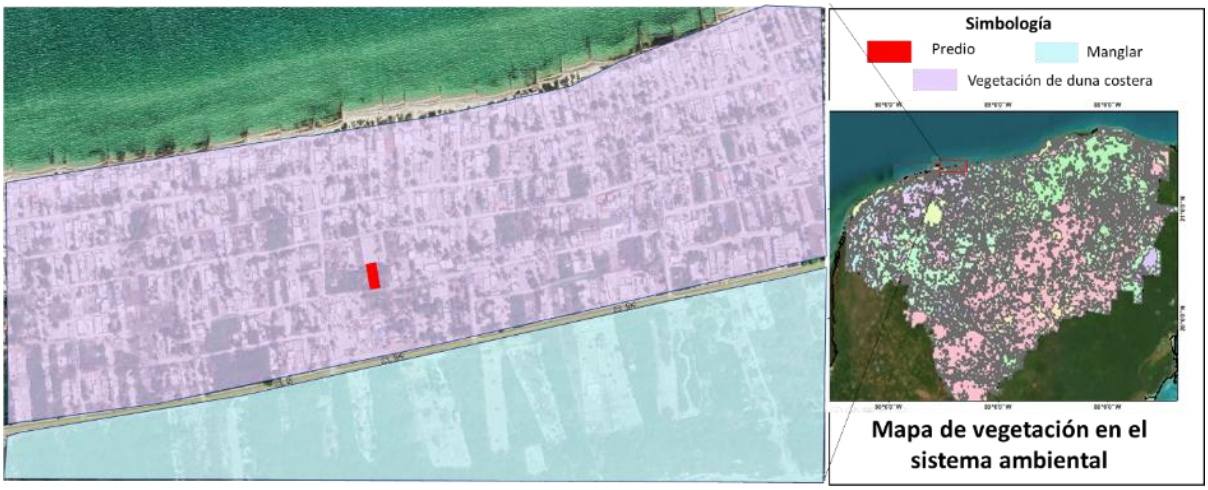


Figura 13:Vegetación presente en el sistema ambiental del sitio del proyecto.

Cerca de la costa de Yucatán se desarrolla la vegetación halófila típica de la línea de costa, la duna costera y el matorral de duna costera que, debido a sus características edáficas particulares, son el hábitat de varias especies especializadas y restringidas a estos ambientes.

La vegetación de dunas costeras se extiende heterogéneamente a lo largo del litoral del estado, distribuidos en una franja angosta cuyo ancho puede variar de 50 a 300m. Se despliega sobre suelos arenosos calcáreos que poseen muchos restos de conchas de moluscos y materia orgánica (procedente de pastos marinos o seibadales) que son arrastrados por el oleaje y las corrientes marinas (Flores *et al*., 2010)

Actualmente la costa yucateca ha perdido más de la mitad de la extensión territorial de la vegetación de duna costera que originalmente tuvo, debido a la forma como se han llevado a cabo las obras de urbanización y aprovechamiento de los recursos naturales (Durán y Méndez, 2010).

En cuanto a la vegetación de manglar, esta es una comunidad que se extiende a lo largo del litoral yucateco, en especial en los bordes de las lagunas costeras y riadas. Sus suelos contienen mucha turba originada de la materia orgánica retenida, casi siempre están inundados, pero muchos se secan durante la época de sequía, formando blanquizales de suelos hipersalinos.

En los manglares del estado de Yucatán se encuentran las cuatro especies arbóreas que son características de este tipo de vegetación en México: *Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa y Conocarpus erectus* (Flores *et al.*, 2010)

4.2.2 Medio abiótico

4.2.2.1 Clima y fenómenos meteorológicos

En el estado de Yucatán el 85.5% de la superficie del estado presenta climas cálido subhúmedo y el restante 14.5% presenta clima seco y semiseco, que se localiza en la parte norte del estado. La temperatura media anual es de 26°C, la temperatura máxima promedio es alrededor de 36°C y se presenta en el mes de mayo, la temperatura mínima promedio es de 16°C y se presenta en el mes de enero. La precipitación media estatal es de 1 100 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a octubre.

El municipio de progreso tiene un tipo de clima seco muy cálido y cálido (66.64%) y Semiseco muy cálido y cálido (33.36%), con una temperatura media que oscila entre 24- 26° C y un rango de precipitación de 700 mm.

En las siguientes figuras se presentan los mapas de geología, temperaturas y precipitación del estado de Yucatán, indicando la ubicación del proyecto.

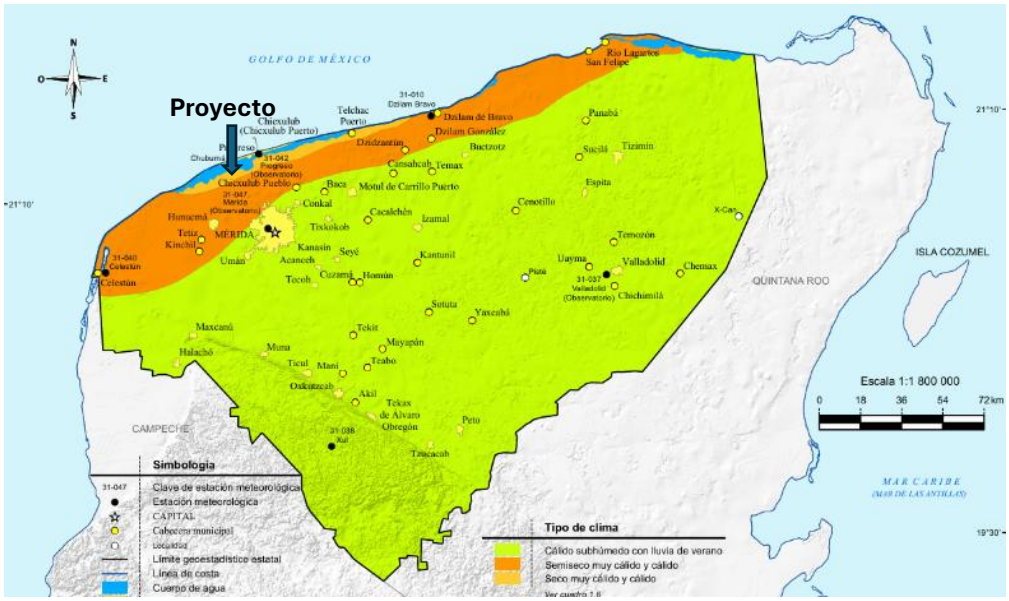


Figura 14: Tipos de climas de Yucatán.

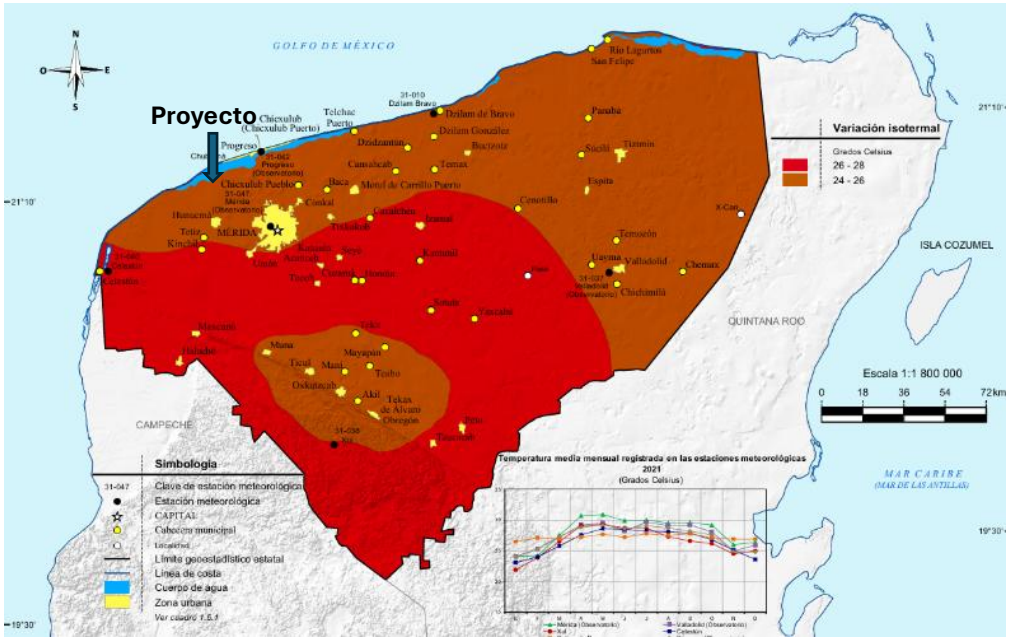


Figura 15: *Variación de temperaturas en Yucatán*.

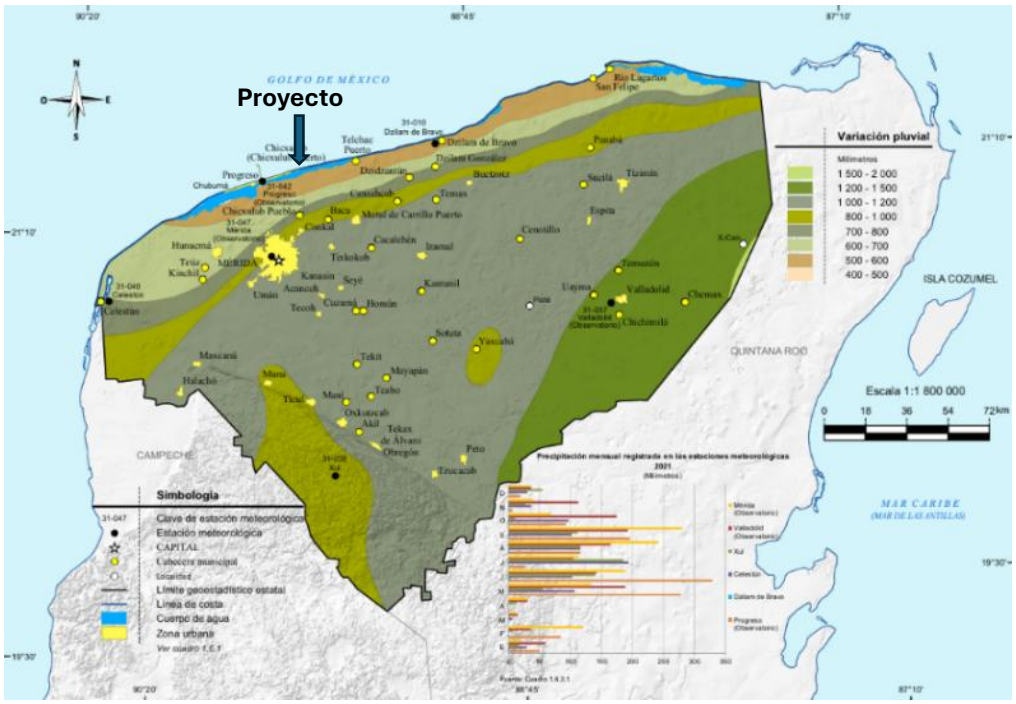


Figura 16: *Distribución de precipitación en Yucatán*.

Respecto a los fenómenos hidrometereológicos, los ciclones tropicales son fenómenos naturales, con vientos fuertes que rotan en sentido contrario a las manecillas del reloj y originan lluvias intensas e incremento en el oleaje. Estos sistemas de tormenta requieren de al menos calor y humedad para su formación; como consecuencia, sólo se desarrollan en los trópicos, entre las latitudes 5° y 30° norte y sur, en las regiones y temporadas en que la temperatura del mar es superior a los 26° C. (CENAPRED 2007). Cuando estos sistemas

tropicales tocan tierra, especialmente a nivel continental, pueden disminuir su velocidad, generando intensas e inesperadas precipitaciones de lluvias.

Para la clasificación de fenómenos meteorológicos se emplean dos escalas, la primera es a de Beaufort que va del 0 al 12, correspondiente a calma y huracán respectivamente, pasando entre ellos las depresiones y las tormentas tropicales; mientras que para medir la intensidad de los Huracanes se emplea la escala Saffir-Simpson, la cual va del 1 al 5, según la velocidad de viento que alcancen.

El estado de Yucatán se encuentra en una zona donde está sujeta a afectaciones por fenómenos meteorológicos provenientes del Océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México, siendo la “Temporada de huracanes” el periodo de tiempo de mayor probabilidad de ocurrencia y va del 1 de junio al 30de noviembre.

Del atlas de peligros por fenómenos naturales del estado de Yucatán, se extraen las siguientes mapas que proporcionan información sobre la ocurrencia (frecuencia) que han tenido estos fenómenos y el grado de vulnerabilidad de las zonas afectadas.

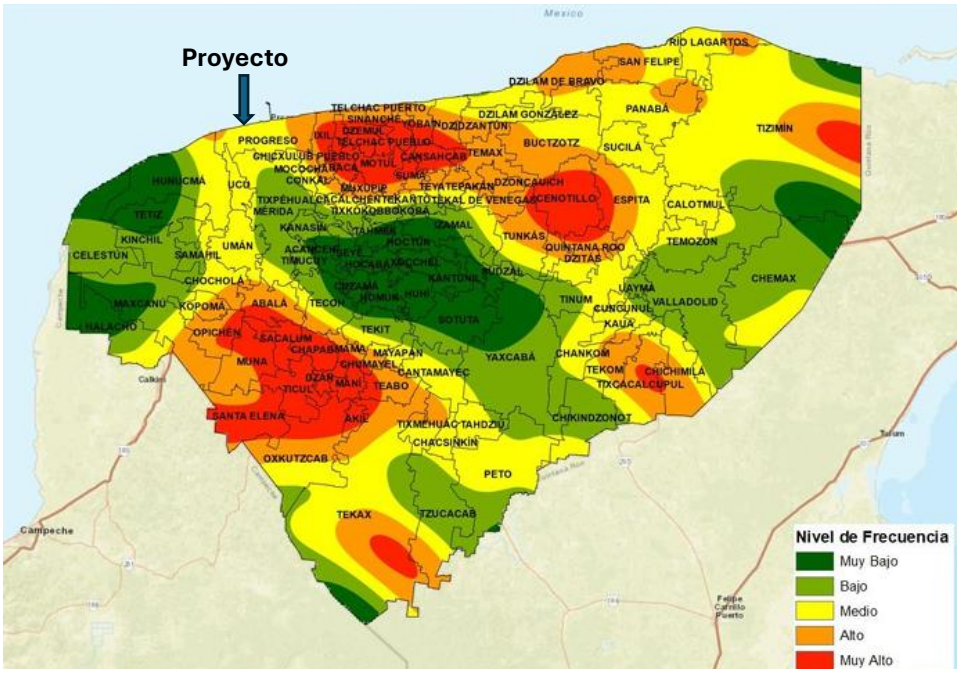


Figura 17: *frecuencia relativa de ciclones tropicales.*

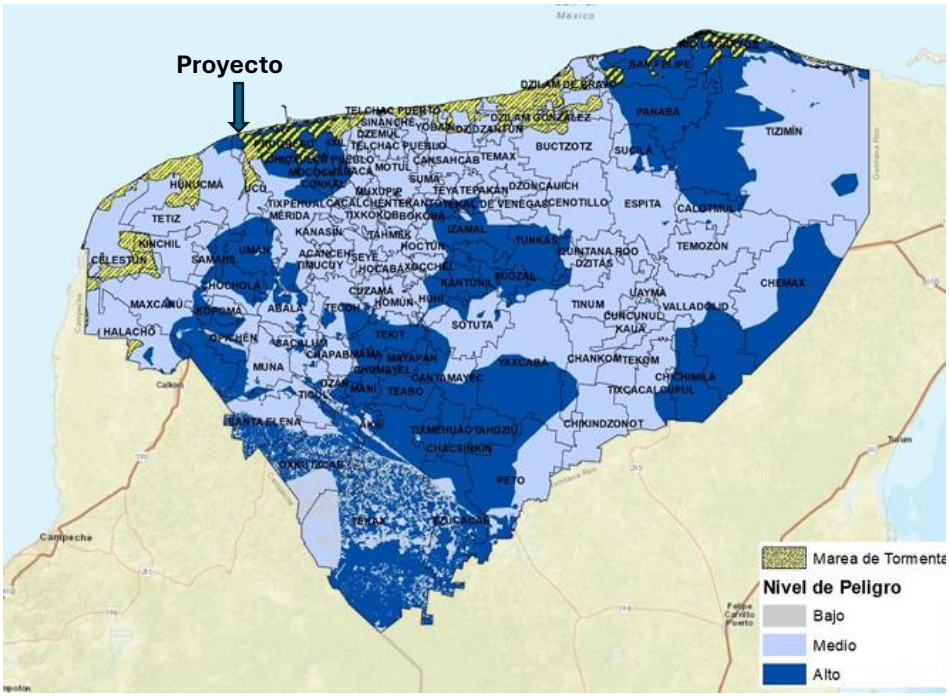


Figura 18: *Nivel de peligro por inundación*.

4.2.2.2 Geología y geomorfología

La superficie del municipio de Progreso se encuentra compuesto por una geología del periodo Neógeno (Neógeno (48.54%) y Cuaternario (33.64%), teniendo roca sedimentaria de tipo caliza en el 55.19%, suelo lacustre en el 26.33% y litoral en un 0.66%. Las zonas urbanas corresponden a un 5.66% y los cuerpos de agua lagunares al 12.16%.

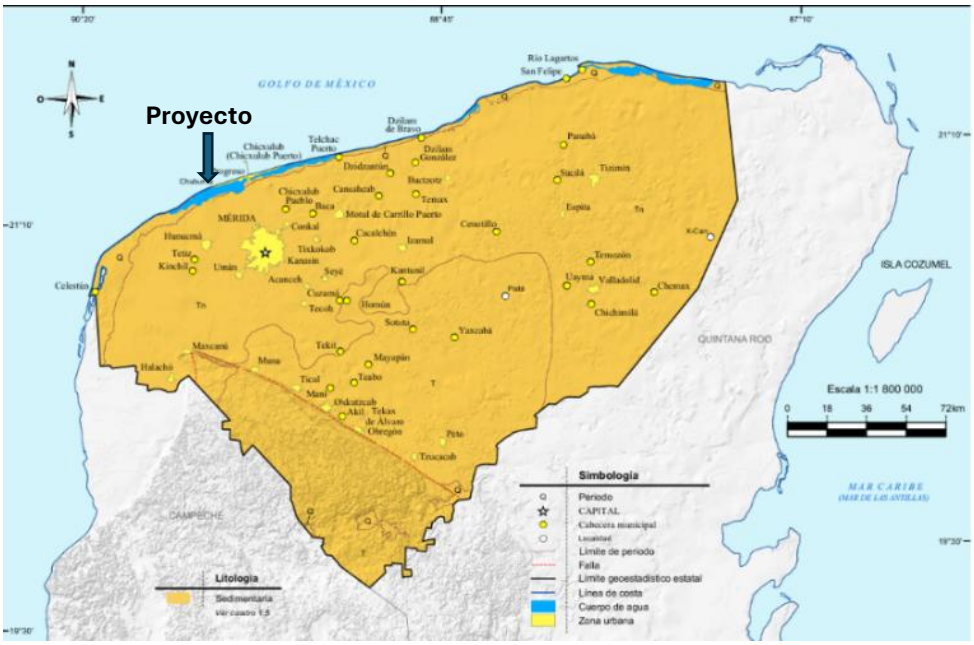


Figura 19: *Mapa geológico del estado de Yucatán*

4.2.2.3 Hidrología superficial y subterránea

El área de estudio del proyecto se encuentra en la Región Hidrológica XII denominada Península de Yucatán. Esta Región Hidrológica comprende la totalidad de los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche (exceptuando el municipio de Palizada), siendo la parte correspondiente al norte de Yucatán y donde se establecerá el proyecto en la localidad de Chelem, municipio de progreso, la región hidrológica Yucatán norte (región 32).

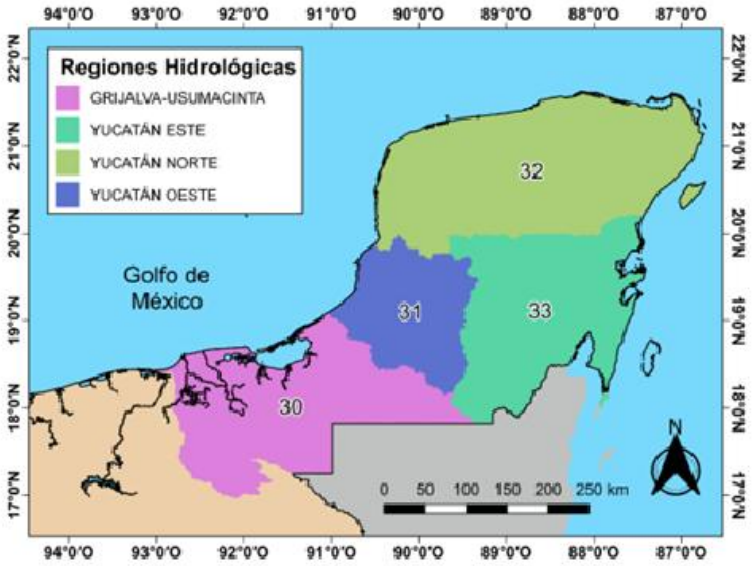


Figura 20: regiones hidrológicas de la península de Yucatán.

En el estado de Yucatán no existen corrientes superficiales como ríos o lagos, únicamente cuerpos de agua temporales debido a las características del subsuelo cárstico, por lo que la única fuente de abastecimiento es el agua subterránea.

Respecto al flujo de agua subterránea, ésta se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia las zonas de menor precipitación, lo que se traduce en un movimiento desde el sur del estado hacia la costa.

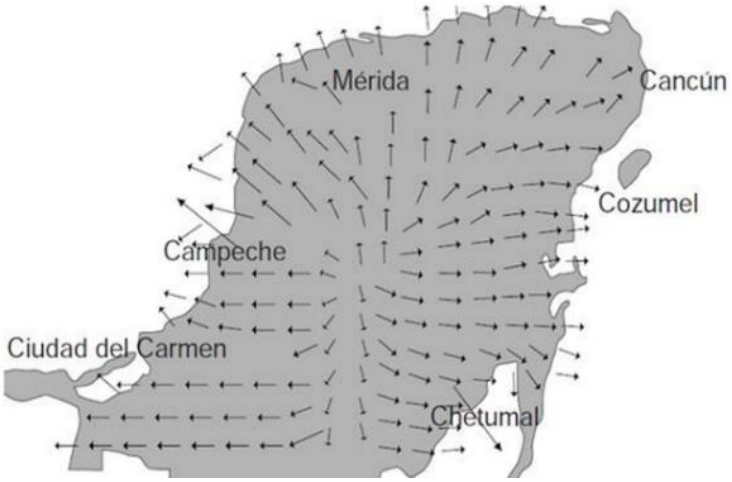


Figura 21: Flujos de agua subterránea en Yucatán.

4.2.2.4 Suelos

Respecto a los tipos de suelo, el municipio de progreso presenta suelos de tipo Leptosol (56.94%), Solonchak (24.36%) y Arenosol (0.88%).

Los Leptosoles (del griego *leptos*, delgado) son suelos someros y pedregosos que pueden tener roca continua en o muy cerca de la superficie, y son el tipo de suelo más común en México y en la península de Yucatán.

El suelo Solonchak corresponde a suelos con alto contenido de sales, y se forman en zonas áridas o semiáridas con altas condiciones de evaporación. En este tipo de suelos suele crecer vegetación herbácea y halófita.

El suelo arenosol tiene una textura gruesa y granulada (arenoso) y son propensos a la erosión, son suelos secos y porosos con un drenaje rápido por lo que presentan déficit en nutrientes y agua.

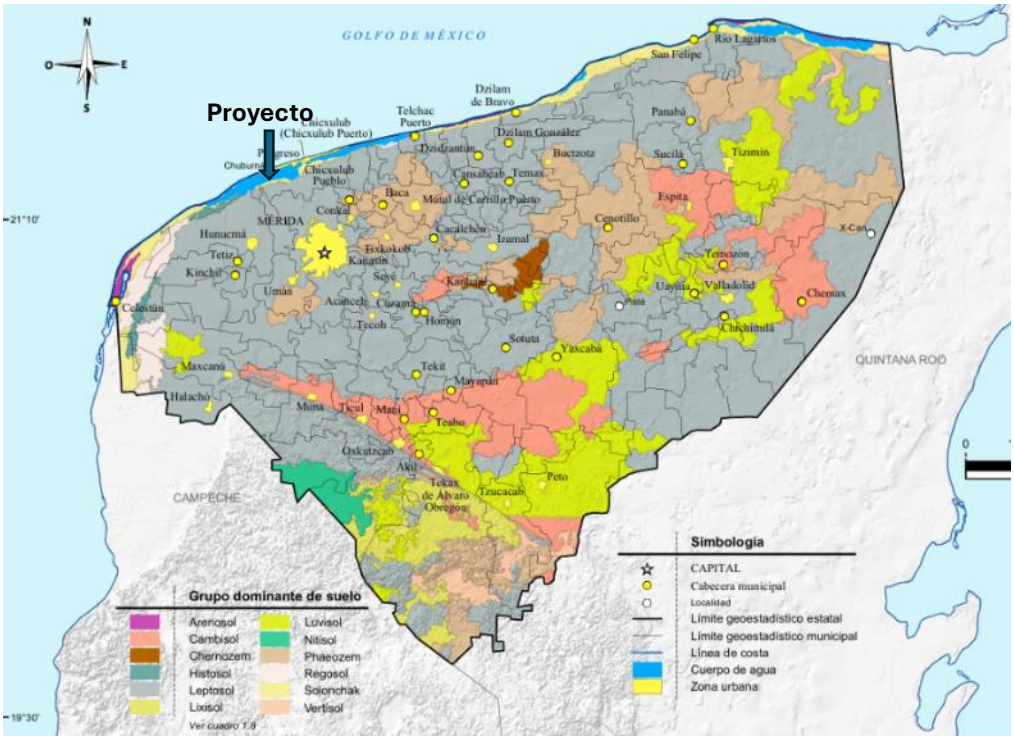


Figura 22: Mapa de distribución de suelos en el estado de Yucatán.

4.3 Delimitación del área de influencia

La delimitación del área de influencia se realizó en función de la distancia obtenida por la dispersión de ruido, que resulto en 100 m a la redonda. Esta distancia resulta representativa considerando las condiciones bióticas y de urbanización que se encuentra en las inmediaciones del predio del proyecto.



Figura 23: Poligonal de la zona de influencia del proyecto.

Dentro de la zona de influencia se realizaron 7 cuadrantes en 7 predios diferentes y de fácil acceso, donde se tomaron registros de especie y número de individuos, registros fotográficos y auditivos para la identificación de las especies de flora y fauna.

Debido principalmente al crecimiento y desarrollo que se presenta en la zona. En general se trata de una zona altamente fragmentado con predios carentes de vegetación y áreas con elementos emergentes de Matorral de Duna Costera con diferentes grados de perturbación.

La mayoría de los predios contiguos albergan construcción de viviendas unifamiliares de tipo urbano, casas veraniegas o desarrollos inmobiliarios que mantienen poco o nulas áreas verdes, se observan plantas de ornato propias de las dunas e introducidas. En las figuras siguientes se ofrecen los aspectos generales de las inmediaciones como son calles de acceso al sitio, terrenos en breña con una cubierta herbácea generada por vegetación secundaria derivada de matorral de duna costera del tipo espinoso.







Figura 24: Aspectos del muestreo en cuadrantes de la zona de influencia del proyecto



Figura 25: Predios circundantes con construcción o en condiciones alteradas.

Composición Florística de la Zona de Influencia

En la siguiente tabla se muestran los registros de vegetación existente en los cuadrantes muestreados, así como avistamientos en la zona de influencia, como se puede observar se pudieron identificar 25 especies distribuidas en 15 familias, siendo la Fabaceae mejor representada con 5 especies.

Tabla 13. Listado florístico de la Zona de influencia.

No	Familia	Especie	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	*Meliaceae*	*Azadirachta indica*	neem	
2	*Bataceae*	*Batis maritima*	alambrillo	
3	*Primulaceae*	*Bonellia macrocarpa*	lengua de gallo	
4	*Burseraceae*	*Bursera simaruba*	chacaj	
5	*Fabaceae*	*Caesalpinia vesicaria*	mareña	
6	*Fabaceae*	*Caesalpinia vesicaria*	mareña	
7	*Apocynaceae*	*Cascabela thevetia*	campanilla	
8	*Casuarinaceae*	*Casuarina equisetifolia*	Casuarina	
9	*Apocynaceae*	*Catharanthus roseus*	vicaria	
10	*Polygonaceae*	*Coccoloba uvifera*	uva de mar	
11	*Arecaceae*	*Cocos nucifera*	Cocotero	
12	*Boraginaceae*	*Cordia sebestena*	ciricote de playa	
13	*Euphorbiaceae*	*Euphorbia heterophylla*	pool kuuts	
14	*Convolvulaceae*	*Ipomoea pes-caprae*	riñonina	
15	*Verbenaceae*	*Lantana involucrata*	orégano xiiw	
16	*Passifloraceae*	*Passiflora foetida*	poch	
17	*Fabaceae*	*Piscidia piscipula*	ja'abin	
18	*Fabaceae*	*Pithecellobium dulce*	guamuchil	
19	*Fabaceae*	*Pithecellobium keyense*	ya'ax k'aax	
20	*Asteraceae*	*Porophyllum punctatum*	susuk xiiw	
21	*Euphorbiaceae*	*Ricinus communis*	higuerilla	
22	*Goodeniaceae*	*Scaevola plumieri*	chunub	
23	*Goodeniaceae*	*Scaevola taccada*	Lechuga de mar	
24	*Surianaceae*	*Suriana maritima*	tabaquillo	
25	*Amaranthaceae*	*Iresine diffusa*	iresine	

NOM- 059-SEMARNAT-2010: P: Peligro, Pr: Protegida, A: Amenazada.

Los resultados de la caracterización por cada sitio en específico muestreado en la zona de influencia se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 14. Especies registradas por cuadrante en la zona de influencia.

Nombre científico	Cuadrante 1	Cuadrante 2	Cuadrante 3	Cuadrante 4	Cuadrante 5	Cuadrante 6	Cuadrante 7
Batis maritima				1			
Caesalpinia vesicaria		3				1	
Bursera simaruba		3					
Cordia sebestena		1	7	2	10	4	
Pithecellobium dulce		5				9	
Passiflora foetida		3					
Euphorbia heterophylla			1				
Iresine diffusa		3					
Ipomoea pes-caprae				2			
Lantana involucrata	6	2	4		2		
Piscidia piscipula					2		4
Bonellia macrocarpa			2				
Azadirachta indica	1					2	
Caesalpinia vesicaria							3
Pithecellobium keyense							5
Ricinus communis			6			6	
Scaevola plumieri				10			
Porophyllum punctatum	4	3					
Suriana maritima				2			
Cascabela thevetia	1						
Coccoloba uvifera	2				2		
Catharanthus roseus						1	
Cocos nucifera	1		1				

Problemática de la Zona de Influencia

La cobertura vegetal original se encuentra fragmentada e impactada por las actividades humanas. Los predios contiguos tienen parches de vegetación secundaria derivada de matorral de duna costera en estado de sucesión, generados principalmente por la construcción de viviendas unifamiliares, actividades de deshierbe y limpieza de predios. También se observan terrenos libres de construcciones, pero con evidente presencia de afectación por su utilización como tiraderos a cielo abierto y/o por aperturas de brechas usadas para la medición y lotificación de predios.

Aunado a la pérdida de su función como comunidad vegetal debido a la alta fragmentación, en el área de influencia se observan especies consideradas exóticas o invasoras[1] que no corresponden al matorral de duna costera, como son la palma coco (*Cocos nucífera*), la lechuga de mar (*Scaevola taccada*), la casuarina (*Casuarina equisetifolia)* y el neem (*Batis marítima*), que se encuentran en lotes baldíos o dentro de las áreas verdes o jardines.

4.4 Caracterización y análisis del sitio de proyecto

4.4.1 Medio biótico del sitio (Flora)

Para conocer el estado actual de la vegetación en el terreno del proyecto la información se procesó en dos fases: toma de datos en campo y análisis de gabinete.

Para el análisis florístico del sitio del proyecto se planificaron 3 cuadrantes según el estrato a muestrear la metodología de muestreo fue:

Individuos arbóreos e individuos arbustivos. Se registraron la totalidad de individuos presentes en el predio, tomando datos de especie o nombre común de los individuos con DAP igual o mayor a 7.5 cm y su altura total para el estrato arbóreo y especie y número de ejemplares de todos los individuos con DAP menor a 7.5 cm para el estrato arbustivo.

Individuos herbáceos. Se cuantifico número de ejemplares por especie dentro de subcuadrantes de 1x1m. En Figura 26 se indica la ubicación de los cuadrantes incluyendo sus coordenadas UTM.

En *Figura 26* se indica la ubicación de los cuadrantes incluyendo sus coordenadas UTM.

[1] *Se considera especie exótica o invasora a aquella especie o población que no es nativa, que se encuentra fuera de su ámbito de distribución natural, que es capaz de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitats y ecosistemas naturales y que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía o la salud pública (Ley General de Vida Silvestre).*

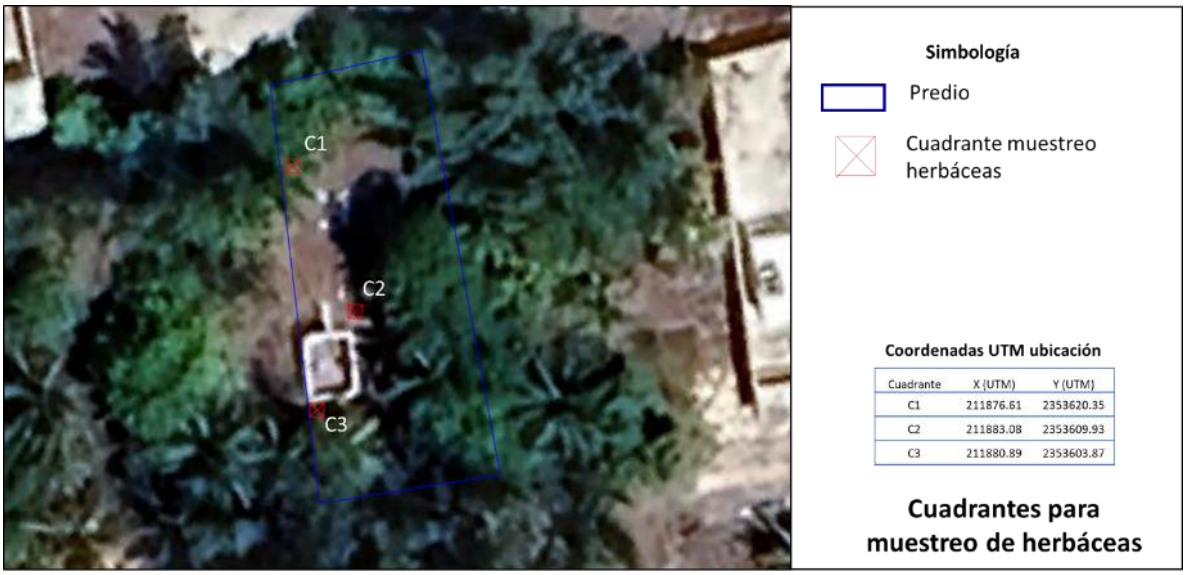


Figura 26: Cuadrantes para muestreo florístico.

Para el análisis de datos se consideraron las siguientes características de la vegetación en la descripción de los resultados:

- Abundancia relativa.
- Frecuencia relativa
- Dominancia relativa
- Índice de Valor de importancia ecológica.

Los valores de las características evaluadas se obtienen con las siguientes ecuaciones:

Tabla 15: Variables consideradas para el análisis de caracterización de flora.

VALOR	ECUACIÓN	DESCRIPCIÓN
Abundancia relativa	AR=ni/N (100)	AR = AA (Número de individuos de la especie i)/ número total de individuos (100)
Frecuencia de la especie	FA= Ni/ Nt x 100	FA: Ni (Número de cuadrantes en el que aparece la especie i) / Nt (número total de cuadrantes) (100)
Frecuencia relativa	FR=FA/Fn (100)	FR= FA (Frecuencia de la especie i) / Fn (suma de las frecuencias de todas las especies) (100)
Dominancia relativa	DR=DA/DT (100)	DR= DA (Área basal de la especie i) / DT) área basal de todas las especies) (100)
Índice de Valor de Importancia	IVI=AR+FR+DR	IVI = Abundancia Relativa (AR) + Frecuencia Relativa (FR) + Dominancia Relativa (DR)

Todos los individuos fueron identificados a nivel de especie, clasificados por familias, y se indicó su forma de vida correspondiente, así como su registro en la NOM-059-SEMARNAT-2010 si tienen alguna categoría especial.

Se elaboró una tabla del estrato arbóreo, en la cual se señala el número del ejemplar, la especie a la que pertenece, la medida del DAP (Diámetro a la Altura del Pecho), y si la especie está registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría especial.

Algunos aspectos del muestreo de flora en el predio se presentan en las siguientes fotografías.



Registro de especies



Casuarina equisetifolia



Cuadrante para muestreo de herbáceas



Registro de DAP estrato arbóreo



Registro de DAP estrato arbóreo



Cuadrante para muestreo de herbáceas

Figura 27: fotografías del muestreo florístico en el interior del predio del proyecto.

Listado florístico.

Considerando todos los sitios de estudio, tanto del predio del proyecto como los realizados en el área de influencia, se identificaron un total de 23 especies (incluidos avistamientos fuera de los transectos de muestreo) repartidas en 16 familias siendo las mejor representada la *Fabacea*.

Tabla 16. Listado de especies en el predio.

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de vida				NOM-059
				HIERBA	TREPADORA	ARBUSTO	ÁRBOL	
1	*Araucariaceae*	*Araucaria heterophylla*	araucaria				x	
2	*Meliaceae*	*Azadirachta indica*	neem				x	
3	*Primulaceae*	*Bonellia macrocarpa*	lengua de gallo			x		
4	*Apocynaceae*	*Cascabela thevetia*	campanilla			x		
5	*Casuarinaceae*	*Casuarina equisetifolia*	pino de mar				x	
6	*Poaceae*	*Cenchrus echinatus*	mul	x				
7	*Cactaceae*	*Cereus sp*	cereus			x		
8	*Polygonaceae*	*Coccoloba uvifera*	uva de mar				x	
9	*Arecaceae*	*Cocos nucifera*	cocotero				x	
10	*Boraginaceae*	*Cordia sebestena*	ciricote de playa				x	
11	*Cactaceae*	*Hylocereus undatus*	pitahaya		x			
12	*Verbenaceae*	*Lantana involucrata*	orégano xiiw			x		
13	*Fabaceae*	*Leucaena leucocephala*	waaxim				x	
14	*Malvaceae*	*Malvaviscus arboreus*	tulipán			x		
15	*Fabaceae*	*Piscidia piscipula*	ja'abin				x	
16	*Fabaceae*	*Pithecellobium dulce*	guamuchil			x		
17	*Asteraceae*	*Porophyllum punctatum*	susuk xiiw	x				
18	*Poaceae*	*Sporobolus virginicu*	ch'ilibil su'uk	x				
19	*Arecaceae*	*Thrinax radiata**	ch'iit				x	A
20	*Nyctaginaceae*	*Neea choriophylla*	ta'tsi'			x		
21	*Apocynaceae*	*Cynanchum rensonii*	cynanchum		x			
22	*Amaranthaceae*	*Iresine diffusa*	iresine	x				
23	*Nyctaginaceae*	*Boerhavia coccinea*	boerhavia	x				

NOM 059: NOM-059-SEMARNAT- 2010; P: Peligro, Pr: Protegida, A: Amenazada.

**Endemica*

Composición específica del predio

Específicamente en el predio se identificaron Tal como se mencionó previamente se identificaron un total de 25 especies entre las arbóreas, arbustivas y las herbáceas y algunas especies que se identificaron en más de un estrato. A continuación, se presenta la gráfica de distribución general de las especies según su forma de vida, como puede observarse la forma de vida dominante es arbórea, seguida de arbusto.

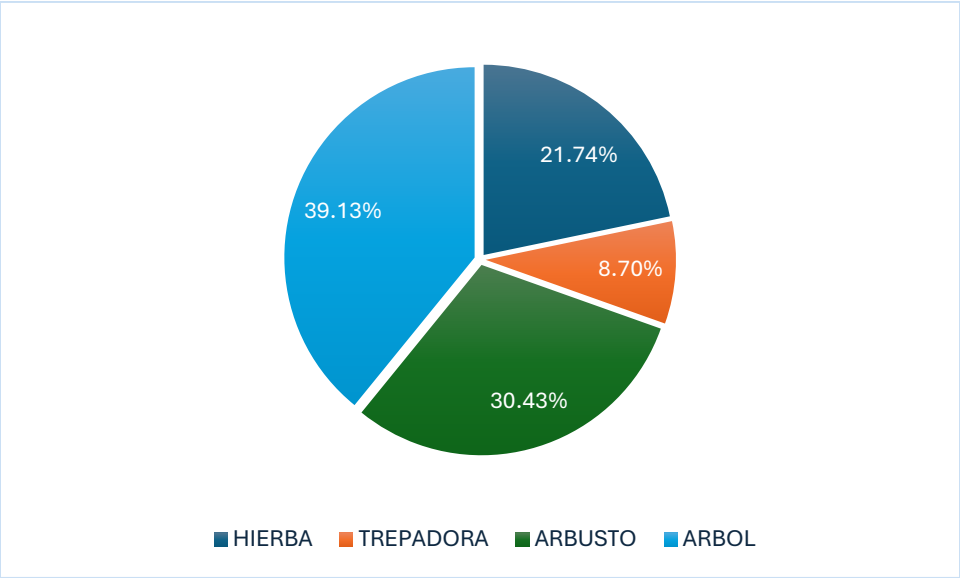


Figura 28. Distribución según forma de vida.

De acuerdo con los resultados del levantamiento florístico se realizó, para cada estrato, la valoración por especie mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI) el cual identifica las especies de mayor relevancia considerando la abundancia, frecuencia y dominancia, los resultados se presentan a continuación.

Estructura de la vegetación del estrato arbóreo

En la *Tabla 17* se enlista el detalle de los individuos del estrato arbóreo dentro del predio del proyecto, de estos datos se obtiene que el DAP promedio es de 20.71 cm y la altura promedio es de 8.9 m, siendo la más presente la *Azadirachta indica con 5 individuos*.

Tabla 17. Registro estrato arbóreo de especies encontradas en el predio.

Familia	Nombre científico	Nombre Común	DP (cm)	Altura
Casuarinaceae	*Casuarina equisetifolia*	Pino de mar	26	14
Araucariaceae	*Araucaria heterophylla*	cipres	20	10
Casuarinaceae	*Casuarina equisetifolia*	Pino de mar	28	13
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Cocotero	14	6
Casuarinaceae	*Casuarina equisetifolia*	Pino de mar	32	14
Meliaceae	*Azadirachta indica*	Neem	9	5
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Cocotero	27	7
Meliaceae	*Azadirachta indica*	Neem	23	8
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Cocotero	18	10
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Cocotero	17	10
Meliaceae	*Azadirachta indica*	Neem	23	10
Meliaceae	*Azadirachta indica*	Neem	25	9
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Jaquinia	7	3
Meliaceae	*Azadirachta indica*	Neem	21	6.5

En la *Tabla 18* se calcula el (IVI) de las especies del estrato arbóreo registradas, mismas que se presentan la *Figura 29*.

Tabla 18. Índices para las especies del estrato arbóreo encontradas en el predio

Especie	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI
Araucaria heterophylla	1	9.09%	1.00	25.00%	0.157	9.80%	43.89%
Cocos nucifera	4	36.36%	1.00	25.00%	0.597	37.25%	98.62%
Bonellia macrocarpa	1	9.09%	1.00	25.00%	0.055	3.43%	37.52%
Azadirachta indica	5	45.45%	1.00	25.00%	0.793	49.51%	119.96%
TOTALES	11	100%	4.00	100%	1.602	100%	300%

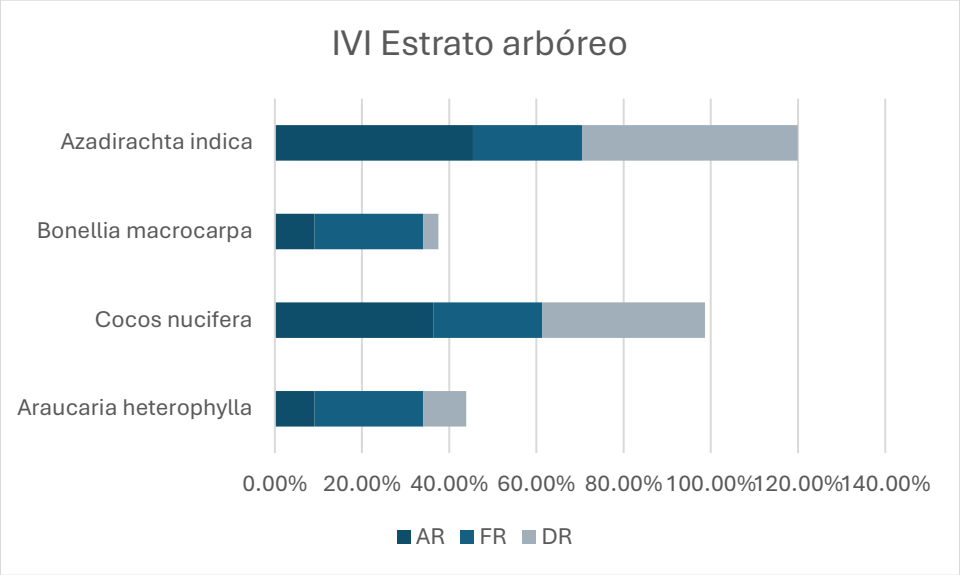


Figura 29. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo

Estructura de la vegetación del estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo se registraron el total de individuos existentes en el predio (individuos con DAP menor a 7.5 cm) registrando su altura. La información se presenta en la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** 19, resultando que la altura promedio de este estrato es de 2.56 m.

Tabla 19. Registro estrato arbustivo de especies encontradas por cuadrante.

Famlia	Especie	Nombre Común	Altura (m)
Meliaceae	*Azadirachta indica*	Neem	5
Meliaceae	*Azadirachta indica*	Neem	1
Meliaceae	*Azadirachta indica*	Neem	2.3
Meliaceae	*Azadirachta indica*	Neem	4.5
Cactaceae	*Cereus sp*	cereus	3
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	2.1
Boraginaceae	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	1.4

Nyctaginaceae	*Neea choriophylla*	ta'tsi'	1.2

Con la información arriba descrita se calcula IVI (200%) para las especies del estrato arbustivo del predio.

Tabla 20. Índices para las especies del estrato arbustivo encontradas en el predio.

Especie	AA	AR	FA	FR	IVI
Azadirachta indica	4	50.00%	1.00	20.00%	70.00%
Cereus sp	1	12.50%	1.00	20.00%	32.50%
Coccoloba uvifera	1	12.50%	1.00	20.00%	32.50%
Cordia sebestena	1	12.50%	1.00	20.00%	32.50%
Neea choriophylla	1	12.50%	1.00	20.00%	32.50%
Total	**8**	**100%**	**5**	**100%**	**200%**

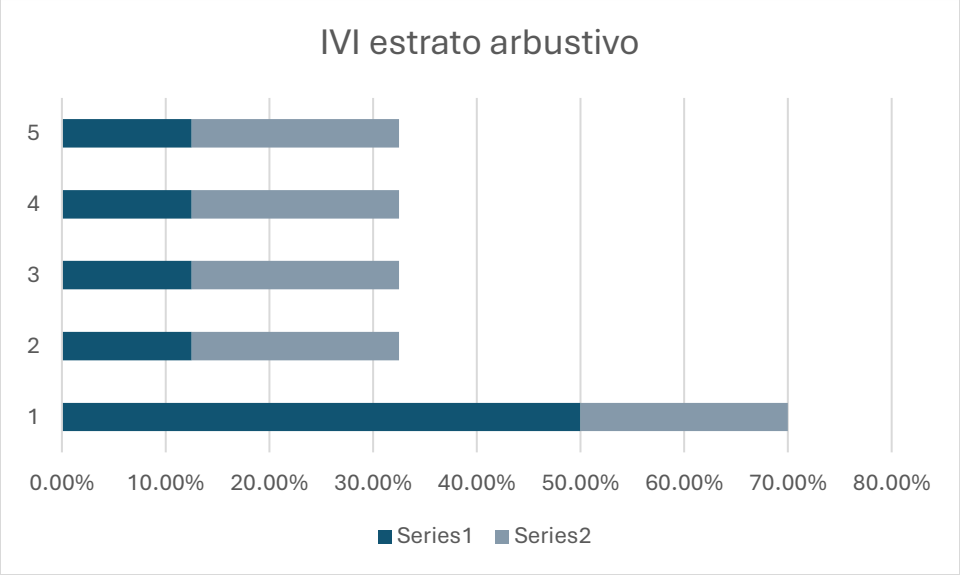


Figura 30. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo

Estructura de la vegetación del estrato herbáceo

En la siguiente tabla se muestran las especies y el número de individuos del estrato herbáceo contabilizados en los 3 subcuadrantes. El IVI (200%) para este estrato se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 21. Especies y número de individuos estrato herbáceo de especies encontradas por cuadrante.

Familia	Nombre científico	Nombre común	C 1	C2	C3	Total
Meliaceae	*Azadirachta indica*	neem	49		2	51
Poaceae	*Cenchrus echinatus*	mul		34		34
Verbenaceae	*Lantana involucrata*	orégano xiiw			1	1
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	waaxim	1			1

Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	tulipán	1			1
Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	guamuchil	1			1
Asteraceae	*Porophyllum punctatum*	susuk xiiw			14	14
Poaceae	*Sporobolus virginicu*	ch'ilibil su'uk		5		5
Arecaceae	*Thrinax radiata*	ch'iit	3			3
Apocynaceae	*Cynanchum rensonii*	cynanchum	4		3	7
Amaranthaceae	*Iresine diffusa*	iresine	1			1
Nyctaginaceae	*Boerhavia coccinea*	boerhavia		1		1

Con la información de la tabla anterior, se calcula IVI (200%) para las especies del estrato herbáceo del predio, donde se tiene que 2 especies presentan un IVI (200%) por encima del 30% y son la *Azadirachta indica y la Cenchrus echinatus* ambos parámetros evaluados A_R y F_R.

Tabla 22. Índices para las especies del estrato herbáceo encontradas en el predio.

Especie	AA	AR	FA	FR	IVI
Azadirachta indica	51	42.50%	0.67	14.29%	56.79%
Cenchrus echinatus	34	28.33%	0.33	7.14%	35.48%
Boerhavia coccinea	1	0.83%	0.33	7.14%	7.98%
Cynanchum rensonii	7	5.83%	0.67	14.29%	20.12%
Iresine diffusa	1	0.83%	0.33	7.14%	7.98%
Lantana involucrata	1	0.83%	0.33	7.14%	7.98%
Leucaena leucocephala	1	0.83%	0.33	7.14%	7.98%
Malvaviscus arboreus	1	0.83%	0.33	7.14%	7.98%
Pithecellobium dulce	1	0.83%	0.33	7.14%	7.98%
Porophyllum punctatum	14	11.67%	0.33	7.14%	18.81%
Sporobolus virginicu	5	4.17%	0.33	7.14%	11.31%
Thrinax radiata	3	2.50%	0.33	7.14%	9.64%
Total	**120**	**100.00%**	**4.67**	**100%**	**200%**

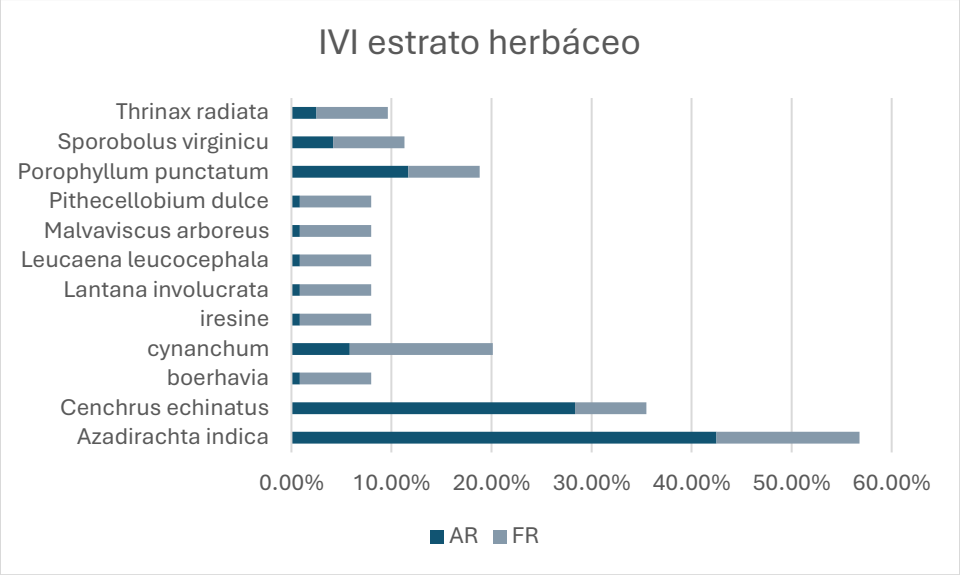


Figura 31. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo

El análisis se llevó a cabo bajo con el índice de Diversidad de Shannon – Weaver (1949) H’ Este índice se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son pi...pS) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades. H’ = índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad ‘extensa’ de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos.

Por lo tanto, H’ = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H’ será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa (H’max,). En la siguiente tabla se presenta el cálculo descrito para el muestreo que nos ocupa.

Tabla 23. Valores de diversidad y equidad para la flora del predio

#	Especies	Abundancia *ni*	pi	ln *pi*	pi(ln *pi)*
1	*Araucaria heterophylla*	1	0.0070	-4.9558	-0.0349
2	*Azadirachta indica*	60	0.4225	-0.8615	-0.3640
3	*Bonellia macrocarpa*	1	0.0070	-4.9558	-0.0349
4	*Casuarina equisetifolia*	3	0.0211	-3.8572	-0.0815
5	*Cenchrus echinatus*	34	0.2394	-1.4295	-0.3423
6	*Cereus sp*	1	0.0070	-4.9558	-0.0349
7	*Coccoloba uvifera*	1	0.0070	-4.9558	-0.0349
8	*Cocos nucifera*	4	0.0282	-3.5695	-0.1006
9	*Cordia sebestena*	1	0.0070	-4.9558	-0.0349
10	*Desconocida*	1	0.0070	-4.9558	-0.0349
11	*enredadera 1*	7	0.0493	-3.0099	-0.1484
12	*florecita blanca chiq*	1	0.0070	-4.9558	-0.0349
13	*Lantana involucrata*	1	0.0070	-4.9558	-0.0349
14	*Leucaena leucocephala*	1	0.0070	-4.9558	-0.0349
15	*Malvaviscus arboreus*	1	0.0070	-4.9558	-0.0349
16	*Pithecellobium dulce*	1	0.0070	-4.9558	-0.0349
17	*Porophyllum punctatum*	14	0.0986	-2.3168	-0.2284
18	*Psichotria (tocón) Frutos rojos*	1	0.0070	-4.9558	-0.0349
19	*Sporobolus virginicu*	5	0.0352	-3.3464	-0.1178
20	*Thrinax radiata*	3	0.0211	-3.8572	-0.0815
	Total	**142**	**1.00**	**Diversidad** H' = -Σ *pi* ln*pi*	**1.883**
				Equidad	**0.628**

#	Especies	Abundancia *ni*	pi	ln *pi*	pi(ln *pi)*
				J' = H'/ H_{max}	

Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. En la ecuación se utilizan logaritmo natural, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como e (nits/ind.) o 10 (decits/ind.).

El valor calculado de H´= 1.883 (H' < 2) Indica una comunidad con pocas especies o con una dominancia marcada de una o pocas especies.

El índice de equidad J' (o índice de Pielou) es una medida que evalúa cuán equitativamente se distribuyen los individuos entre las diferentes especies presentes en una comunidad. Su propósito es complementar el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H'), mostrando si la diversidad observada se debe a una buena representación de todas las especies o si está influenciada por una dominancia de pocas especies. El índice J’ viene dado por:

J’ = H’/Hmax

Dónde: H’ = índice de Shannon-Wiener, H’max = (ln S) que es la diversidad máxima que se obtendría o el número de especies (o riqueza), si las distribuciones de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas; Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

El valor **J´= 0.628**, según lo antes planteado se puede inferir una equidad media.

Vegetación de importancia

En el predio (sistema ambiental micro y/o zona de influencia del proyecto) solo se identificó una especie endémica *Thrinax radiata*, que además está catalogada como Amenazada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por otro lado, cabe destacar que las especies arbóreas existentes en el predio presentan condiciones favorables, por lo serán conservarlos en su totalidad, ya que el diseño de la vivienda tiene la visión para su integración al proyecto.

4.4.2 Medio biótico del sitio (Fauna)

Se reconoce que la fauna se distribuye conforme a características del hábitat tales, como la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación (entendida como la actividad atribuible al hombre). De acuerdo con lo anterior y a la ubicación del proyecto se puede mencionar que la fauna presente está adaptada a vivir en circunstancias críticas y urbanizadas, por lo que hasta cierto grado podría considerarse que estas especies son indicadoras de perturbación.

Dadas las dimensiones del predio objeto de estudio se realizó un recorrido abarcando la totalidad de este, además de recorridos abarcando la zona de influencia del proyecto (a lo largo de las calles de los alrededores) con el propósito de presenciar avistamientos que avalen el hecho de la existencia de especies en el sitio, donde se observó una reducida actividad de la fauna, esto por lo anteriormente mencionado, que el sitio se encuentra dentro de una zona medianamente urbanizada, fragmentada por construcciones, en su mayoría casas de veraneo, lo cual trae consigo actividades antropogénicas, como ruido perturbación del hábitat terrestre etc.

- **METODOLOGÍA**

Se utilizaron las metodologías de registro directo, es decir, por medio de observaciones de manera directa o visual de los cualquier individuo u especie (anfibios, reptiles, aves, mamíferos) y auditiva (comúnmente utilizado en aves); registros indirectos como diferentes rastros que hayan dejado ciertas especies (huellas, excretas, madrigueras, huesos, rascadores, entre otros).

Anfibios y Reptiles:

Para este grupo el registró en campo de reptiles y anfibios se realizó mediante recorridos por todo el sitio para realizar un censo, debido al tamaño del predio (Heyer et al., 1994).

Los registros se realizaron en horario matutino, revisando de manera exhaustiva dentro de debajo de rocas, hojarasca, y arbustos sugerentes de la presencia de organismos (Heyer, 1973). Para la identificación de especies se utilizaron las guías de campo de Lee (2000), Campbell (1998), así como el ordenamiento filogenético y la nomenclatura recopilada por Flores-Villela et al. (1995).

Aves

Para la observación y detección de las especies en la zona se recorrió todo el sitio para realizar un censo debido a que las dimensiones del predio lo permiten. Como apoyo para la identificación de aves se utilizaron guías de aves en campo (Howell y Webb, 1995; National Geographic Society, 2000; Peterson y Chalif, 1989), se registraron las especies que se encontraban dentro del predio, y se consideraron las especies detectadas en las colindancias inmediatas ya que, dado el área de actividad de estas, su presencia en el área de afectación es muy probable. Se consideraron todos los organismos en vuelo, perchados y en el suelo.

Mamíferos

Para la observación y detección de mamíferos en la zona se recorrió el sitio para realizar un censo debido a que las dimensiones del predio lo permiten; la presencia se registró mediante métodos directos (observaciones) e indirectos (huellas, excretas, pelos) que pudieran ser plenamente identificado. (Aranda. 2000 y Reid. 2009).

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Durante los recorridos realizados en el predio y en la zona de influencia definida, se logró registrar 1 especie de reptil, 4 especies de aves y 1 mamífero. De las especies registradas solo la iguana negra *(Ctenosaura similis)* está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT -2010 en estatus de amenazada.

A continuación, se presenta un listado de las especies registradas en el área de estudio.

Tabla 24 Listado de Anfibios y reptiles.

ANFIBIOS Y REPTILES					
FAMILIA	ESPECIE	Nombre común	ABUNDANCIA	REGISTRO	NOM 059 SEMARNAT 2010
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra	3	Avistamiento	Pr

Tabla 25. Listado de Aves.

AVES					
FAMILIA	ESPECIE	Nombre común	Abundancia	Registro	NOM 059
Liridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	5	Avistamiento	
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Cau	3	Avistamiento	
Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo	1	Avistamiento	
Mimiade	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical	5	Avistamiento	

NOM 059 SEMARNAT 2010 - P: Peligro, Pr: Protegida, A: Amenazada

Tabla 26. Listado de Mamíferos. NOM 059 SEMARNAT 2010 - P: Peligro, Pr: Protegida, A: Amenazada

MAMÍFEROS					
FAMILIA	ESPECIE	Nombre común	ABUNDANCIA	REGISTRO	NOM 059 SEMARNAT 2010
Canidae	*Canis familiaris*	Perro	1	Excretas	

NOM 059 SEMARNAT 2010 - P: Peligro, Pr: Protegida, A: Amenazada

La figura siguiente muestra algunas evidencias de especies registradas durante el muestreo





Ctenosaura similis *Mimus gilvus*

Figura 32. Fotografías de algunos avistamientos de fauna en la zona de influencia del proyecto.

4.5 Medio socioeconómico

4.5.1 Población

De acuerdo con el censo de población y vivienda de INEGI de 2020, La población total de Progreso en 2020 fue 66,008 habitantes, siendo 50% mujeres y 50% hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 20 a 24 años (5,618 habitantes), 5 a 9 años (5,513 habitantes) y 15 a 19 años (5,456 habitantes). Entre ellos concentraron el 25.1% de la población total.

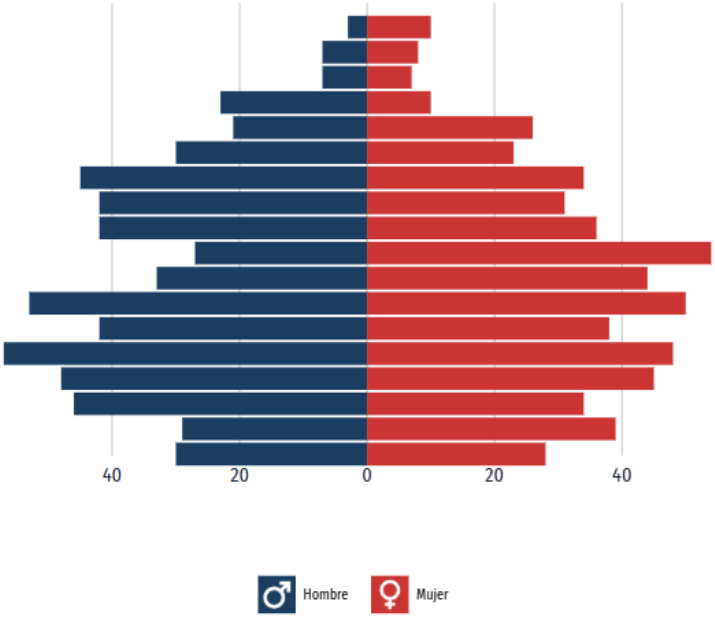


Figura 33: Pirámide población de Progreso, 2020.

En cuanto la lengua indígena, la mas hablada fue la maya (3,161 habitantes), No especificado (34 habitantes) y Tsotsil (31 habitantes).

4.5.2 Vivienda

Para el 2020, de acuerdo con el censo de población, en el municipio de progreso había 18,532 viviendas, siendo la mayoría de las viviendas particulares habitadas con 3 y 2 cuartos, 28.6% y 24%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 1 y 2 dormitorios, 46.6% y 40.2%, respectivamente.

4.5.3 Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de Progreso fueron Secundaria (15.9k personas o 32.7% del total), Primaria (12.6k personas o 25.9% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (9.06k personas o 18.7% del total).

La tasa de analfabetismo (población de 15 años y más que no sabe leer ni escribir) de Progreso en 2020 fue 3.28%. Del total de población analfabeta, 48.9% correspondió a hombres y 51.1% a mujeres.

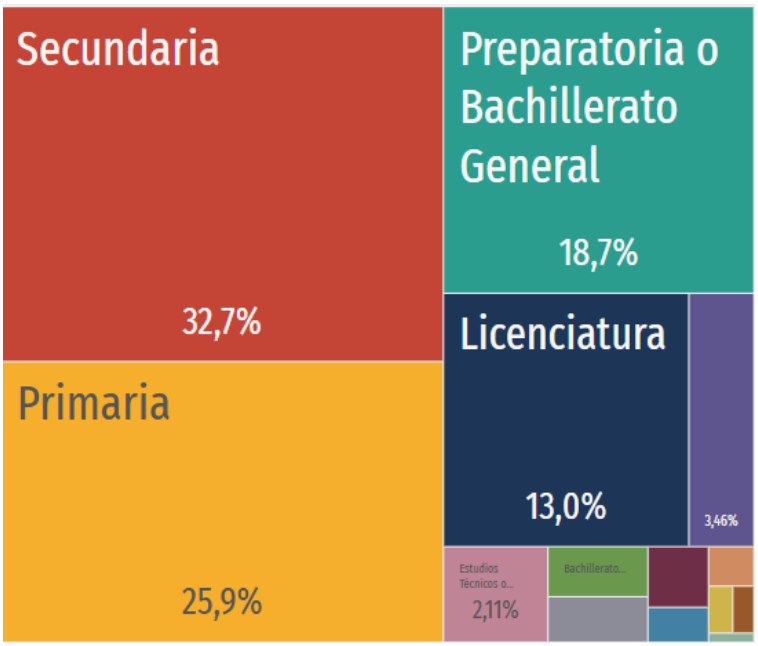


Figura 34: Niveles de escolaridad de la población de 15 años y más en Progreso (Distribución de la población total)

Las áreas con mayor número de hombres matriculados en licenciaturas fueron Ingeniería, manufactura y construcción (234), Administración y negocios (223) y Artes y humanidades (118). De manera similar, las áreas de estudio que concentraron más mujeres matriculadas en licenciaturas fueron Administración y negocios (201), Artes y humanidades (69) y Ingeniería, manufactura y construcción (52)

4.5.4 Salud

Respecto a Salud, el municipio cuenta con 18 unidades de salud, estando 14 (77.8%) en el entorno urbano y 4 (22.2%) en el entorno rural. Lo anterior traducido a consultorios corresponde a 44 (91.7%) en el entorno urbano y 4 (8.33%) en el entorno rural.

En Progreso, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (25.6k), IMSS (Seguro social) (18k) y Consultorio de farmacia (8.11k).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (21.5k) y Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (21.4k).

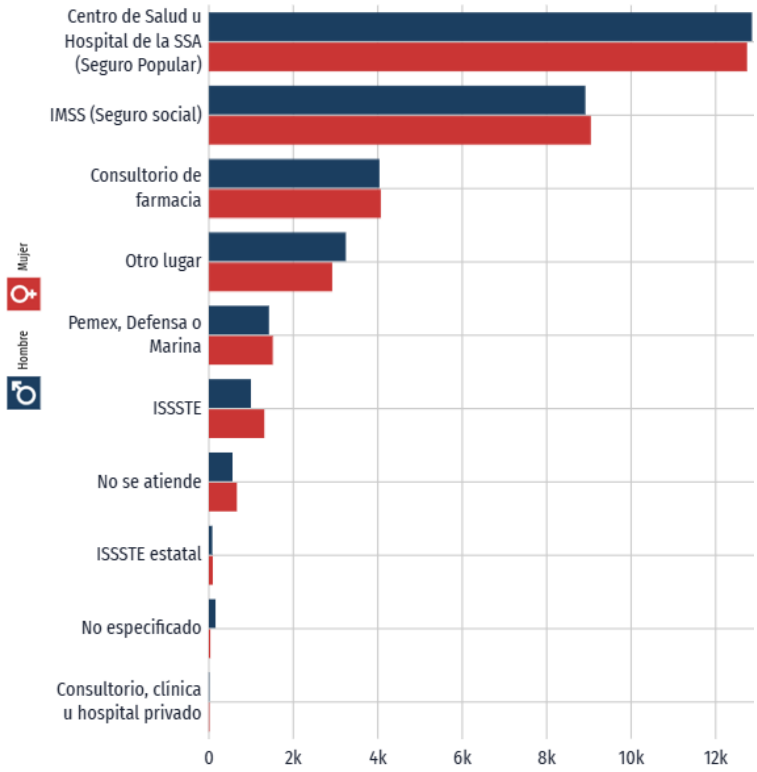


Figura 35: Distribución de personas afiliadas a servicios de salud por sexo (2020).

4.5.5 Situación económica

Del panorama sociodemográfico de Yucatán del censo de población y vivienda 2020-2021, se tiene que el municipio de progreso contaba en el 2020 con un PEA del 62.8%, siendo de este porcentaje el 60.6% hombres y el 39.4 % mujeres.

Por otro lado, de la población no ocupada correspondiente al 36.8% de la población, el mayor porcentaje correspondía a personas dedicadas al hogar con un 42.6% de este total, y en segundo lugar a los estudiantes con un 33.1%.

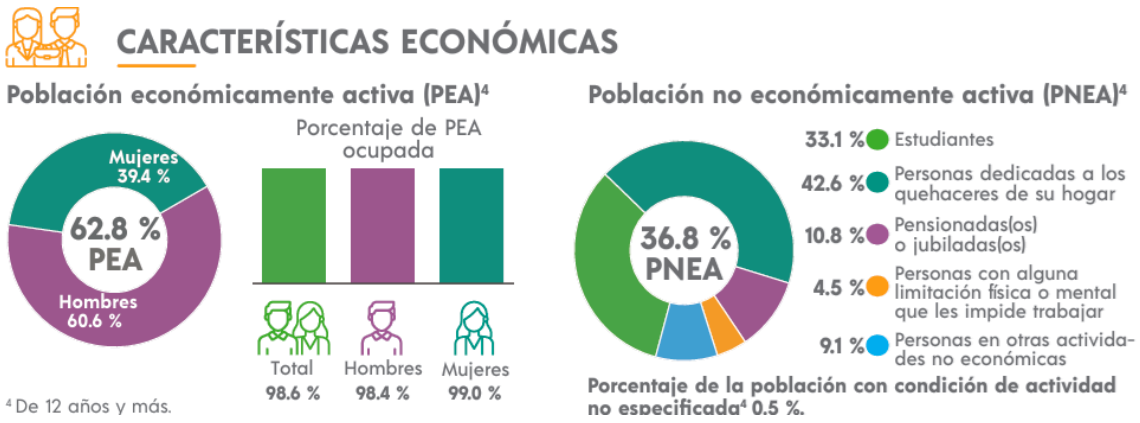


Figura 36: Distribución del PEA del municipio de Progreso, 2020.

4.6 Paisaje

El paisaje es un elemento intangible que entrelaza los elementos naturales (bióticos y abióticos) con los factores humanos (como las construcciones, infraestructura y diversas actividades). De esta forma se pueden diferenciar paisajes naturales sin modificación del hombre y paisajes modificados como las zonas urbanas y los campos de cultivos, por ejemplo.

En el sistema ambiental el paisaje puede definirse como un paisaje modificado del paisaje natural a un paisaje urbanizado, que aún conserva elementos naturales que lo hacen atractivo, pero es ese mismo atractivo el que le ha conferido un aumento poblacional y por ende la transformación hacia un paisaje urbano.

Este comportamiento ha sido evidente y se han llevado a cabo mecanismos para hacer que esta transición ocurra de manera ordenada, al ser identificada y contemplada en los ordenamientos ecológicos del territorio estatal y costero, así como el programa de desarrollo urbano del municipio de progreso.

Por tanto, reconocido está que el paisaje de la localidad de Chelem poco corresponde a un paisaje natural ya que corresponde a una zona urbana en proceso de urbanización los últimos 40 años, donde cada vez existe menos paisaje natural.

4.7 Diagnostico ambiental

El análisis integral del área de estudio indica que el predio se ubica dentro de una matriz paisajística urbana, resultado del crecimiento y consolidación de la localidad de Chelem, Yucatán. El sitio presenta una marcada **transformación antropogénica** que ha provocado la fragmentación, pérdida y modificación de hábitats, reduciendo significativamente la integridad ecológica del ecosistema original de duna costera.

Previo al levantamiento de campo, se efectuó una **revisión bibliográfica y cartográfica** (fuentes impresas y digitales, artículos científicos, bases de datos de biodiversidad y normatividad ambiental vigente), con el objetivo de establecer un marco de referencia físico-biótico preliminar. Posteriormente, mediante la aplicación de metodologías estandarizadas para la caracterización de flora y fauna (muestreo sistemático, registro fotográfico, identificación taxonómica y verificación con literatura especializada), se definió el **diagnóstico ambiental actual** del predio, que se resume a continuación:

Uso de suelo y contexto territorial

El predio se localiza en un **entorno urbano consolidado**, con predominio de uso habitacional temporal (segundas residencias y casas de veraneo). Este patrón de ocupación ha generado un paisaje **altamente fragmentado** y con baja conectividad ecológica.

Grado de perturbación

La matriz urbana circundante, sumada a la reducción de la cobertura vegetal original y a la introducción de especies exóticas y domésticas, confiere al sitio un **alto grado de perturbación ecológica** y **baja funcionalidad ecosistémica.**

Vegetación y flora

- La cobertura vegetal corresponde a **vegetación secundaria perturbada** de **matorral de duna costera espinosa**, con presencia de palmas inducidas (Cocos nucifera spp. y *Thrinax* spp.).
- En el predio el estrato arbóreo registró una **altura promedio** de 8.9 m, integrado en su mayoría por Azadirachta indica (Neem).
- Dentro del predio el inventario florístico comprende **35 especies** distribuidas en **21 familias botánicas**, siendo las mejor representada la Fabaceae.
- Se registró un individuo de Thrinax *radiata* especie endémica de la Península de Yucatán, y enlistada como **Amenazada** (A) en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, lo que implica la obligación de adoptar medidas específicas de manejo y conservación.
- En la zona de influencia del proyecto se pudieron identificar 25 especies distribuidas en 15 familias, siendo la Fabaceae mejor representada con 5 especies.

Fauna silvestre

- El muestreo faunístico registró **6 especies** de vertebrados, mayoritariamente **aves terrestres asociadas a ecosistemas de duna costera** y con presencia estacional en el predio.

- Se registró una especie con categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010: la iguana negra (*Ctenosaura similis*), enlistada como **Sujeta a protección especial (Pr)**.
- La cobertura vegetal actual no ofrece condiciones óptimas para grupos faunísticos de mayor movilidad o requerimientos específicos, como mamíferos medianos o grandes.
- Únicamente se detectó presencia de fauna doméstica (*Canis familiaris*), lo que constituye un factor de presión sobre la fauna nativa.

5 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

5.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales

En el presente capítulo se identifican y evalúan los impactos ambientales y sociales que se presentarán durante las diferentes etapas del presente proyecto. Para tal efecto, se interrelacionan las acciones y/o actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable del impacto.

La aplicación metodológica sugiere por una parte los sistemas ecológicos naturales y por otra, las acciones del proyecto en sí, de tal manera que se puedan evaluar las interacciones que se producen entre ambos, a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

Las acciones derivadas del proyecto para aplicación de la siguiente metodología responden a los criterios siguientes: son significativos, son independientes y son medibles.

Para la identificación de las acciones se inició con una revisión bibliográfica de documentos existentes que hacen referencia al área donde incide el proyecto, entre estos documentos se incluyen artículos publicados, tesis de maestría y licenciatura, fotos satelitales, situación legal, entre otros. Una vez identificado y ubicado el sitio, se realizaron visitas al lugar para obtener información acerca de la flora, fauna, paisaje y calidad ambiental del sitio, para después complementar con información proporcionada por el promovente.

La importancia de la correcta evaluación y mesura de los impactos radica en que, con base a los resultados obtenidos se determina si un proyecto cumple o no con la legislación y normas ambientales vigentes. En este proyecto se emplea una metodología sencilla pero que abarca los principales aspectos ambientales de evaluación.

5.1.1 Clasificación de impactos

Se denominan componentes ambientales a los elementos que constituyen un ecosistema; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de impactos ambientales.

Un efecto ambiental es cualquier alteración del ambiente resultante de la acción del hombre, mientras que un impacto es la alteración significativa del ambiente.

El primero se puede definir convencionalmente como el cambio parcial en la salud del hombre, en su bienestar o en su entorno, debido a la interacción de las actividades humanas con los sistemas naturales. Según esta definición, un impacto puede ser positivo o negativo.

Los impactos se consideran significativos cuando superan los estándares de calidad ambiental, criterios técnicos, hipótesis científicas, comprobaciones empíricas, juicio

profesional, valoración económica, ecológica o social, entre otros criterios. En la Tabla 27, se enlistan las actividades que, según lo descrito en el capítulo 2 del documento, ser ejecutarán en las distintas etapas del proyecto.

Tabla 27. Lista de actividades generales del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDADES DEL PROYECTO
Preparación del sitio	Delimitación de área de construcción Despalme Limpieza del sitio Topografía y trazo
Construcción	Excavaciones Nivelación y compactación Obra civil Acceso y estacionamiento Áreas verdes
Operación y Mantenimiento	Mantenimientos de la infraestructura Mantenimiento de áreas verdes

Con base al listado de actividades anteriores se realizó un análisis de los componentes ya sean físicos, químicos, bióticos, ambientales o socioeconómicos que pueden ser afectados en menor o mayor grado durante la realización de dichas actividades.

Es importante mencionar que los efectos sobre dichos Indicadores pueden ser positivos o negativos y variar según las diferentes etapas del proyecto, por lo que al momento de realizar una evaluación de impacto ambiental se dividirá el proyecto en varias etapas o fases para poder realizar un análisis más precio, por lo tanto, se propone el siguiente listado de Indicadores Ambientales

Tabla 28. Componentes del medio seleccionados como indicadores de impacto.

COMPONENTE	INDICADOR
Abióticos (Físicos y Químicos)	Calidad del aire Calidad del suelo Estabilidad del suelo Calidad del agua subterránea Disponibilidad de Agua Generación de ruido
Bióticos (Flora y Fauna)	Vegetación terrestre Fauna terrestre Hábitat terrestre
Abióticos	Microclima

	Estructura del paisaje Calidad sanitaria del ambiente
Socioeconómicos	Empleo y mano de obra Infraestructura y servicios Calidad de vida Patrones de vida

5.1.2 Descripción de los indicadores de impacto.

Calidad del aire: Este indicador es de fácil medición y control. Se refiere a las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria utilizada en las fases del proyecto. También se refiere a la dispersión de partículas suspendidas (polvos) producto del rodamiento de vehículos y maquinaria en el sitio y por el transporte de material pétreo.

Calidad del suelo: Evalúa los daños producidos por el lixiviado de residuos en general. Se entiende también como las modificaciones que sufre el suelo debido a los cambios en el relieve como pueden ser cortes o rellenos de material.

Estabilidad del suelo: Son las modificaciones que ocasionara el proyecto en cuanto a hundimientos y deslizamientos en el sitio.

Calidad del Agua subterránea: Se refiere a las afectaciones que pueda recibir el agua subterránea debido a infiltración o vertido accidental de contaminantes tales como lixiviados, agua residual sin tratamiento, derrames accidentales de aceites o combustibles, etc.

Generación de ruido: Corresponde al generado por los vehículos y maquinara utilizada en las fases del proyecto.

Vegetación terrestre: Para medir este indicador se utiliza el grado de afectación o daño producido a la capa vegetal en cuanto a la pérdida de superficie (en porcentaje de desmonte) y al tipo de vegetación afectada (matorral de duna, selva baja, pastizales, etc.).

Fauna Terrestre: Hace énfasis a los efectos directos que tendrá la fauna por las actividades del proyecto, como el desplazamiento hacia otras zonas, colonización y adaptación de las especies a las nuevas condiciones del sitio, muerte accidental de algunos animales (atropellamiento).

Hábitat terrestre: Indica la eliminación, reducción o deterioro de sitios de resguardo de las especies terrestres localizadas en el sitio.

Microclima: Un microclima es un clima local de características distintas a las de la zona en que se encuentra. El microclima es un conjunto de afecciones atmosféricas que caracterizan un contorno o ámbito reducido. Este indicador hace referencia a las modificaciones locales de los distintos microclimas del sitio. Puede decirse que es el clima a pequeña escala que afecta directamente a una comunidad.

Estructura del paisaje: El paisaje es un componente complejo dentro del ámbito ambiental, es concebido como una unidad espacial y temporalmente pluri escalar caracterizada por unos patrones de distribución, funciones y una red de flujos de materia, energía e información.

Calidad Sanitaria del Ambiente: Indica las condiciones ambientales del sitio y de las zonas aledañas por efecto de las actividades inherentes del proyecto. Se evalúan las condiciones de los servicios ambientales en la zona tales como: presencia de residuos sólidos, generación de olores, gases, proliferación de fauna nociva y presencia de residuos peligrosos. La calidad del ambiente debe permitir a los habitantes futuros llevar una vida sana, manteniendo en buenas condiciones al componente medioambiental.

Empleo y mano de obra: Se refiere a las oportunidades de empleo que generara el proyecto. Se consideran únicamente los empleos directos temporales y permanentes que pudieran ocurrir y no se consideran los empleos indirectos.

Infraestructura y Servicios: Hace referencia a servicios e infraestructura adicionales que se requiera contratar tales como renta de sanitarios, recolección de basura, renta de máquinas para mantenimientos.

Calidad de vida: Se refiere a las condiciones socioeconómicas de los habitantes actuales y futuros de la región, que serán afectados por el proyecto. La calidad de vida se refiere a los servicios básicos tales como electricidad, agua potable, drenaje o alcantarillado, servicios de salud, servicios de sanidad (recolección de basura, tratamiento de agua residual, etc.).

5.1.3 Descripción de los impactos identificados para el proyecto.

Los impactos ambientales sobre los componentes del medio ambiente son el resultado de las acumulaciones de impactos de diversa magnitud y alcance. Además, el medio donde se llevarán a cabo dichas actividades podría variar de un proyecto a otro.

Cada medio receptor tendrá una capacidad variable para responder a los efectos generados por las actividades derivadas de un proyecto. Por lo tanto, los impactos pueden variar en intensidad e importancia debido a los siguientes factores:

- Las características propias del proyecto tales como magnitud, duración de las actividades, métodos empleados, entre otras.
- Las características propias del medio donde se llevará a cabo el proyecto tales como áreas protegidas o de importancia, zonas urbanas, tipo de vegetación presente, estructura del paisaje, hábitat, etc.

Partiendo de lo anterior, es fundamental identificar los impactos mientras se examina detalladamente la compleja interacción entre las acciones del proyecto y los componentes del medio. Al analizar cada factor ambiental, se enumeran a continuación los impactos que podrían afectar dichos factores. Cada factor está asociado con una o varias actividades de obra que generan efectos sobre él. Estos efectos se enumeran y se analizan posteriormente en

una matriz, donde se asigna un valor según el criterio de calificación. A continuación, se presentan los impactos identificados sobre cada componente.

Tabla 29. Impactos identificados.

	# Impacto	Factores Medio Ambientales	Impactos Identificados
FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS	1	Calidad del Aire	Emisiones de polvos
	2		Emisiones de gases GEI y partículas
	3	Calidad del Suelo	Posibles afectaciones por los lixiviados de residuos sólidos
	4		Posibles afectaciones por fugas de combustibles y/o aceites.
	5		Remisión de suelo en las áreas a ocupar
	6	Estabilidad del Suelo	Posibles afectaciones por las excavaciones para la cimentación
	7	Calidad del Agua Subterránea	Posibles afectaciones por lixiviados de residuos sólidos, o por fugas de combustibles y/o aceites
	8	Disponibilidad de agua	Se requerirá abastecimiento de agua para su funcionamiento.
	9	Generación de ruido	Se generará emisiones sonoras por la actividad constructiva.
FACTORES BIÓTICOS	10	Vegetación terrestre	Se removerá la cubierta vegetal.
	11	Fauna terrestre	Afectación a la fauna que se trasladara a otros sitios
	12	Hábitat terrestre	Se producirá una modificación del hábitat.
FACTORES ABIÓTICOS	13	Estructura de paisaje	Modificación del paisaje natural
	14	Microclima	Afectación al microclima del sitio por la construcción del proyecto
	15	Calidad sanitaria del ambiente	Posibles afectaciones por la generación de residuos sólidos
	16		Posibles afectaciones residuos fisiológicos
FACTORES SOCIOECON	17	Empleo y mano de obra	Se requerirá mano de obra durante la ejecución de los trabajos.
	18	Infraestructura y servicios	Se requerirán servicios públicos y de empresas especializadas

	# Impacto	Factores Medio Ambientales	Impactos Identificados
	19	Calidad de vida	Se obtendrán ganancias económicas por empleos temporales.

5.2 Metodología para evaluar los impactos ambientales

Para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), se propone un modelo basado en el método de matrices causa y efecto. Este método se deriva de la matriz de Leopold, que ofrece resultados cualitativos, y del método del Instituto Batalle-Columbus, que proporciona resultados cuantitativos. Este modelo consiste en un cuadro de doble entrada con las acciones impactantes en las columnas y los factores ambientales susceptibles a recibir impactos en las filas (Conesa Fdez.-Vitora Vicente, Madrid 2000).

La metodología de valoración adoptada es de tipo numérico y cumple con tres requisitos del modelo ideal de valoración: adecuación, conceptualización y adecuación total de la información, así como adecuación parcial en términos matemáticos. Aunque se sacrifica algo de rigor matemático, se permite considerar una mayor cantidad de información (Conesa Fdez.-Vitora Vicente, Madrid 1997).

La valoración cuantitativa del impacto ambiental incluye la conversión de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y la suma ponderada de estos valores para obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que presumiblemente serán afectados, las matrices creadas en este trabajo, que relacionan dichos aspectos, permitirán obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales. Los impactos identificados se evaluarán mediante matrices, de acuerdo con criterios como carácter, magnitud, significado, grado de certidumbre, plazo de aparición, duración, extensión, reversibilidad y tipo, entre otros.

Los criterios empleados para la evaluación de los impactos son:

Carácter del impacto (CI): se refiere al efecto beneficioso (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados.

Intensidad del impacto (I): representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.

Extensión del impacto (EX): se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.

Sinergia (SI): este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.

Persistencia (PE): refleja el tiempo en supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.

Efecto (EF): se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.

Momento del impacto (MO): alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.

Acumulación (AC): este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Recuperabilidad (MC): se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto.

Reversibilidad (RV): hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales.

Periodicidad (PR): se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.

Con el establecimiento de los criterios con los que se evaluaran los impactos, se procede con los valores que podría adquirir cada criterio con respecto al impacto evaluado, esto con el fin de que el impacto adquiera un valor del impacto en unidades cuantitativas y mesurables que nos permitan hacer la correcta evaluación y análisis de los alcances de cada impacto.

Tabla 30. Valor de los criterios para la evaluación de los impactos.

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
(CI)	Carácter del impacto.			
	Se refiere al efecto benéfico o perjudicial de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores ambientales considerados.	(+) (–)	Positivo. Negativo.	
		(X)	Previsto.	Difícil de calificar sin estudios detallados, que reflejarán efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto, cuya naturaleza (beneficiosa o perjudicial) no

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
				puede precisarse sin un estudio global de las mismas.
(I)	Intensidad del impacto.			
	(Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.	(1)	Baja.	Afectación mínima.
		(2)	Media.	
		(4)	Alta.	
		(8)	Muy alta.	
		(12)	Total	Destrucción casi total del factor.
(EX)	Extensión del impacto.			
	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	(1)	Puntual.	Efecto muy localizado.
		(2)	Parcial.	Incidencia apreciable en el medio.
		(4)	Extenso.	Afecta una gran parte del medio.
		(8)	Total.	Generalizado en todo el entorno
		(+4)	Crítico.	El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.
(SI)	Sinergia.			
	Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	(1)	No sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor.
		(2)	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado.
		(4)	Muy sinérgico	Altamente sinérgico
(PE)	Persistencia.			
	Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	(1)	Fugaz.	(< 1 año).
		(2)	Temporal.	(De 1 a 10 años).
		(4)	Permanente.	(> 10 años).
(EF)	Efecto.			
	Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor	(1)	Directo o primario.	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
	como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.			representación de la acción consecuencia directa de esta.
		(0)	Indirecto o secundario.	Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.
(MO)	Momento del impacto.			
	Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.	(1)	Largo plazo.	El efecto demora más de 5 años en manifestarse.
		(2)	Mediano Plazo.	Se manifiesta en términos de 1 a 5 años.
		(4)	Corto Plazo.	Se manifiesta en términos de 1año.
		(+4)	Crítico,	Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.
(AC)	Acumulación.			
	Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	(1)	Simple.	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia.
		(4)	Acumulativo.	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.
MC)	Recuperabilidad.			
	Posibilidad de introducir medidas correctoras,	(1)	Recuperable de inmediato.	El efecto puede recuperarse parcialmente.

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
	protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iníciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana.	(2) (4)	Recuperable a mediano plazo. Mitigable.	
		(8)	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.
(RV)	Reversibilidad.			
(PR)	Posibilidad de regresar a las condiciones iníciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales.	(1)	Corto plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en menos de 1 año.
		(2)	Mediano plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en entre 1 y 10 años.
		(4)	Irreversible.	Imposibilidad o dificulta extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años.
	Periodicidad.			
	Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.	(1)	Irregular.	El efecto se manifiesta de forma impredecible.
		(2)	Periódica.	El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente.
		(4)	Continua.	El efecto se manifiesta constante en el tiempo.
Valoración cuantitativa del impacto				
(IM)	Importancia del efecto. Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente	IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]		
(CLI)	Clasificación del impacto.	(CO)	COMPATIBLE	Si el valor es menor o igual que 25

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
	Partiendo del análisis del rango de la variación de la mencionada importancia del efecto (IM).	(M) (S) (C)	MODERADO SEVERO CRITICO	si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50 si el valor es mayor que 50 y menor o igual que 75 Si el valor es mayor que 75

5.2.1 Evaluación de los impactos

Una vez identificados los principales impactos socioambientales que pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, se procede a realizar la evaluación ambiental correspondiente.

De acuerdo con los valores establecidos en la Tabla 3 para la calificación de los impactos, se asignará un valor numérico a cada impacto identificado en el proyecto, basándose en la tabla de identificación de impactos. Luego, se sumarán estos valores para cada impacto, siguiendo los criterios establecidos: si el valor es menor o igual a 25, el impacto se clasifica como COMPATIBLE (CO); si es mayor de 25 y menor o igual a 50, se clasifica como MODERADO (M); si el valor es mayor de 50 y menor o igual a 75, el impacto se clasifica como SEVERO (S); y si el valor es mayor de 75, se clasifica como CRÍTICO (C).

Siguiendo el modelo de Conesa Fdez-Vitora Vicente (Madrid, 2000), se elaboraron tres matrices, una para cada etapa del proyecto, considerando que las valoraciones numéricas de los impactos varían según las diferentes etapas del proyecto.

5.2.2 Impactos de la etapa de preparación del sitio

En la Tabla 31 se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en esta etapa. Como puede observarse de los 19 impactos identificados, se presentarán 14 impactos negativos, 4 impactos positivos y un impacto nulo correspondiente a las estabilidad del suelo, ya que no se realizarán excavaciones en esta etapa.

Todos los impactos negativos durante esta etapa presentan calificaciones compatibles, siendo los más relevantes aquellos que tuvieron una calificación cercada a moderado, que son, la remoción de suelo, la modificación del hábitat y el microclima.

Los impactos positivos (4) resultan en la categoría de compatibles debido principalmente a la cantidad de empleos temporales que se generaran y a la derrama económica que esto significara en la zona, todos estos impactos son los concernientes al empleo y mano de obra, infraestructura y servicios, así como calidad de vida.

Tabla 31. Valoración de impactos. Etapa de Preparación del sitio

#	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	IM	CLI
1	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-16**	COMPATIBLE
2	-1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	**-19**	COMPATIBLE
3	-1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	**-19**	COMPATIBLE
4	-1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	**-19**	COMPATIBLE
5	-1	1	2	1	4	1	4	1	4	1	1	**-24**	COMPATIBLE
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	NULO
7	-1	1	2	1	2	1	2	1	4	1	2	**-21**	COMPATIBLE
8	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-16**	COMPATIBLE
9	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-16**	COMPATIBLE
10	-1	1	1	1	4	1	4	1	2	1	4	**-23**	COMPATIBLE
11	-1	1	1	1	2	1	4	1	1	1	1	**-17**	COMPATIBLE
12	-1	1	1	1	4	1	4	1	2	2	4	**-24**	COMPATIBLE
13	-1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-19**	COMPATIBLE
14	-1	2	1	1	2	1	4	1	1	2	4	**-24**	COMPATIBLE
15	-1	2	2	1	1	1	4	1	1	1	1	**-21**	COMPATIBLE
16	1	2	2	1	1	1	4	1	1	1	1	**21**	COMPATIBLE
17	1	2	2	1	1	1	4	1	1	1	1	**21**	COMPATIBLE
18	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**19**	COMPATIBLE
19	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**19**	COMPATIBLE

5.2.3 Impactos de la etapa de construcción

En la

Tabla *32* se presenta la valoración numérica de los impactos identificados para la etapa de construcción, en la cual ocurrirán 16 impactos de los 19 identificados, ya que 3 de ellos serán nulos por ya haber ocurrido en la etapa de preparación del sitio, como la afectación al suelo, la remoción de cubierta vegetal y la afectación a la fauna.

Entre los impactos negativos que ocurrirán, se identifican 13, de los cuales 10 son compatibles y 3 moderados, correspondientes a las emisiones sonoras, la modificación del hábitat, el paisaje y el microclima del lugar.

Se tendrán 4 impactos positivos que resultan en la categoría de compatibles, y corresponden a los empleos temporales que se generaran y a la derrama económica que esto significara en la zona.

Tabla 32. Valoración de impactos. Etapa de Construcción

#	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	IM	CLI
1	-1	2	1	1	1	1	4	1	4	1	1	**-22**	COMPATIBLE
2	-1	2	1	1	1	1	4	1	4	1	1	**-22**	COMPATIBLE
3	-1	2	1	1	1	1	4	1	4	1	1	**-22**	COMPATIBLE
4	-1	2	1	1	1	1	4	1	4	1	1	**-22**	COMPATIBLE
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	NULO
6	-1	2	1	1	4	1	4	1	4	1	1	**-25**	COMPATIBLE
7	-1	2	1	1	1	1	4	1	4	1	1	**-22**	COMPATIBLE
8	-1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	**-19**	COMPATIBLE
9	-1	2	2	1	2	1	4	1	1	1	1	**-22**	COMPATIBLE
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	NULO
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	NULO
12	-1	2	2	1	4	1	4	1	2	4	4	**-31**	MODERADO
13	-1	2	2	1	4	1	4	1	2	4	4	**-31**	MODERADO
14	-1	2	2	1	4	1	4	1	2	4	4	**-31**	MODERADO
15	-1	2	2	1	1	1	4	1	1	1	2	**-22**	COMPATIBLE
16	-1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**-19**	COMPATIBLE
17	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**19**	COMPATIBLE
18	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**19**	COMPATIBLE
19	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	**19**	COMPATIBLE

5.2.4 Impactos de la operación y mantenimiento

Para esta etapa la valoración numérica y la representación gráfica de los impactos identificados se muestran en la tabla y grafico siguientes.

Tabla 33. Valoración de impactos. Etapa de operación y mantenimiento

De acuerdo con la valoración de impactos, para esta etapa del proyecto se destaca que 7 de los 19 impactos identificados ya no ocurrirán, referentes a la emisión de partículas, calidad y estabilidad del suelo, vegetación y fauna terrestre, dado que ya ocurrieron en las etapas previas.

Los impactos negativos que ocurrirán son todos compatibles, al igual que los impactos positivos, los cuales se mantienen, aunque con un impacto menor.

5.3 Conclusiones

Una vez realizada la identificación y evaluación de los posibles impactos que ocurrirán durante las actividades del proyecto, se tienen los siguientes hallazgos:

- Se identificaron 19 posibles impactos (negativos y positivos) a ocurrir en las diversas etapas del proyecto, de los cuales, 18 ocurrirán en la etapa de preparación del sitio, 16 durante la etapa de construcción y 12 ocurrirán durante la etapa de operación.
- En total se tienen identificada la ocurrencia de 46 impactos, de los cuales 37 son negativos y 9 son positivos.
- De los impactos negativos, el 94% se clasifico como compatible, 6% como moderado, y ninguno como severo.
- Los 12 impactos positivos obtuvieron una clasificación de compatible.

Por lo tanto, de acuerdo con los niveles de impacto obtenidos, puede decirse que el proyecto no ocasionara ningún desequilibrio ecológico en el ambiente. Aun asi, se contará con las medidas de prevención y mitigación pertinentes, de las cuales el tratamiento del agua y la permanencia de vegetación arbórea se consideran como las más relevantes.

6 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO.

En el presente capítulo se describen el conjunto de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales generados por el conjunto de las actividades del proyecto, las cuales son aplicables en las distintas etapas del proyecto.

Estas medidas están en función de su naturaleza con respecto a las citadas etapas, de acuerdo con lo siguiente:

- Medidas preventivas: se aplican para evitar o minimizar los daños ocasionados por la actividad, antes de que se produzcan impactos negativos.
- Medidas de mitigación: son aquellas que se utilizan para reducir o reparar los daños que no pudieron ser evitados por las medidas preventivas, y resultan impactos inevitables pero que pueden ser reducidos.
- Medidas de compensación: son las que se aplican en caso de que las medidas de mitigación no logren una reducción del impacto dentro de los limites tolerables, de modo que el impacto ocasionado requiera de medidas adicionales no relacionadas directamente (compensatorias) con la actividad que lo generó.

Una vez identificados y evaluados los impactos del proyecto dentro del Capítulo V, se procedió a diseñar y proponer las medidas preventivas y de mitigación a realizar, estas medidas se presentan en el Capítulo VI, todo esto enfocándose en cada uno de los indicadores de impacto previamente identificados y haciendo especial énfasis en los puntos vulnerables que se pudieran presentar con relación a dichos impactos.

PER (Presión, Estado y Respuesta).

El esquema PER está basado en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones (P) sobre el ambiente modificando con ellos la calidad y cantidad de los recursos naturales (Estado); asimismo, la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales (Respuestas). El esquema PER agrupa los indicadores en tres categorías cuya interacción proporciona información sobre el proceso causa-efecto que hay detrás de diversas problemáticas

Presión. Describen las presiones que ejercen las diferentes actividades humanas sobre el ambiente y los recursos naturales. Los indicadores de presión se clasifican a su vez en dos grupos. El primero considera las presiones directas sobre el ambiente, frecuentemente ocasionadas por las actividades humanas. El segunda toma en cuenta las actividades humanas en sí mismas, es decir, las condiciones de aquellas actividades productivas o de otro tipo que generan la problemática.

Estado. Se refieren a la calidad del ambiente y la cantidad y estado de los recursos naturales. Los indicadores de estado deben estar diseñados para dar información sobre la situación del ambiente y sus cambios a través del tiempo. Este tipo de indicadores se consideran también los efectos a la salud de la población y a los ecosistemas causados por el deterioro del ambiente.

Respuesta. Presentan los esfuerzos que realizan en la sociedad, instituciones o gobiernos, orientados a la reducción o mitigación de la degradación del ambiente.

Los indicadores así construidos tratan de reflejar y medir las interrelacionar entre el desarrollo socioeconómico y los fenómenos ecológico-ambientales y construir un punto de referencia para la evaluación del bienestar y de la sustentabilidad.

6.1 Medidas de prevención y mitigación

Las medidas preventivas y de mitigación se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 34. Medidas preventivas y de mitigación de impactos y costos de implementación

Etapa	Impacto	CA	Tipo	Descripción de la medida	Costo
PS y C	Emisiones de polvos Emisiones de GEI y partículas	Abiótico	P	1. Uso de vehículos en buen estado con mantenimientos periódicos y verificación vehicular reciente de acuerdo con la Norma correspondiente. 2. Emplear lonas en los camiones de transporte de material.	$10,000.00
PS y C	Posibles afectaciones por los lixiviados de residuos sólidos	Abiótico	P	3. Establecimiento de un área el acopio temporal de los residuos sólidos, diferenciado para RSU y residuos de la construcción y que cuente con botes de basura suficientes. 4. Llevar a cabo la separación de residuos, buscando su valoración. 5. Envío de residuos a sitios de disposición final autorizado. 6. Respecto a los residuos fisiológicos, se contarán con letrinas portátiles cuyo manejo y disposición final de las aguas correrá por cuenta de la empresa prestadora del servicio.	$30,000.00
O				7. Durante la operación, realizar la contratación del servicio público municipal para la recolección de residuos.	

Etapa	Impacto	CA	Tipo	Descripción de la medida	Costo
PS C	Posibles afectaciones por fugas de combustibles y/o aceites.	Abiótico	P	8. No se almacenará temporalmente sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad en el área. 9. No se permitirá realizar trabajos de mantenimiento a vehículos y/o equipo dentro del área de trabajo. 10. En caso de elementos impregnados con solventes y/o pinturas o combustibles, como trapos o estopas, estos deben ser recolectados por separado	$5,000.00
			Mi	11. En caso de una contaminación accidental por lubricantes o combustibles que impregnen el suelo, se deberá realizar como primera opción, el retiro de la capa de suelo contaminada y almacenarla en contenedores plásticos con tapa, dicho material será puesto a disposición de una empresa certificada para el manejo del residuo.	$20,000.00
PS	Remisión de suelo en las áreas a ocupar	Abiótico	P	12. El suelo removido durante el despalme y nivelación permanecerá en el predio y será reintegrado en las áreas verdes y de conservación del Proyecto. 13. Se delimitará la superficie de trabajo para no afectar más de la autorizada.	$10,000.00
PS y C	Posibles afectaciones al subsuelo por lixiviados de residuos sólidos, o por fugas de combustibles y/o aceites	Abiótico	P	Medidas 6 y 8	Costo incluido en la medida 6
C	Se requerirá abastecimiento	Abiótico	P	14. El agua requerida durante la construcción será a través de pipas, por loque no se extraerá agua del sitio.	$12,000.00

Etapa	Impacto	CA	Tipo	Descripción de la medida	Costo
O	de agua para su funcionamiento.			15. Para el abastecimiento de agua, el proyecto se conectará a la red de agua potable municipal. 16. Se instalarán llaves y sistemas ahorradores de agua para la operación del proyecto. 17. Se utilizará agua residual tratada para el riego de las áreas verdes, con lo que se reducirá el consumo de agua.	
PS y C	Se generará emisiones sonoras por la maquinaria y activad constructiva.	Abiótico	P	18. todos los vehículos y camiones deberán contar con los mantenimientos correctivos y preventivos necesarios antes de su traslado y operación en el sitio del proyecto. 19. Para evitar problemas a la salud, todo el personal en obra será dotado del equipo de seguridad necesario, incluyendo tapones de goma para los oídos.	$12,000.00
PS	Se removerá la cubierta vegetal. Se producirá una modificación del hábitat. Modificación del paisaje urbano Afectación al microclima del sitio por la construcción del proyecto	Biótico	P	Medida 13 20 Estará estrictamente prohibida la extracción de especies de flora y/o fauna del sitio, o partes de estas, para uso comercial o alimento. 21. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación.	Incluido en la medida 13
			Mi	22. El material vegetal removido se deberá trozar para reintegrarlo al suelo en otras áreas o para disponerlo en un sitio de disposición final. 23. El proyecto plantea la implementación de áreas verdes igual al 25.4% del área total.	$12,000.00
PS C	Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre	Biótico	P	24. Campaña de concientización para la prohibición de cazar, capturar, lesionar, vender, regalar, matar o espantar a las especies de fauna silvestre que se avisten o	$9,000.00

Etapa	Impacto	CA	Tipo	Descripción de la medida	Costo
	hacia áreas aledañas.			localicen en el área seleccionada para realizar el proyecto.	
PS, C y O	Posibles afectaciones por la generación de residuos sólidos	Abiótico	P	Medida 3. Medida 7.	Incluido en la medida 7
PS y C	Posibles afectaciones residuos fisiológicos	Abiótico	P	Medida 6	incluido en la medida 6
O			Mi	25. En la etapa de operación el proyecto contara con una planta de tratamiento de agua residual.	$80,000.00
PS C O	Se requerirá mano de obra durante la ejecución de los trabajos. Se requerirán servicios públicos y de empresas especializadas Se obtendrán ganancias económicas por empleos temporales.	Socioec.	P	26. Se procurará que parte de los empleados provengan de las comunidades vecinas. 27. Contratación de personal de las comunidades circunvecinas para la construcción, mantenimientos y vigilancia del proyecto conllevan ganancias económicas puntuales.	-
Total, medidas de prevención y mitigación					$200,000.00

CA: Componente ambiental
P: Medida preventiva
Mi: Medida de mitigación

Para el cumplimiento de las medidas de mitigación se plantean las siguientes estrategias con sus respectivos indicadores.

ESTRATEGIA: cambio climático (control de emisiones de gases de efecto invernadero)		
ACCION	INDICADOR	MONITOREO/VERIFICACIÓN
Limitar las emisiones a la atmosfera de Gases de efecto invernadero.	% de los vehículos a gasolina o diesel en cumplimiento de las normas de emisiones, durante la etapa de construcción del proyecto.	Meta: 100% de vehículos en cumplimiento. Verificación: Recibo de verificación vehicular o en su caso, recibos de mantenimiento vehicular semestral.
ESTRATEGIA: mantenimiento de la biodiversidad		
ACCION:	INDICADOR:	MONITOREO/VERIFICACIÓN
Creación y mantenimiento de un área de conservación	% de la superficie del predio destinada a conservación	25.4 % de superficie destinada a conservación. Verificación: Reporte fotográfico del área de conservación delimitada.
Protección de especies de flora y fauna	% del personal laboral capacitado en identificación de especies de importancia de flora y fauna presentes en el sitio. # de reportes de incidentes sobre afectación de especies de importancia de flora y/o fauna. # fichas de las especies de importancia para su fácil identificación.	Meta: 100% del personal capacitado. Verificación: Lista de asistencia a la capacitación. Meta: 0 reportes. Verificación: reportes de la supervisión ambiental. Meta: 2 fichas Verificación: fichas impresas correspondientes a las 2 especies de importancia identificadas, *Thrinax radiata* y C*tenosaura similis*.
ESTRATEGIA: Manejo integral de residuos sólidos		
ACCION:	INDICADOR:	MONITOREO/VERIFICACIÓN
Instaurar un programa de manejo integral de residuos sólidos.	% de separación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. # de áreas de acopio temporal de residuos. Bitácoras de salida de residuos.	Meta: 100% de separación de RSU y RME. Verificación: Contrato o recibo de servicio para recolección de RSU y RME. Meta: áreas de acopio temporal de residuos diferenciado para RSU y RME. Verificación: Reporte fotográfico de las áreas de acopio.
ESTRATEGIA: Manejo integral de residuos líquidos		
ACCION:	INDICADOR:	MONITOREO/VERIFICACIÓN
Evitar la contaminación del suelo y subsuelo por	# de baños portátiles durante la etapa de construcción.	Meta:1 baño portátil durante el periodo de construcción.

descargas de aguas residuales.	% de aguas negras tratadas durante la operación del proyecto.	Verificación: Notas de contratación del servicio, fotografías. Meta: 100% de aguas negras tratadas. Verificación: recibo de instalación de una planta de tratamiento de agua residual.
ESTRATEGIA: Reducción de consumos		
ACCION:	INDICADOR:	MONITOREO/VERIFICACIÓN
Instalación de equipos ahorradores de agua.	% de llaves de lavabos e inodoros de tipo ahorrador.	Meta: al menos 80% de e llaves de lavabos e inodoros de tipo ahorrador Verificación: Recibo de adquisición de equipos.
Instalar equipos de bajo consumo eléctrico	# de aires acondicionados de tipo inverter	Meta: 3 aires acondicionados de tipo inverter. Verificación: Recibo de adquisición de equipos.

6.2 Impactos Residuales

Un impacto ambiental residual es aquel impacto que no puede ser evitado con medidas de prevención, y que permanece después de haber aplicado las medidas pertinentes para su minimización.

Los impactos residuales del proyecto corresponden a la generación de residuos sólidos urbanos y la generación de aguas residuales, que si bien, se llevaran a cabo las medidas pertinentes para su correcto manejo, el efecto de estos continuará durante toda la operación del proyecto.

6.3 Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental (P.V.A) es un sistema que tiene la finalidad de garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas, correctivas y de mitigación que se establecieron en dicho estudio, dando seguimiento de las acciones del proyecto y detección de alteraciones no previstas en dicho estudio, que deberán ser corregidas adecuadamente por medio de medidas correctoras. Así, el programa de vigilancia ambiental es una fuente para retroalimentar los resultados de la MIA.

Por ello, el aspecto más importante de un plan de seguimiento es la interpretación de la información recogida. Esta información sirve para poder interpretar el cambio de la situación ambiental, puesto que la simple desviación entre la situación previa y posterior a una obra no es totalmente válida. Las técnicas posibles para interpretar los cambios suelen basarse en

tener una base de datos de un periodo importante anterior a la obra o su control en zonas testigo.

La retroalimentación de los resultados sirve para modificar los objetivos iniciales que se establecieron desde la MIA. Por ello, el Programa de Vigilancia debe ser flexible y encontrar un punto de equilibrio entre la conveniencia de no realizar cambios para aumentar la longitud de la serie temporal y la necesidad de modificar el programa para reflejar la problemática ambiental.

Objetivos

Establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas preventivas, correctivas y de mitigación propuestas en el Manifiesto de Impacto Ambiental

Objetivos Específicos

- Identificar cuantitativa y cualitativamente cada afección para todas y cada una de las variables ambientales, seguir las operaciones de obra que provocan impacto, describir el tipo de impacto y ejecutar las medidas preventivas y correctoras propuestas para prevenirlo o minimizarlo.
- Comprobar la eficacia de las medidas propuestas, y en su defecto, determinar las causas de la desviación de los objetivos y establecer los mecanismos de diagnóstico y rectificación.
- Detectar posibles impactos no previstos y establecer las medidas adecuadas para reducirlos, compensarlos o eliminarlos.
- Comprobar que las acciones a desarrollar en el seguimiento ambiental, durante los procesos de ejecución de la obra, están vinculadas con el mayor grado de eficacia posible a aquellas actividades de prevención.
- Seleccionar indicadores ambientales fácilmente mensurables y representativos.
- Proporcionar resultados específicos de los valores reales de impacto ambiental alcanzado por los indicadores ambientales preseleccionados, respecto a los previstos.

Alcance

El alcance general del presente documento incluye:

- La realización de inspecciones visuales durante las visitas a la obra y reporte fotográfico Informes periódicos, en los que se detallan las medidas preventivas, correctoras y de mitigación que se están llevando a cabo y mencionando los incumplimientos.
- Informe Final que detalla los resultados de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias ejecutadas.

Estrategias

En el P.V.A. se especifican los responsables y las funciones a desempeñar por los mismos durante el seguimiento ambiental. El control y seguimiento de las medidas es responsabilidad de la Dirección de Obra que es el encargado de adoptar las medidas preventivas y correctoras, ejecutar el Programa de Vigilancia Ambiental, emitir informes técnicos periódicos sobre el cumplimiento de las medidas propuestas y remitirlos al organismo competente.

Para las cuestiones medioambientales se designa un Responsable Técnico de Gestión Medioambiental el cual dentro de sus responsabilidades tendrá:

- Supervisión de las actividades a realizar y los procedimientos constructivos de acuerdo con las condicionantes del resolutivo en materia de impacto ambiental.
- Velar la implementación correcta de las medidas de prevención y mitigación establecidas en la manifestación de impacto ambiental.
- Redactar informes mensuales de seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental y remitir a la Dirección de la Obra cuantas incidencias se vayan produciendo.
- Elaboración y entrega de reportes de cumplimiento ante la autoridad.

Entregables

Dentro de las actividades a realizar se enlistan las siguientes:

Antes del inicio de las obras:

- Informe del estado preoperacional, incluyendo el análisis y mediciones realizadas, reportaje fotográfico, visitas a la obra e inspecciones visuales.
- Plan de Seguimiento y Control Ambiental de la fase de obras con indicación expresa de los recursos materiales y humanos a emplear.

Durante la ejecución de las obras:

- Informes periódicos, en los que se detallan al menos: Medidas preventivas, correctoras y de mitigación que se están llevando a cabo, y en caso de existir, partes de no conformidad.

Previo al término de la obra:

- Informe Final que detalla al menos: los resultados de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias realmente ejecutadas, los resultados de la inspección final efectuada para la verificación de la limpieza de la zona de obras y entorno inmediato, así como la comprobación de la retirada de restos de residuos, materiales o instalaciones ligados a las obras.

Calendario de actividades

El desarrollo del proyecto contempla tres etapas principales, que comprenden: la Preparación del Sitio, Construcción, así como la Operación y Mantenimiento. Entre las 2 etapas se prevé

abarcar un periodo de 24 meses, las principales actividades a desarrollar durante ese periodo se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 35.Calendario de actividades de vigilancia ambiental.

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
Vigilancia ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Informes parciales			■			■			■			■			■			■			■			■
Informe anual												■												■
Informe final																								■

7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

7.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Como se ha podido constatar a lo largo del presente documento, el área donde se pretende desarrollar el proyecto consiste en una zona costera con un alto grado de afectación por presencia de inmuebles (viviendas, comercios) así como caminos costeros, los cuales le otorgan un alto grado de perturbación y fragmentación al sistema ambiental y al área de influencia.

El escenario ambiental sin la ejecución del proyecto nos muestra una zona con una distribución de matorral de duna que ha sufrido las presiones de crecimiento urbano. La vegetación se mantiene fragmentadas por una serie de caminos de arena y accesos a la playa, se vería afectada en áreas puntuales que en un futuro se desarrollaran hacia un entorno más urbano.

7.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Una vez se cuente con la autorización en materia de impacto ambiental, el escenario con proyecto no dista mucho respecto al escenario actual, ya que en el área de influencia (y en general el sistema ambiental) corresponde a una zona urbana con tendencia a la ocupación de espacios vacíos para el desarrollo de viviendas, comercios y servicios.

De este modo, el proyecto se integra a ese escenario modificado hacia el cual se dirige la localidad, por lo que la aplicación de medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales negativos son de gran importancia, tomando en consideración la posible futura realización de una gran cantidad de proyectos urbanísticos en la zona.

En primera instancia, el tratamiento a las aguas residuales es una obligación normativa que se cumplirá a cabalidad, a través de la instalación y operación de un sistema de tratamiento de agua residual (PTAR Wombat 1000), y de esta forma evitar la contaminación del manto acuífero, toda vez que en el sitio no existe sistema de drenaje ni planta de tratamiento municipal a la cual la vivienda del proyecto pudiera conectarse.

Otro impacto relevante es la generación de residuos, ya que se estarán generando residuos de manejo especial durante la construcción y residuos sólidos urbanos durante la etapa de operación, los cuales requieren de un manejo adecuado para evitar afectaciones importantes al suelo, subsuelo, calidad ambiental de la zona, y calidad del aire derivados de un mal manejo y disposición, por lo que el proyecto contempla y realizara la contratación de servicios necesarios para evitar estas afectaciones.

Aunado a lo anterior, con la ejecución del proyecto se generan fuentes de empleo temporales en donde la prioridad son los habitantes de la comunidad.

7.3 Evaluación de alternativas.

Los sitios alternativos para la realización del proyecto consisten en predios costeros localizados en el área de influencia, ya que el interés del promovente es el desarrollar una vivienda unifamiliar en la costa. En este caso se evaluaron alternativas como la distancia del predio a la playa, el costo de la propiedad y la dotación de servicios, siendo el factor precio relevante en la toma de decisiones. De tal forma que ambientalmente, el predio del proyecto al no colindar con la playa, y encontrarse a más de 200 m de distancia de esta, reduce en gran medida a las posibles afectaciones que pudieran ocurrir a la duna costera y playa en comparación con un lote de primera fila. Adicionalmente, los lotes hacia el interior cuentan con una altura topográfica más alta, otorgándole un mayor grado de protección ante la subida del nivel del mar durante un fenómeno tropical.

Por estas razones, el predio seleccionado resulta en una mejor alternativa respecto a un predio de primera fila en la costa, pero no es tan relevante respecto a otros predios de la zona, ya que todos cuentan con casi las mismas características.

7.4 Conclusiones

Una vez realizados los estudios de campos pertinentes y la vinculación del proyecto con las leyes y normas aplicables, se concluye lo siguiente:

- La actividad propuesta a realizar consistente en vivienda unifamiliar es congruente con su entorno, dada la existencia de desarrollos similares en el área de influencia y sistema ambiental.
- El proyecto es congruente con el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Progreso para la realización de una vivienda unifamiliar.
- Los niveles de impacto obtenidos en la evaluación determinan que el proyecto es compatible con el medio natural, a la vez que la implementación de medidas de prevención y mitigación reducirán los niveles de impactos negativos.
- Por otro lado, la realización del proyecto generara impactos positivos derivados de la contratación de personal para la construcción y de servicios varios durante la etapa de operación.
- De tal modo, que el proyecto al no ocasionar impactos ecológicos graves, ser congruente con la vocación de uso de suelo del sitio, y contemplar medidas para la prevención y mitigación de los impactos ambientales, se considera ambientalmente factible de realizar.

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

8.1 Planos

Se anexan planos arquitectónico del proyecto de planta baja y planta alta

8.2 Fotografías

Se anexa memoria fotográfica de los trabajos y del sitio del proyecto

8.3 Referencias bibliográficas

Campbell, J. A. 1998. *Amphibians and reptiles of northern Guatemala, the Yucatán, and Belize.* Oklahoma University Press, Norman.

Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

Flores S., Duran R. y Ortíz J. (2010). Comunidades vegetales Terrestres. Ecosistemas y Comunidades. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA 125-126 pp.

Flores-Villela et al. 1995. Recopilación de Claves para la determinación de Anfibios y Reptiles de México.

Heyer, W. R. 1973. Systematics of the marmoratus group of the frog genus Leptodactylus (Amphibia, Leptodactylidae). Contributions in Science. Natural History Museum of Los Angeles County 251: 1–50.

Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek, y M. S. Foster. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC

Howell S., Webb S. 1995. A Guide to Birds of México and Northen Central América. Oxford University Press.

Lee, 1996. Amphibians and Reptiles of the Península de Yucatán. Departament of Biology, The University of Miami. Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press. Coral Gables, Florida.

National Geographic. 2002. Field guide of the birds of Northen America. NatGeo. Fourth Edition. Washington, D.C.

Peterson, Roger Tory ; Chalif, Edward D. (1989). Aves de México. Guía de campo. Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y el Salvador, México: Editorial Diana, 1989, 473 p

Torres W, Durán R. y Espejel I. (2010). Vegetación de dunas costeras. Ecosistemas y Comunidades. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA 136-137 pp.

8.4 Marco legal consultado

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

Ley General para la prevención y gestión Integral de los Residuos

Ley General de Vida Silvestre

Ley de Aguas Nacionales

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental (REIA)

Reglamento de La LGEEPA en materia de prevención y control de contaminación a la atmosfera

Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido

Reglamento De La Ley De Aguas Nacionales

Ley de protección al Medio Ambiente del Yucatán

Ley para la gestión integral de los residuos en el estado de Yucatán

reglamento de la ley de protección al ambiente del estado de Yucatán

reglamento de la ley para la gestión integral de los residuos en el estado de Yucatán