



**Representación Federal en el Estado de Quintana Roo**

- I Unidad administrativa que clasifica:** Oficina de Representación de la SEMARNAT.
- II Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, con número de bitácora **23/MP-0052/02/23**.
- III Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, el domicilio particular, el número de teléfono celular y el correo electrónico de persona física en páginas 9,10 Y 11.
- IV Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia de Acceso a la Información Pública y 113, fracción I de la Ley Federal de Transparencia de Acceso a la Información Pública. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de clasificación y desclasificación de la Información, así como para la elaboración de versiones públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
- V Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.**

ACTA\_09\_2023\_SIPOT\_1T\_2023\_ART69 , en la sesión celebrada el 21 de Abril del 2023.

[http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2023/SIPOACTA\\_09\\_2023\\_SIPOT\\_1T\\_2023\\_ART69.pdf](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2023/SIPOACTA_09_2023_SIPOT_1T_2023_ART69.pdf)

**VI Firma de titular:**

  
**Ing. Yolanda Medina Gámez.**

"Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6, fracción XVI; 32, 33, 34, 35 Y 81 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo, previa designación, firma la C. Yolanda Medina Gámez, Subdelegada de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales".

\*Oficio 00239 de fecha 17 de abril de 2023.

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

## Modalidad Particular

---

PROYECTO:

Casa Chachalacas

PROMOVENTE:

Miriam Guadalupe De La Vega Arizpe



## ÍNDICE

ÍNDICE.....	I
INTRODUCCIÓN .....	- 1 -
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	3
<i>I.1 Proyecto.....</i>	<i>3</i>
I.1.1 Nombre del proyecto.....	3
I.1.2 Ubicación del proyecto.....	3
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto .....	4
I.1.4 Presentación de la documentación legal.....	4
<i>I.2 Promovente.....</i>	<i>5</i>
I.2.1 Nombre o razón social .....	5
I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente .....	5
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones .....	5
I.2.5 Responsable del proyecto por parte de la empresa Promovente .....	5
<i>I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.....</i>	<i>6</i>
I.3.1 Nombre del responsable técnico del estudio.....	6
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio .....	7
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	8
<i>II.1 Información general del proyecto .....</i>	<i>8</i>
II.1.1 Naturaleza del proyecto .....	8
II.1.2 Selección del sitio .....	8
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización .....	9
II.1.4 Inversión requerida.....	12
II.1.5 Dimensiones del proyecto .....	12
II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias .....	13
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos .....	16
<i>II.2 Características particulares del proyecto .....</i>	<i>18</i>
II.2.1 Programa general de trabajo .....	18
II.2.2 Preparación del sitio.....	20
II.2.3 Etapa de construcción .....	20
II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento.....	20
II.2.6 Etapa de abandono del sitio .....	20

II.2.7	Utilización de explosivos .....	21
II.2.8	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	21
III.	<b>VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO.....</b>	<b>23</b>
III.1	<i>Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región .....</i>	<i>23</i>
III.1.1	Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 .....	23
III.1.2	Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021 del Estado de Quintana Roo (PED) 24 .....	
III.1.4	Programa de Ordenamiento Ecológico .....	25
III.1.5	Áreas de protección y conservación de recursos.....	36
III.2	<i>Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental .....</i>	<i>41</i>
III.3	<i>Ordenamientos jurídicos en materia de desarrollo urbano .....</i>	<i>43</i>
III.4	<i>Normas Oficiales Mexicanas.....</i>	<i>43</i>
IV.	<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL .....</b>	<b>46</b>
IV.1	<i>Delimitación y justificación del Sistema Ambiental (SA) donde pretende establecerse el Proyecto y del Área de Influencia. ....</i>	<i>46</i>
IV.1.I.	Delimitación del SA del Proyecto .....	46
IV.1.II.	Delimitación del Área de Influencia del Proyecto .....	47
IV.11	<i>Caracterización y análisis del SA .....</i>	<i>49</i>
	Provincias pertenecientes a los grupos de anfibios, reptiles y mamíferos.....	154
	Provincias Mastofaunísticas.....	155
	Provincia Herpetofaunística .....	155
V.	<b>IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>187</b>
V.1	<i>Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales .....</i>	<i>187</i>
V.1.1	Factores ambientales .....	187
V.1.2	Identificación de indicadores de impacto ambiental .....	189
V.1.3	Lista indicativa de indicadores de impacto .....	190
V.1.4	Criterios y metodologías de evaluación .....	192
V.1.5	Descripción de los impactos potenciales significativos o relevantes identificados.....	208
V.1.7	Evaluación de los impactos por componente ambiental.....	211

V.1.8	Impactos Acumulativos .....	212
VI.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....	214
VI.1	<i>Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos relevantes identificados por componente ambiental</i> .....	214
VI.2	<i>Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos NO significativos identificados, por componente ambiental</i> ...	216
VI.3	<i>Programa de Vigilancia Ambiental</i> .....	222
VII.	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	226
VII.1	<i>Pronóstico del escenario</i> .....	226
VII.2	<i>Pronostico Ambiental</i> .....	227
VII.3	<i>Conclusiones</i> .....	228
VIII.	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....	230
VIII.1	<i>Formatos de presentación</i> .....	230
VIII.1.1	<i>Planos definitivos</i> .....	238
VIII.1.2	<i>Fotografías</i> .....	239
VIII.1.3	<i>Videos</i> .....	239
VIII.1.4	<i>Listas de Flora y Fauna</i> .....	239
VIII.2	<i>Otros anexos</i> .....	239
VIII.3	<i>Glosario de términos</i> .....	240
VIII.4	<i>Bibliografía</i> .....	241
IX.	LISTA DE ANEXOS, FIGURAS Y TABLAS.....	244
IX.1	<i>Anexos</i> .....	244

## INTRODUCCIÓN

El Proyecto Casa Chachalacas pretende la construcción de una vivienda particular dentro del predio descrito, mediante el desarrollo de 2 etapas como lo es la preparación del sitio y la construcción, para que esta luego sea habitada (etapa de operación). El programa de trabajo contempla 52 semanas de trabajo para su ejecución. El predio donde se pretende desarrollar el proyecto corresponde a un sitio carente de vegetación forestal, en el cual podemos encontrar algunos individuos arbóreos pertenecientes tanto a especies nativas como exóticas. Dicho esto, se pretende solicitar el derribo de arbolado con la autoridad correspondiente, de aquellos individuos ubicados dentro de la zona de desplante de la vivienda, mientras que aquellos que no se encuentren en esta superficie permanecerán en su sitio.

Este estudio de impacto ambiental aborda todos los aspectos técnicos, administrativos y legales que marca la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental para la evaluación y resolución del trámite, y analiza todos los potenciales impactos que podrían generarse por la interacción de las obras y actividades pretendidas por el proyecto a lo largo de sus etapas de desarrollo, con base en las características y condiciones actuales del sitio donde se establecerá, de manera que se identifiquen los aspectos sensibles y relevantes que deberán ser atendidos de manera oportuna a fin de mitigar los impactos ambientales del proyecto, reduciendo al mínimo las afectaciones negativas.

Por lo anterior, se elaboró la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), conforme a lo requerido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en base a la Guía para obras del Sector turístico en su modalidad Particular.

El presente estudio se elaboró entre los meses de noviembre y diciembre de 2022, para lo cual se recopiló la documentación del proyecto y se estructuró un acervo de la información ambiental regional, se realizó una visita de reconocimiento del sitio y para el levantamiento de información para la caracterización del Sistema Ambiental y Áreas de influencia; se efectuó el análisis de la información documental obtenida de estudios de proyectos previos y de los datos obtenidos en campo, procesando información mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG); se identificaron y analizaron los posibles impactos ambientales por el desarrollo de las actividades del proyecto con base en la aplicación de métodos matriciales cualitativas y cuantitativas, y se propusieron las medidas de mitigación y prevención de los impactos adversos identificados; emitiéndose finalmente las conclusiones y recomendaciones al Promoviente del Proyecto.

Los objetivos principales de la presente MIA son:

- Identificar las áreas ambientales susceptibles de ser alteradas y los recursos ambientales y socioeconómicos que podrían verse impactados de forma positiva o negativa por el desarrollo del Proyecto.
- Evaluar el impacto del Proyecto, incluidos los efectos temporales, residuales y acumulativos.

- Evaluar la trascendencia de los impactos identificados tanto en un contexto temporal como espacial.
- Determinar las medidas para prevenir, mitigar, remediar o compensar los impactos negativos identificados.

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

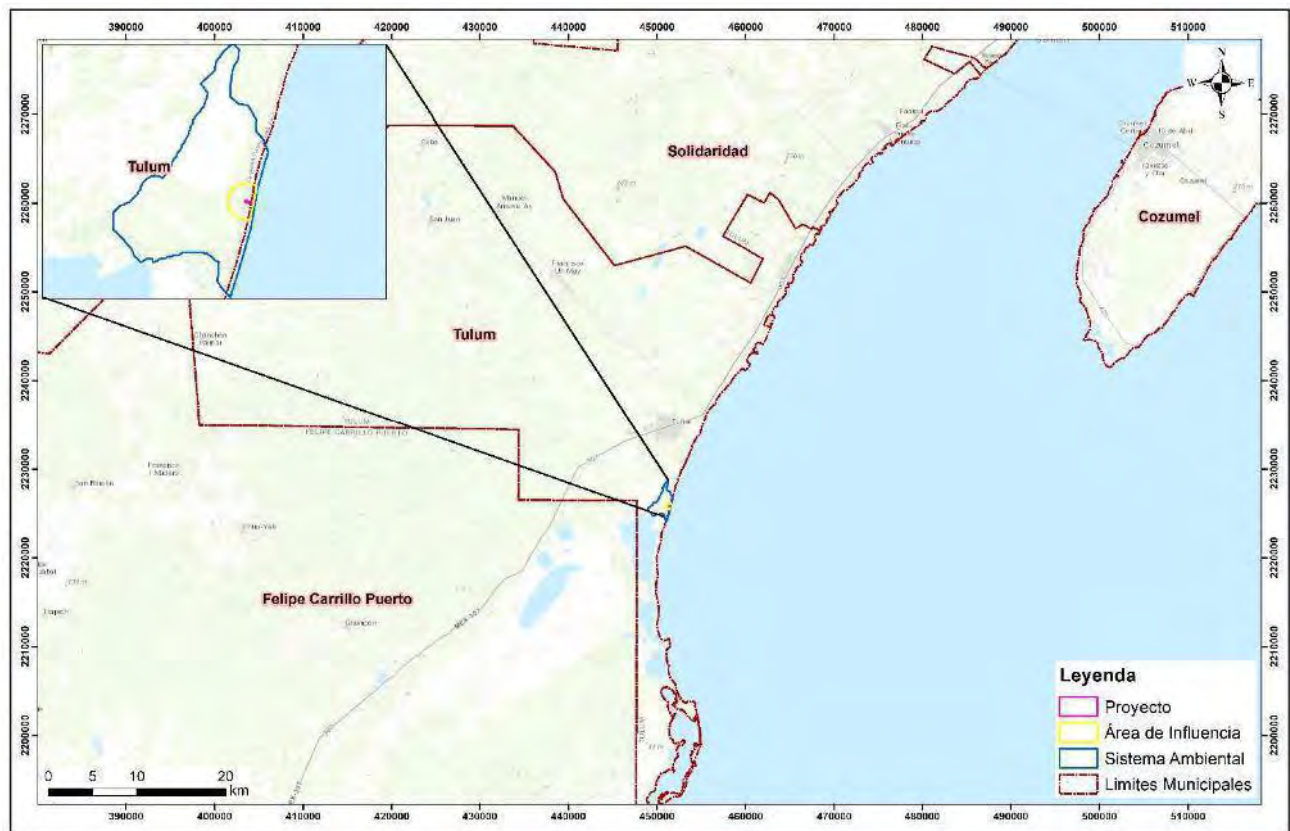
### I.1 Proyecto

#### I.1.1 Nombre del proyecto

El proyecto en cuestión es denominado “Casa Chachalacas” (en adelante Proyecto)

#### I.1.2 Ubicación del proyecto

El área del proyecto, se localiza en el Predio Punta Piedra, Zona Costera Tulum #10-J-3, Zona Costera y Predios Rústicos, en la Localidad y Municipio de Tulum, Quintana Roo.



**Figura 1.1. Localización regional del Proyecto**

El municipio de Tulum se localiza en la zona Centro Este del Estado de Quintana Roo, en las coordenadas siguientes: 20° 12' N y 87° 35' O. Limita, al norte, con el municipio de Solidaridad y al sur con Felipe Carrillo Puerto. Su cabecera municipal, la localidad de Tulum, se encuentra a una altitud de 25 metros sobre el nivel del mar, y cuenta con una extensión de 2,090.43 km<sup>2</sup>.

En la Figura siguiente se muestran la ruta de acceso principal a las áreas del Proyecto, siendo la carretera de Tulum en la Zona Hotelera, misma que corresponde a un camino no pavimentado. El predio se encuentra a 6.9 km del cruce de esta carretera y Av Coba.



**Figura 1.2. Ruta de acceso principal**

### **I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto**

Se contempla una duración de 52 semanas para el desarrollo de las etapas de preparación del sitio y construcción, mientras que la etapa de operación se considera vitalicia.

### **I.1.4 Presentación de la documentación legal**

El proyecto Casa Chachalacas es propiedad de Miriam Guadalupe De La Vega Arizpe, mediante dos contratos de Compraventa; el primero notariado en la Notaria 214 de la Ciudad de Mexico por su titular Efrain Martin Virues y Lazos. El presente Contrato se encuentra en el Libro 1670, Instrumento 44,790 (Anexo 1.1) y consta de un predio de 1,899.13 m<sup>2</sup>.

El segundo mediante la escritura pública No 311, volumen II-2020 Tomo "E", Folios 1966 al 1971, emitido por el Maestro en Derecho Marco Antonio Álvarez Trejo, Notario Público Titular número 122 (Anexo 1.2), por una superficie de 962.47 m<sup>2</sup>. En total, el predio cuenta con 2,861.60 m<sup>2</sup>

## **I.2 Promovente**

### **I.2.1 Nombre o razón social**

La promotora es Miriam Guadalupe De La Vega Arizpe (Anexo 1.3)

### **I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promotor**

[REDACTED]

### **I.2.4 Dirección del promotor o de su representante legal para recibir u oír notificaciones**

En la Tabla 1.1 se anota el domicilio para oír y recibir notificaciones.

**Tabla 1.1. Dirección para oír y/o recibir notificaciones**

Nombre	Elvira Gaytán Cross
Cargo	Encargada del Proyecto
Calle	[REDACTED]
Colonia	[REDACTED]
Municipio	[REDACTED]
Entidad Federativa	[REDACTED]
C. P.	[REDACTED]
Correo	[REDACTED]@yahoo.com

### **I.2.5 Responsable del proyecto por parte de la empresa Promotora**

Elvira Gaytán Cross, Encargada del Proyecto. [REDACTED]

[REDACTED] (Anexo 1.4)

Que conforme a lo establecido en el artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, declaro, bajo protesta de decir verdad, que la información brindada a los prestadores de servicios de Evaluación de Impacto Ambiental es fidedigna y corresponde con el proyecto que se pretende desarrollar, por lo que no existe dolo ni falsedad en ella.

---

Elvira Gaytán Cross  
Encargada del Proyecto



### **1.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental**

#### **1.3.1 Nombre del responsable técnico del estudio**

##### **Francisco Alfredo Villanueva Uribe (Anexo 1.5)**

Biólogo

Cédula Profesional:

RFC:

Que conforme a lo establecido en el artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, declaro, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, incluyendo la recopilación de información de fuentes oficiales, la generación de información a través de los trabajos de campo, y el procesamiento de la información entregada por el Promovente; por lo que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

---

Francisco Alfredo Villanueva Uribe

Responsable técnico del estudio

Los participantes en la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y las áreas en que contribuyeron se muestran en la siguiente Tabla 1.2:

**Tabla 1.2. Participantes en la elaboración del estudio**

<b>Nombre</b>	<b>Área de participación</b>	<b>Firma</b>
Biólogo Francisco Alfredo Villanueva Uribe	Coordinación del estudio, descripción del medio físico, identificación y evaluación de impactos ambientales, medidas de prevención y mitigación, escenarios futuros	
Ingeniero Forestal Jose Ramón Martínez Aguilar	Coordinación del estudio, descripción del proyecto, vinculación con ordenamientos jurídicos, evaluación de impactos ambientales, medidas de prevención y mitigación, edición texto	
Biólogo Carlos Francisco García	Caracterización de la vegetación, descripción del medio físico, identificación y evaluación de impactos ambientales, medidas de prevención y mitigación	
Biólogo Arquímedes Godoy	Caracterización de la fauna, descripción del medio físico, identificación y evaluación de impactos ambientales, medidas de prevención y mitigación	

<b>Nombre</b>	<b>Área de participación</b>	<b>Firma</b>
Ingeniero Ambiental Ivan Zamora	Descripción del medio físico	
Geógrafo Edén Ángeles Castro	Sistema de Información Geográfica (SIG), anexos y cartografía	

#### **I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio**

En la Tabla 1.3 se describen los generales de la empresa responsable del estudio Técnico.

**Tabla 1.3. Datos de la empresa responsable del estudio**

Nombre	Francisco Alfredo Villanueva Uribe
Calle	██████████
Colonia	██████████
C.P.	██████
Municipio	██████████
Entidad Federativa	██████
Teléfono	██████████

## **II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

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

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

La naturaleza del proyecto consiste en la construcción de una casa habitación en el predio ubicado en el municipio de Tulum. Para ello se requiere de la ejecución de 2 etapas, las cuales corresponden a la Preparación del Sitio y la Construcción, para posteriormente llegar a la etapa de Operación, la cual corresponde a la habitabilidad de la casa. Para el desarrollo del proyecto se requerirá la remoción de algunos de los individuos arbóreos presentes en el predio, los cuales corresponden en su totalidad a arbolado urbano, y en algunos casos, a especies exóticas. En este sentido únicamente se solicitará el permiso de derribo de arbolado de aquellos individuos que se encuentren ubicados en la zona de desplante de la casa. Posteriormente se realizarán las actividades de cortes, rellenos y nivelaciones para poder comenzar con la construcción de la vivienda.

#### **II.1.2 Selección del sitio**

La construcción de la casa se realizará dentro del predio del cual la promovente es propietaria, por lo que la selección del sitio para la construcción de la casa corresponde a la ubicación de desplante dentro del mismo predio. A continuación se describen algunos de los criterios utilizados para la selección de la zona de desplante de la casa dentro del predio.

##### **II.1.2.1 Criterios Técnicos**

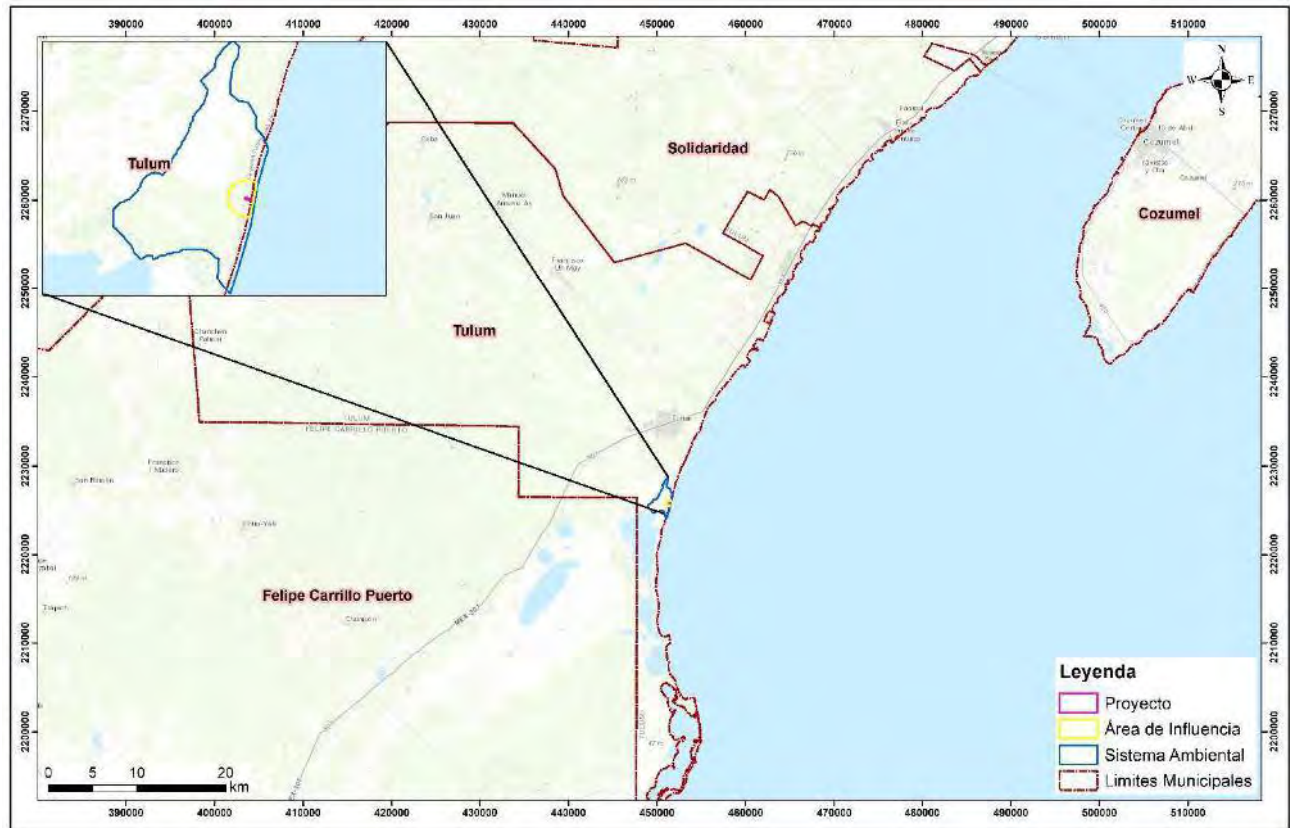
Los criterios técnicos que motivaron la selección de los sitios propuestos dependen principalmente de la viabilidad para la excavación y la colocación de las cimentaciones de la casa. A su vez tomo en cuenta la factibilidad de las instalaciones en las distintas zonas de la propiedad. En el apartado de la etapa de Construcción se describen los planos de instalaciones eléctrica, hidráulica, sanitaria y pluvial.

##### **II.1.2.2 Criterios Ambientales**

El criterio ambiental más importante con el que se planeó el desarrollo del proyecto fue el de evitar remover la mayor cantidad de arbolado posible. Como se mencionó anteriormente, el proyecto pretende remover algunos individuos arbóreos que se encuentran ubicados en el área donde se desplantara la vivienda. Es importante mencionar que la flora ubicada dentro del predio es considerada como arbolado urbano, puesto que es un área impactada y en donde se han perdido las condiciones de una zona forestal, y en donde inclusive se pueden identificar especies exóticas. En este sentido, y contemplando que las condiciones ambientales son similares dentro del predio, la única variante que se pudiera tomar en cuenta para disminuir una posible afectación es el evitar remover la mayor cantidad posible de individuos arbóreos.

### II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

Como se mostró en la Figura 1.2, el proyecto se ubica en la costa Este del estado de Quintan Roo, dentro del municipio de Tulum, y mas específicamente al final de la zona Hotelera de Tulum, entre el camino de acceso y el litoral costero.



**Figura 2.1. Localización particular del Proyecto**

A continuación, para la localización específica del Proyecto, se presenta la Figura 2.2 con la localización puntual del proyecto, indicando un par de coordenadas de referencia de cada una de ellas.

Todas las coordenadas presentadas para este informe, así como el Sistema de Información Geográfica (SIG) creado para el proyecto, utilizan el Sistema UTM Datum WGS84.



**Figura 2.2. Localización específica del Proyecto**

**Tabla 2.1. Coordenadas del predio**

Coordenadas Proyecto		
Id	X	Y
1	451463.47	2225810.8
2	451462.22	2225785.5
3	451350.49	2225803.9
4	451351.66	2225829.4
5	451463.47	2225810.8







**Figura 2.3. Condiciones actuales del sitio**

#### **II.1.4 Inversión requerida**

El costo total requerido (inversión más gastos de operación) para el desarrollo del presente proyecto corresponde a un estimado de [REDACTED] (MXN).

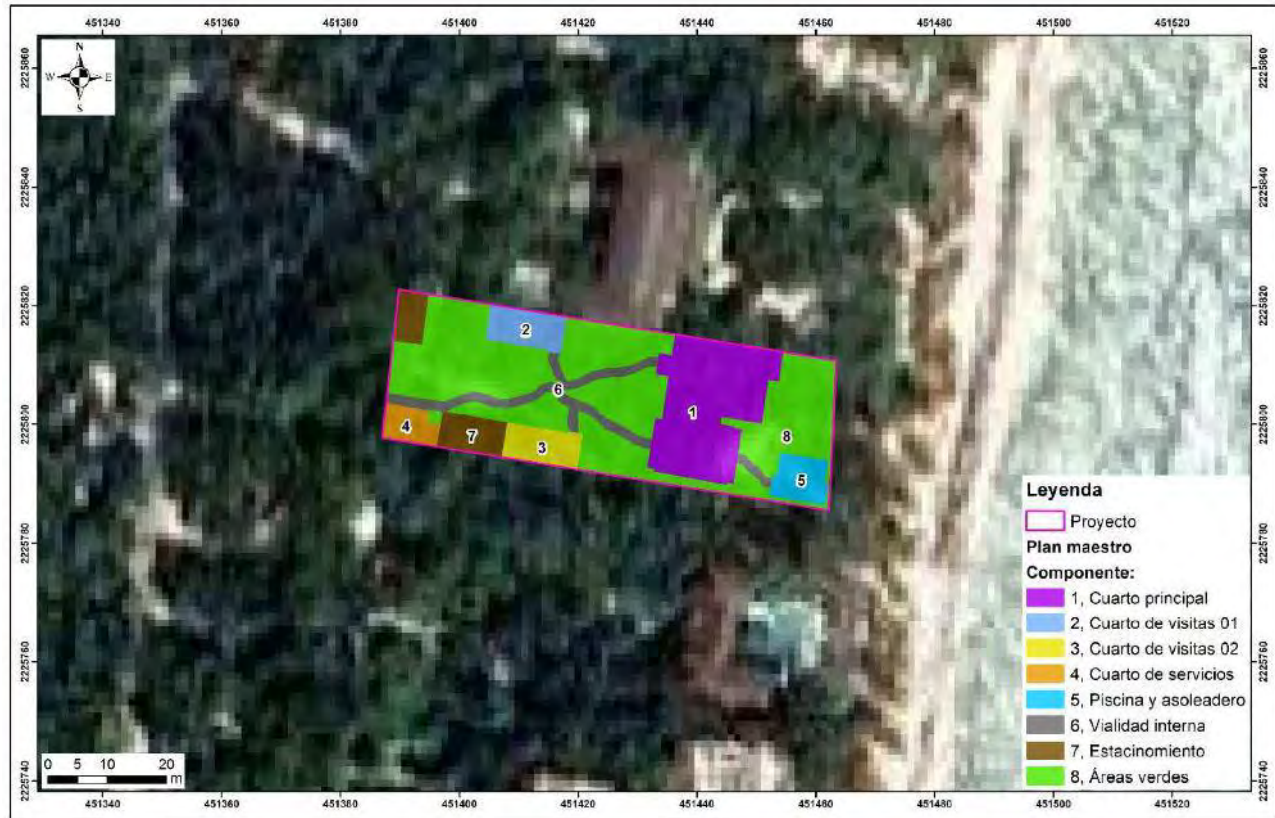
#### **II.1.5 Dimensiones del proyecto**

El proyecto consiste en la construcción de una vivienda, la cual se divide en la casa principal, dos cuartos de visitas, alberca y asoleadero, cuarto de servicios, la vialidad interna y el estacionamiento, mientras que el resto del predio serán áreas verdes. El predio donde se desarrollará el proyecto tiene una superficie de 2,861.60 m<sup>2</sup>, dentro de los cuales se desarrollarán las siguientes obras con las siguientes superficies. (Anexo 2.5. Plano del Predio, y Anexo 2.4 Plano General del proyecto)

Superficies plan maestro		
Id	Obra	Área m <sup>2</sup>
1	Cuarto principal	379.875188
2	Cuarto de visitas 01	78.608769
3	Cuarto de visitas 02	76.291499



Superficies plan maestro		
Id	Obra	Área m2
4	Cuarto de servicios	51.528788
5	Piscina y asoleadero	66.375428
6	Vialidad interna	130.212527
7	Estacinamiento	109.632533
8	Áreas verdes	1006.605268



En la figura anterior se puede apreciar el arreglo interno del proyecto en donde se puede apreciar que la casa principal se encuentra al Este del proyecto junto con la alberca y asoleadero, mientras que los cuartos de visitas se encuentran al Noroeste y Suroeste respectivamente.

### II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

El uso actual del suelo que se presenta en el sitio del proyecto corresponde a “Urbano Construido” de acuerdo a la información proporcionada por la carta de “Usos de suelo y vegetación del INEGI Serie VI”, mientras que al Oeste del proyecto, a una distancia aproximada de 120 m, se colinda con un Tipo de Vegetación de Manglar. En este sentido toda la franja costera que corresponde a la Zona Hotelera de Tulum, tiene un uso de suelo Urbano construido, dentro del cual se pudo corroborar que no cuenta con vegetación forestal debido a la degradación que ha sufrido durante los últimos años por la presencia antrópica y el constante desarrollo turístico.



En cuanto a los predios colindantes, ubicados al Norte y Sur del proyecto, se identificaron propiedades con viviendas construidas, las cuales corresponden a proyectos similares al que se propone en esta MIA.



**Figura 2.4. Usos de suelo y vegetación del INEGI Serie VI**

Como se ha venido mencionando, el proyecto se ubica en la Zona Hotelera de Tulum, en un predio con frente al mar y acceso por la vialidad principal de la zona. En el SA se pueden apreciar algunos cuerpos de agua, los cuales corresponden principalmente a Cenotes ubicados en la Zona Oeste al proyecto. En cuanto al área del proyecto, se identificó un estanque artificial ubicado al centro del predio, el cual a decir del promovente, fue construido como parte de las obras de desarrollo urbano que se llevaron a cabo por los dueños anteriores. A continuación se presentan imágenes de dicho estanque artificial, el cual actualmente se aprecia con agua estancada y tiene presencia de algunos individuos de ictiofauna.

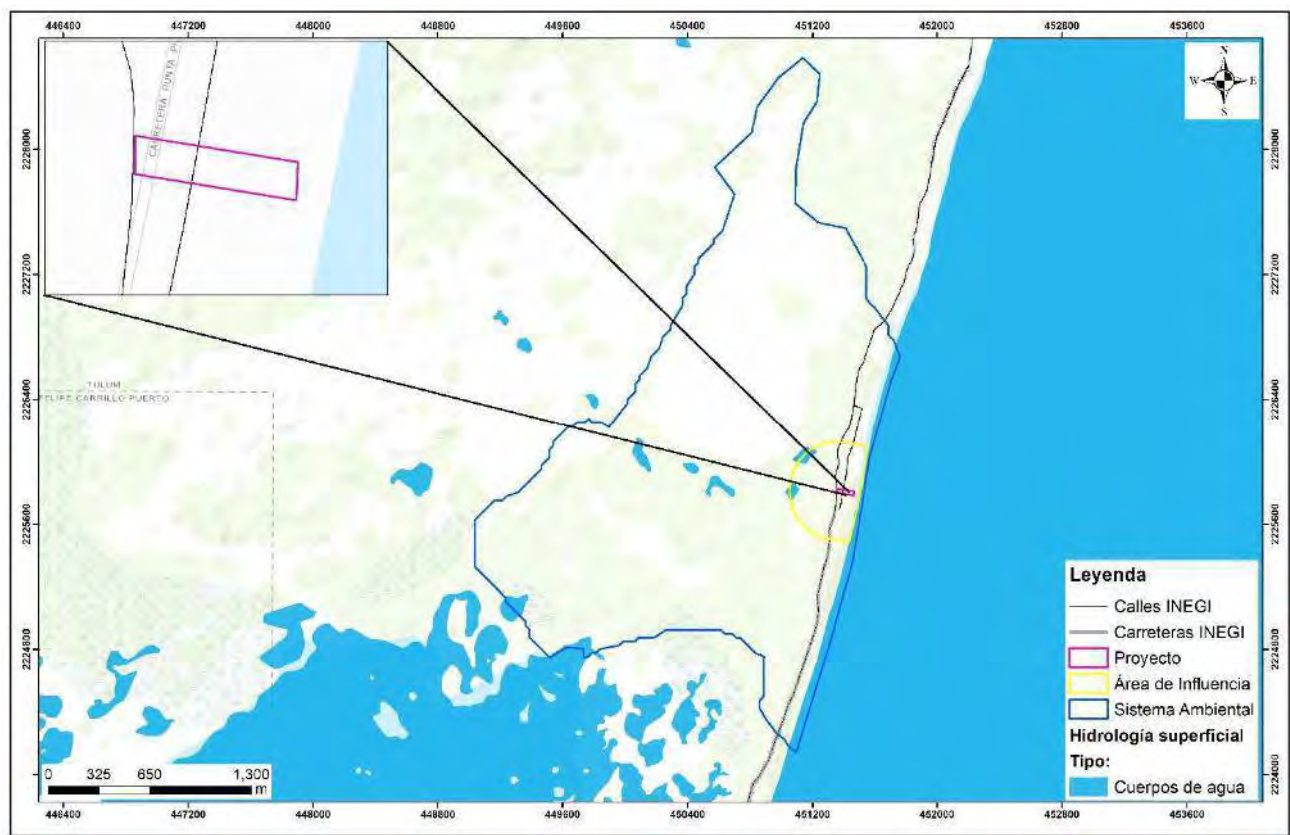


Figura 2.5. Cuerpos de agua en torno al Proyecto





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

En cuanto a la urbanización del predio donde se desarrollará el proyecto, se puede apreciar que en el pasado se realizaron obras constructivas, puesto que actualmente se cuenta con una casa abandonada al interior del predio, así como algunas vialidades (las cuales serán utilizadas) y algunas otras obras ornamentales como el estanque artificial. El desarrollo de estas obras en el pasado, generó un impacto en los distintos componentes ambientales, por lo que actualmente el predio presenta cierto grado de perturbación ambiental.

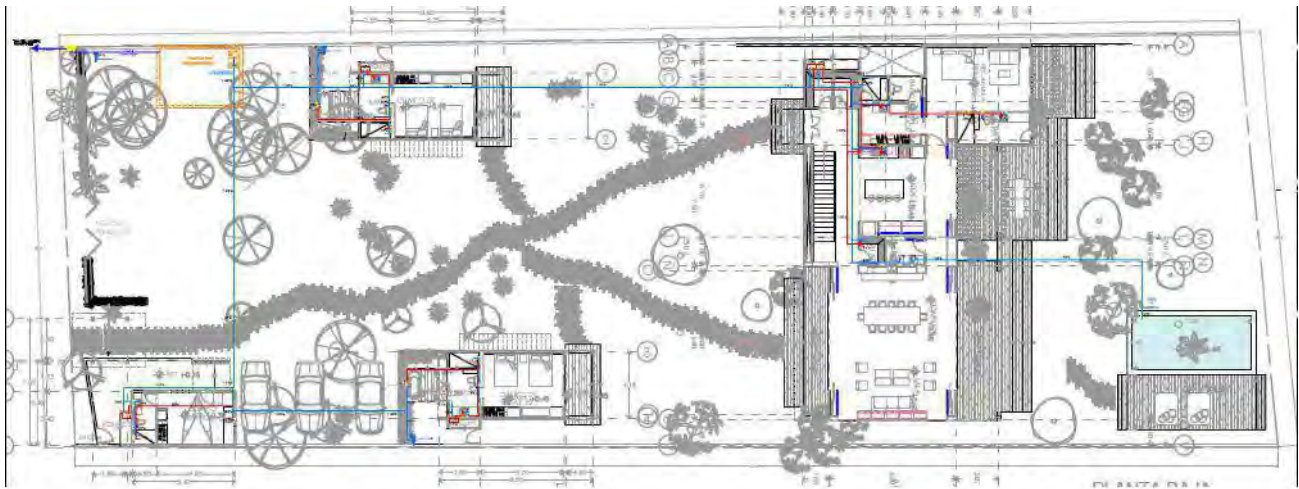
#### *Requerimientos de servicios*

El proyecto pretende obtener los servicios requeridos mediante la conexión a las redes municipales de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica, lo cual se describe a continuación.



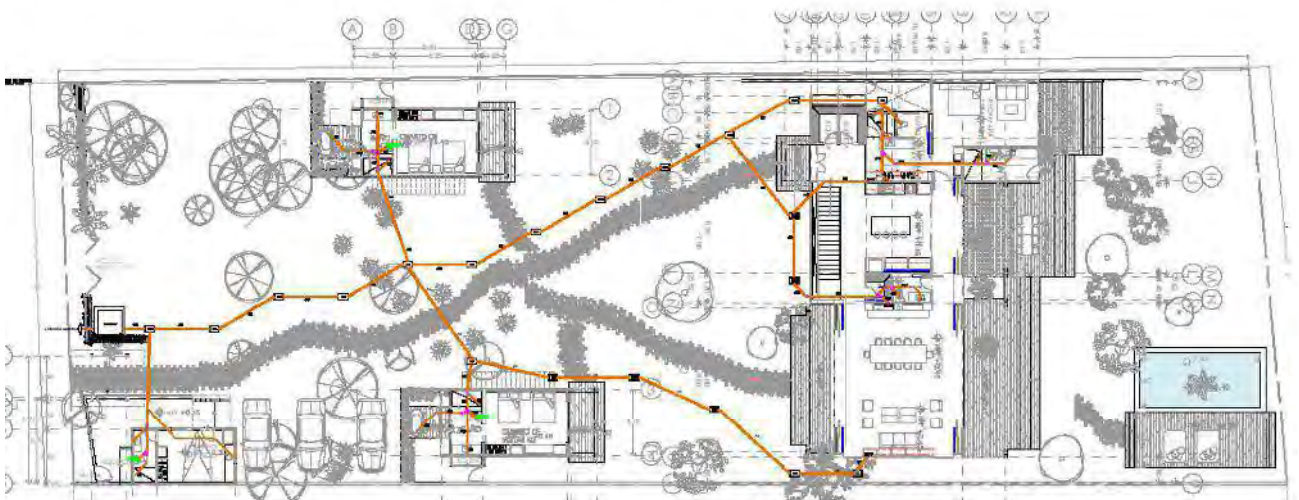
### - Agua

El servicio de agua potable será abastecido por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio (CAPA). La conexión de la red interna con la red municipal se realizará en la parte Noreste del predio, en donde se encontrará el medidor. Posteriormente el agua circulará hasta una cisterna de agua que se colocará de 31.5 m<sup>3</sup>. Esta cisterna contará con bombas sumergibles de 2 HP con velocidad variable, las cuales distribuirán el agua hacia las diferentes zonas de la casa por medio de tubería de 1 ¼". En el Anexo 2.1 se presentan los planos de la red Hidráulica del proyecto.



### - Drenaje

En cuanto a la red de drenaje, esta se distribuye por el proyecto mediante una tubería de 4" y varios registros hasta un biodigestor ubicado a un costado del acceso principal al predio. Este biodigestor se conectará a la Red de Descarga Municipal como se muestra en la siguiente figura. En el Anexo 2.2 se presentan los planos de la Red Sanitaria del proyecto.



- **Energía Eléctrica**

El sistema eléctrico del proyecto se abastecerá mediante la conexión a la red de la CFE presente en el sitio. El proyecto contará con un tablero general a un costado del acceso principal al predio, del cual se distribuirá la energía hacia todas las áreas del proyecto. Para mayor información del proyecto eléctrico, en el Anexo 2.3 se presentan los planos.

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

### **II.2.1 Programa general de trabajo**

La planeación del Proyecto Casa Chachalacas incluye las actividades de las dos primeras etapas del proyecto, correspondientes a la Preparación del Sitio y Construcción. El desarrollo de estas dos etapas se prevé que dure 52 semanas, las cuales se describen en la siguiente tabla de forma detallada.

**PROYECTO:**

Casa habitación "CHACHALAGAS"  
Tulum, Quintana Roo

[illegible]

### **II.2.2 Preparación del sitio**

Las actividades propias de esta etapa del proyecto corresponden a la remoción de los individuos arbóreos presentes en la zona de desplante de la vivienda, los cortes y los rellenos para la nivelación del terreno. Primeramente, se realizará la remoción de aquellos individuos de los cuales se solicite el permiso de derribo de arbolado autorizado por las autoridades municipales. Esta remoción se realizará conforme dicha autoridad lo solicite y realizando las medidas de compensación que sean solicitadas.

Los cortes de terreno se traducen a la excavación de piscina y de cisterna. Las excavaciones de piscina y cisterna serán por medios mecánicos, a un nivel de (-) 80 cm. Por debajo del nivel considerado como  $N\pm 0.00$  (nivel de calle), debido a que esta estará a un  $NPT+0.45$  con una profundidad de 1.40m. El resto de las excavaciones serán manuales y se determinarán durante el proceso de estas, dado que, por el tipo de terreno de la zona, es necesario llegar a piedra fija y esta será variable.

Dado que los niveles de banquetta considerados, el nivel de terreno natural y los niveles de desplante de la cimentación superficial propuesta, se considera que los rellenos de celdas dentro de los límites de la construcción se llevarán a cabo con material producto de la misma excavación y, en su caso, como complementario con material mejorado con cementante según recomendación de mecánica de suelos.

En caso de requerir material extra, este será obtenido de bancos de material de la región autorizados por la dependencia correspondiente.

### **II.2.3 Etapa de construcción**

La etapa de construcción del proyecto consiste en la edificación de la vivienda, la cual requerirá de actividades como la cimentación, la colocación de estructuras, albañilería, acabados, instalaciones eléctricas, instalaciones hidrosanitarias, instalaciones pluviales, colocación de pisos y recubrimientos, carpintería, instalación de cancelería, carpintería, instalación de gas, etc.

Durante esta etapa se contará con equipo y maquinaria que permita desarrollar las actividades de construcción.

### **II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento**

La etapa de operación del proyecto corresponde a la habitabilidad de la vivienda, por lo que no requiere de procesos, procedimientos y/o recursos específicos que tengan que describirse.

### **II.2.6 Etapa de abandono del sitio**

El proyecto no contempla una etapa de abandono del sitio, puesto que el sitio no corresponde a un proyecto con determinada vida útil.

### **II.2.7 Utilización de explosivos**

No aplica. El proyecto no hará uso de explosivos.

### **II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera**

#### **Residuos sólidos**

El desarrollo del proyecto supone la generación de distintos residuos de manejo especial. Especialmente durante las primeras dos etapas, que corresponden a la preparación del sitio y la construcción, se prevé que se generen los siguientes Residuos de Manejo Especial:

- Residuos de la construcción
- Chatarra
- Madera
- Cartón
- Plástico
- Residuos electrónicos
- Residuos Inorgánicos
- Residuos Orgánicos

Estos residuos serán almacenados en sitios especializados dentro del proyecto, los cuales contarán con características específicas como lo son sitios delimitados y nombrados con el tipo de residuo que se almacenará en cada sitio. El área de almacenamiento de residuos se encontrará separada al área de construcción. Estos residuos serán almacenados por un tiempo máximo de 6 meses, conforme lo marca la legislación aplicable.

En cuanto a la recolección de los residuos, esta será realizada por empresas autorizadas por la SEMA, debiendo entregar un manifiesto en donde se establezca el manejo posterior que se le dará a esos residuos y las autorizaciones de destino final correspondientes.

Los volúmenes de generación se notificarán a la SEMARNAT en los informes de cumplimiento ambiental solicitados.

#### **Residuos peligrosos**

Al igual que los Residuos Sólidos, el desarrollo de las etapas de preparación del sitio y construcción generará algunos Residuos Peligrosos como lo son sólidos contaminados de aceites, grasas o combustibles, anticongelantes, lubricantes, aceites, decapantes, disolventes, pintura, etc.



Estos residuos serán almacenados en un área específica denominada Almacén de Residuos Peligrosos, el cual contará con las características que marca la legislación aplicable. Al igual que los residuos sólidos, los residuos peligrosos serán recolectados por empresas autorizadas, en este caso por SEMARNAT, para el manejo de Residuos Peligrosos. Estas empresas deberán entregar manifiestos de recolección.

### **Residuos líquidos (aguas residuales)**

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generarán residuos líquidos (aguas residuales) como consecuencia de las actividades sanitarias. Durante estas etapas se colocarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, los cuales contarán con un sistema de almacenamiento de aguas residuales. Estos sanitarios recibirán limpieza de forma constante por empresas autorizadas por la SEMA para dichas actividades.

Por su parte, durante la Operación del proyecto, es decir la habitabilidad de la vivienda, se generan aguas residuales, las cuales serán conducidas por medio del sistema de drenaje de la vivienda, el cual conducirá las aguas residuales hasta conectarse al sistema de alcantarillado de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del municipio.

### **Emisiones a la atmósfera**

El desarrollo del Proyecto Casa Chachalacas, no involucra la operación de fuentes fijas de emisión de contaminantes a la atmósfera. Sin embargo, se generarán emisiones derivadas principalmente del tránsito vehicular por los caminos existentes, y por la operación de la maquinaria para la construcción. Estas emisiones corresponderán principalmente a polvos fugitivos (Partículas Suspendidas Totales, PST; y Partículas Menores a 10 Micras, PM10), así como a gases derivados de la combustión (Cox, Nox y Sox).

Más adelante se describen medidas adicionales que se tomarán para evitar producir un impacto relevante a la atmósfera y a la calidad del aire.

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

#### III.1 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región

##### III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024

El Plan Nacional de Desarrollo (PND), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2019, es un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal. Uno de sus principios rectores (no dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera) habla de propugnar un modelo de desarrollo respetuoso de habitantes y del hábitat, equitativo, orientado a subsanar y no a agudizar las desigualdades, defensor de la diversidad cultural y del ambiente natural, sensible a las modalidades y singularidades económicas regionales y locales y consciente de las necesidades de los habitantes futuros del país.

De acuerdo a la política social, el gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, entendido como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, y considerado como un factor indispensable del bienestar. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico.

De acuerdo a la política económica, el gobierno tiene como propósito impulsar al sector energético para que vuelva a operar como palanca del desarrollo nacional. En cuanto al sector de energías renovables, el Estado mexicano impulsará el desarrollo sostenible mediante la incorporación de poblaciones y comunidades a la producción de energía con fuentes renovables, mismas que serán fundamentales para dotar de electricidad a las pequeñas comunidades aisladas que aún carecen de ella y que suman unos dos millones de habitantes. De este modo, la transición energética dará pie para impulsar el surgimiento de un sector social en ese ramo, así como para alentar la reindustrialización del país.

Así mismo, en materia de Desarrollo Sostenible, el PND plantea que *el gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.*

En el epílogo del PND con visión al 2024, se establece que materia ambiental, se habrá garantizado la preservación integral de la flora y de la fauna, se habrá reforestado buena parte del territorio nacional y ríos, arroyos y lagunas estarán recuperados y saneados; el tratamiento de aguas negras y el manejo adecuado de los desechos serán prácticas generalizadas en el territorio nacional y se habrá expandido en la sociedad la conciencia ambiental y la convicción del cuidado del entorno.

Cabe mencionar que a diferencia de los planes nacionales de desarrollo en administraciones previas, el actual PND no presenta objetivos específicos que se puedan vincular directamente con la naturaleza y objetivos del proyecto. Sin embargo, se encuentra a fin a la visión de preservación integral de la flora y fauna, toda vez que el proyecto tal como está programado en esta fase, respetará las zonas forestales, sin afectar vegetación forestal y sin generar impactos directos a la fauna, con alternaciones indirectas no significativas, ni provocando alteraciones o efectos residuales, tal como se describe más adelante, en el Capítulo V de esta Manifestación de Impacto Ambiental.

### **III.1.2 Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021 del Estado de Quintana Roo (PED)**

El Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo 2016-2022 (PED) es la herramienta que dota de orden a la acción pública del gobierno, en el corto, mediano y largo plazos; en su estructura se mantiene una relación estratégica entre ciudadanía y gobierno que permiten estructurar alternativas de actuación socialmente compartidas.

El documento rector de planeación es una hoja de ruta de las acciones que serán emprendidas por las dependencias, las entidades y los organismos, con base en las demandas ciudadanas, y que serán ejecutadas dentro del periodo constitucional. También es la herramienta eficaz para un mejor desempeño gubernamental.

El Plan Estatal de Desarrollo define con precisión objetivos, estrategias y metas —generales y particulares— que son fundamentales para la estructuración programática y la asignación presupuestal, esto es, la ejecución responsable de los recursos públicos que permite dar a conocer a los ciudadanos en qué, por qué, cómo, con quién, cuándo y en dónde se realizarán las inversiones públicas para el beneficio de los quintanarroenses.

El PED Quintana Roo 2016-2022 busca alinearse a las agendas nacionales e internacionales considerando como referencia obligada de origen al Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018, y posteriormente fue actualizado para alinearse con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Los ejes estratégicos en los cuales ha quedado establecido el PED, son los siguientes:

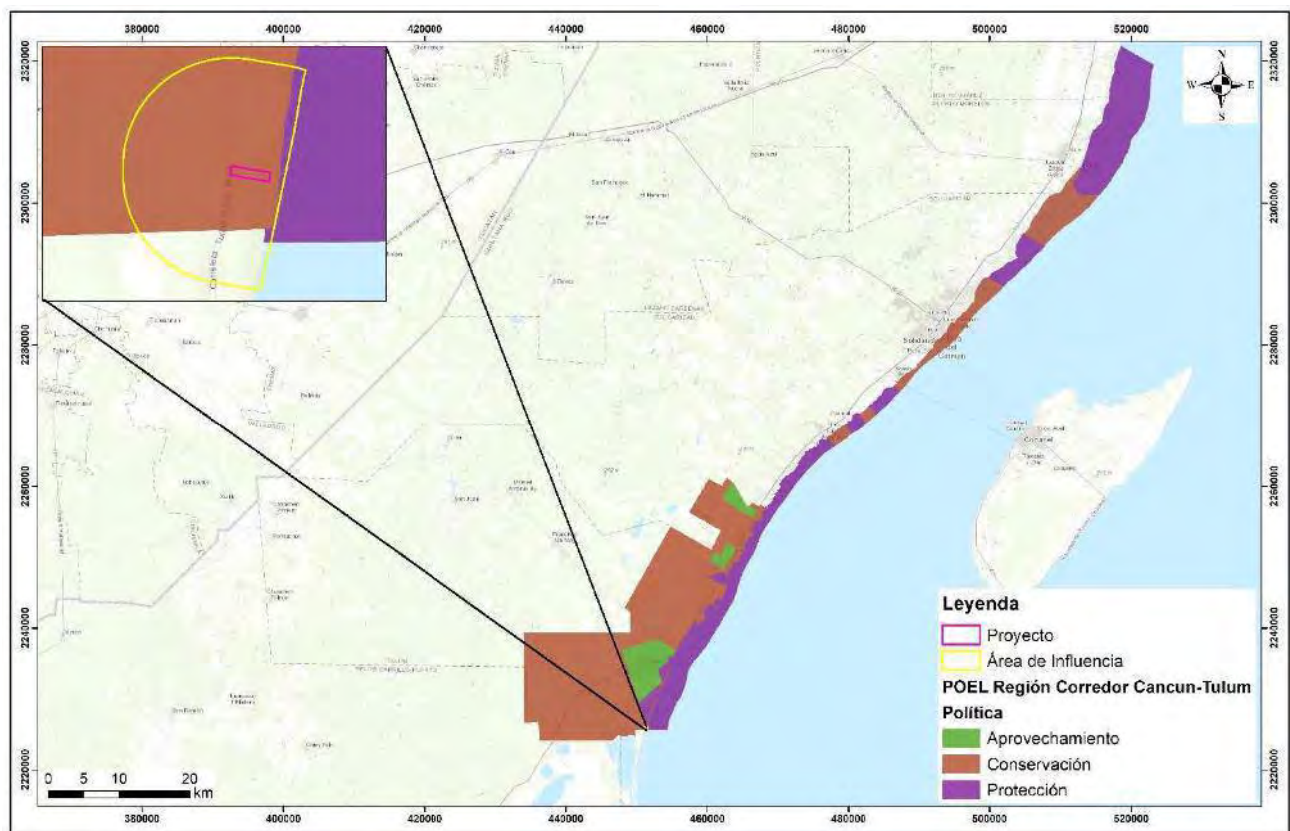
- Eje 1. Desarrollo y Diversificación Económica con Oportunidades para Todos
- Eje 2. Gobernabilidad, Seguridad y Estado de Derecho
- Eje 3.- Gobierno Moderno, Confiable y Cercano a la Gente
- Eje 4. Desarrollo Social y Combate de la Desigualdad
- Eje 5. Crecimiento Ordenado con Sustentabilidad Ambiental

Cada uno de estos ejes contiene un objetivo general con su respectiva estrategia; está integrado por programas estratégicos, estos a su vez poseen líneas de acción. Además, este documento rector contiene metas específicas por cada programa estratégico, las cuales son cuantificables y por lo tanto sujetas a evaluación; posee también indicadores, instrumentos de medición que sirven para la obtención de objetivos y metas planteadas en relación con los impactos, resultados y productos.

Haciendo un análisis de los distintos Ejes, el desarrollo del proyecto no se contrapone a ninguno de ellos, por lo que se determina que el proyecto es sustentable y respetuoso con el medio ambiente, por lo que el Proyecto, que pretende realizarse bajo la evaluación y anticipación de los potenciales impactos ambientales inherentes a dicha actividad, y haciendo una propuesta de medidas de mitigación para prevenir, minimizar, rehabilitar o compensar los efectos negativos, es un Proyecto alineado con el PED 2016-2022.

### III.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico

El proyecto se encuentra ubicado dentro del POET Región Cancun-Tulum, y más específicamente dentro de la UGA 3 denominada Costa Tulum – Sian Kaan, la cual cuenta con una Política de Conservación con una Fragilidad Ambiental de 4 y un Uso Predominante de Flora y Fauna, y con Usos Condicionados de Infraestructura y Turismo



**Figura 3.1. Proyecto Casa Chachalacas  
dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)**

A continuación se presentan los criterios contenidos dentro de la UGA 3 Costa Tulum – Sian Kaan, los cuales van conforme al desarrollo del proyecto “Casa Chachalacas”.

**Tabla 3.1. Criterios UGA 3**

<b>Cancún-Tulum. UGA 3.</b>			
<b>Uso</b>	<b>No.</b>	<b>Criterio</b>	<b>Cumplimiento</b>
AF	1	Solo se permite coleccionar frutos, semillas o restos de madera con fines de subsistencia.	El proyecto no pretende realizar colecta de frutos
C	1	Solo la superficie mínima indispensable para el proyecto constructivo podrá ser despalmada.	El proyecto pretende la remoción únicamente de los individuos arbóreos que están presentes en la superficie de desplante del proyecto.
C	2	Previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un programa de rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas, o en el mismo predio.	Se rescatarán aquellos ejemplares que se encuentren dentro de los polígonos de desplante del proyecto.
C	3	Los campamentos de construcción deberán ubicarse en áreas perturbadas como potreros y acahuales jóvenes, dentro del predio y sobre los sitios de desplante del proyecto, pero nunca sobre humedales, zona federal o vegetación natural.	El proyecto pretende desarrollarse sobre áreas contempladas como de uso urbano, y las cuales han sido previamente impactadas por actividades antrópicas
C	4	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo in situ de desechos sanitarios.	Durante la etapa de construcción, los residuos sanitarios serán colectados y manejados por empresas autorizadas para dichas actividades
C	5	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo integral (minimización, separación, recolección y disposición) de desechos sólidos.	El proyecto no contempla campamentos de construcción
C	7	Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento.	El proyecto no contempla campamentos de construcción
C	8	Cualquier cambio o abandono de actividad deberá presentar y realizar un programa autorizado de restauración de sitio.	El proyecto no pretende realizar etapa de abandono
C	10	No se permite la utilización de explosivos, excepto para la apertura de pozos domésticos de captación de agua potable aprobados por un Informe Preventivo Simplificado y en apego a los lineamientos de la SEDENA.	El proyecto no pretende el uso de explosivos
C	11	No se permite la disposición de materiales derivados de las obras, producto de excavaciones o rellenos sobre la vegetación.	El proyecto no pretende colocar estos materiales sobre la vegetación
C	12	Los Residuos Sólidos y Líquidos derivados de la Construcción deben contar con un programa integral de manejo y disponerse en confinamientos autorizados por el Municipio.	Los residuos generados durante la etapa de construcción serán almacenados y dispuestos conforme a las disposiciones de la normatividad aplicable.

**Cancún-Tulum. UGA 3.**

<b>Uso</b>	<b>No.</b>	<b>Criterio</b>	<b>Cumplimiento</b>
C	13	Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruidos provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	Como parte de las medidas propuestas, se pretende contar con programas de mantenimiento de la maquinaria, de forma que se eviten estos efectos
C	14	No se permite la utilización de palmas de las especies <i>Thrinax radiata</i> , <i>Pseudophoenix sargentii</i> , y <i>Coccothrinax readii</i> ( chit, cuca y nakás ), como material de construcción excepto las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) o viveros autorizados.	El proyecto no pretende la utilización de vegetación como material de construcción
C	15	El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.	En caso de que el proyecto requiera de materiales, estos se trasladaran en camiones con cubierta, de forma que eviten la dispersión de polvos
C	16	Todo material calizo, tierra negra, tierra de despalme, arena del fondo marino, piedra de muca, y residuos vegetales, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	En caso de requerir material, se obtendrá de un banco de material autorizado
C	17	Los campamentos de obras ubicadas fuera del centro de población no deberán ubicarse a una distancia menor de 4 km. de los centros de población.	El proyecto no contempla campamentos de construcción
C	18	Las cimentaciones no deben interrumpir la circulación del agua subterránea entre el humedal y el mar.	Los cimientos del proyecto no interrumpirán la circulación de agua subterránea
C	19	Se recomienda la instalación subterránea de infraestructura de conducción de energía eléctrica y comunicación, evitando la contaminación visual del paisaje.	La instalación de los sistemas eléctricos, drenaje y agua potable se realizará de forma subterránea.
EI	3	La instalación de infraestructura estará sujeta a Manifestación de Impacto Ambiental.	Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular para la autorización del desarrollo del presente proyecto.
EI	5	Los asentamientos humanos y/o las actividades turísticas deberán contar con un programa integral de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.	Los residuos generados serán manejados conforme a las disposición correspondientes
EI	8	Se promoverá el composteo de los desechos orgánicos, para su utilización como fertilizantes orgánicos degradables en las áreas verdes.	El proyecto no contempla la generación de residuos orgánicos
EI	9	Se promoverá la instalación de sanitarios secos composteros que eviten la contaminación del suelo y subsuelo y la proliferación de fauna nociva en las zonas suburbanas y rurales.	El proyecto contempla que las aguas residuales provenientes de los sanitarios del proyecto sean enviadas al Sistema de alcantarillado del municipio.
EI	10	Los desarrollos turísticos y asentamientos humanos que incluyan clínicas, hospitales y centros médicos deberán contar con un sistema integral para el manejo y disposición de desechos biológico infecciosos.	El proyecto no contempla clínicas, hospitales y/o centros médicos

### Cancún-Tulum. UGA 3.

Uso	No.	Criterio	Cumplimiento
EI	11	Los desarrollos turísticos y/o asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de residuos líquidos y sólidos.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se contará con sitios específicos para el almacenamiento de los residuos generados, mientras que, durante la operación, los residuos sólidos urbanos serán recolectados por el servicio de recolección de residuos del municipio
EI	12	Los desarrollos turísticos y los asentamientos humanos deberán contar con un sistema integral de minimización, tratamiento y disposición final de las aguas residuales in situ, de acuerdo a la normatividad de la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y demás normatividad aplicable vigente.	El proyecto contempla que las aguas residuales provenientes de los sanitarios del proyecto sean enviadas al Sistema de alcantarillado del municipio.
EI	13	Se prohíbe la canalización del drenaje pluvial hacia el mar y cuerpos de agua superficiales y en caso de ser necesaria la perforación de pozos de absorción para su solución, se deberá obtener la anuencia de la SEMARNAT y la Comisión Nacional del Agua.	El proyecto no contempla la canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua
EI	14	Deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial y sanitario en el diseño de calles y avenidas, además de considerar el flujo y colecta de aguas pluviales.	El proyecto contempla instalaciones pluviales y de drenaje de forma diferenciada
EI	16	Se promoverá la reutilización de las aguas residuales previo cumplimiento de la normatividad vigente en materia de contaminación de aguas.	Se promoverá la reutilización de aguas residuales.
EI	17	Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que minimice la generación de lodos y contarán con un programa operativo que considere la desactivación y disposición final de los lodos.	El proyecto no corresponde a una PTAR
EI	18	Se deberá utilizar aguas tratadas para el riego de jardines y/o campos de golf. El sistema de riego deberá estar articulado a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.	El proyecto contempla un sistema para tratamiento de aguas residuales para implementarlo en el riego necesario en jardinerías, no se contempla jardinería sino la misma vegetación endémica del predio la cual no será impactada por la construcción.
EI	19	Queda prohibida la descarga de aguas residuales crudas al suelo y subsuelo.	El proyecto contempla un sistema de drenaje que se conectará al sistema de alcantarillado del municipio
EI	20	No se permitirá la disposición final de aguas tratadas en el Manglar.	El proyecto contempla un sistema de drenaje que se conectará al sistema de alcantarillado del municipio
EI	21	Quedan prohibidas las quemas de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el mantenimiento de derechos de vía.	El proyecto no contempla la quema de desechos. Estos serán recolectados por empresas autorizadas para su manejo
EI	22	Los taludes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	El proyecto no contempla la construcción de caminos.

Cancún-Tulum. UGA 3.			
Uso	No.	Criterio	Cumplimiento
EI	23	Los paramentos de los caminos de acceso deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.	El proyecto no contempla la construcción de caminos.
EI	24	No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en la orilla de los caminos.	El proyecto no pretende el derribo de arbolado al costado de caminos
EI	25	Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.	El proyecto no contempla la construcción de caminos.
EI	27	Los caminos que se construyan sobre zonas inundables deberán realizarse sobre pilotes o puentes, evitando el uso de alcantarillas, de tal forma que se conserven los flujos hidrodinámicos así como los corredores biológicos.	El proyecto no contempla la construcción de caminos.
EI	28	Se prohíbe la instalación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos.	El proyecto no corresponde a un sitio de disposición de residuos
EI	36	No se permite la construcción de muelles.	El proyecto no corresponde a un muelle
EI	37	No se permite la construcción de embarcaderos.	El proyecto no corresponde a un embarcadero
EI	43	Se prohíben los campos de golf.	El proyecto no corresponde a un campo de golf
EI	48	Todo proyecto de desarrollo turístico en la zona costera, deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre, por lo que en la realización de cualquier obra o actividad, deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a dicha zona, debiendo proveer accesos a ésta, en el caso de que se carezca de ellos. Eventualmente, podrá permitirse la reubicación de los accesos existentes, cuando los proyectos autorizados así lo justifiquen.	El proyecto no corresponde a un desarrollo turístico
EI	49	No deberá permitirse la instalación de infraestructura de comunicación (postes, torres, estructuras, equipamiento, edificios, líneas y antenas) en ecosistemas vulnerables y sitios de alto valor escénico, cultural o histórico.	El proyecto no pretende la instalación de infraestructura de comunicación
EI	50	En las obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, se prohíbe el uso de aceite quemado y de otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera.	El proyecto no pretende la instalación de infraestructura sobre cuerpos de agua
EI	53	Los caminos ya existentes sobre humedales deberán adecuarse con obras, preferentemente puentes, que garanticen los flujos hidrodinámicos y el libre tránsito de fauna, tanto acuática como terrestre.	El proyecto no pretende la construcción de caminos sobre humedales
FF	1	Se prohíbe la tala y aprovechamiento de leña para uso turístico y comercial.	El proyecto no pretende la tala ni aprovechamiento de leña
FF	2	Los desarrollos turísticos y/o habitacionales, deberán minimizar el impacto a las poblaciones de mamíferos, reptiles y aves, en especial el mono araña.	No se impactarán estas poblaciones de fauna.



### Cancún-Tulum. UGA 3.

Uso	No.	Criterio	Cumplimiento
FF	5	Los usos del suelo en las áreas adyacentes a las playas de anidación de tortugas estarán sujetos a autorización de impacto ambiental que demuestre la no afectación de las nidadas.	No se afectarán las áreas adyacentes.
FF	6	En las playas de arribazón de tortugas sólo se permite la instalación de infraestructura fuera del área de influencia marina que será de 50 metros después de la línea de marea alta o lo que, en su caso, determinen los estudios ecológicos.	No se contempla la instalación de infraestructura fuera del área de influencia marina.
FF	7	Durante el período de anidación los propietarios del predio deberán coordinarse con la autoridad competente para la protección de las áreas de anidación de tortugas.	Se contempla coordinarse con las autoridades competentes para la protección de áreas de anidación de tortugas, respetando cualquier programa para el manejo de estas.
FF	8	La autorización de actividades en sitios de anidación de tortugas, estará sujeta al programa de manejo.	El proyecto no se pretende desarrollar en sitios de anidación de tortugas
FF	9	Se prohíbe alterar las dunas y playas en áreas de arribazón de tortugas.	El proyecto no pretende alterar dunas ni playas
FF	10	En playas de arribazón de tortugas se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.	No se contempla iluminación artificial en la playa.
FF	11	En las áreas adyacentes a las playas de arribazón de tortugas, de requerirse iluminación artificial, ésta será ámbar, para garantizar la arribazón de las tortugas, debiendo restringirse alturas e inclinación en función de estudios específicos.	No se contempla iluminación artificial en la zona de playa
FF	12	Se prohíbe el tránsito de vehículos automotores sobre la playa salvo el necesario para acciones de vigilancia y mantenimiento autorizados.	El proyecto no pretende el tránsito de vehículos sobre la playa
FF	13	Se realizara la señalización de las áreas de paso y uso de las tortugas marinas durante la época de anidación y desove de la tortuga marina.	El proyecto señalizará áreas de paso y uso de tortugas marinas durante épocas de anidación y desove de tortugas.
FF	14	En playas de arribazón de tortugas no se permite el acceso a ganado vacuno, porcino, caballar, ovino o de cualquier otra índole, la introducción de especies exóticas, ni el acceso de perros y gatos, así como la permanencia de residuos fecales de los mismos en la playa.	El proyecto no contempla la introducción de fauna de ningún tipo
FF	15	En las áreas verdes deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original según la especie.	El proyecto pretende dejar los individuos arbóreos que no se encuentren en el área de desplante de la vivienda
FF	16	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo lo que la Ley General de Vida Silvestre prevea.	El proyecto no contempla la extracción, captura o comercialización de especies silvestres
FF	17	Se permite establecer viveros e invernaderos autorizados.	El proyecto no contempla el desarrollo de viveros ni invernaderos

**Cancún-Tulum. UGA 3.**

<b>Uso</b>	<b>No.</b>	<b>Criterio</b>	<b>Cumplimiento</b>
FF	18	Se prohíbe el uso de compuestos químicos para el control de malezas o plagas. Se promoverá el control mecánico o biológico.	El proyecto no contempla el uso de compuestos químicos. Toda la remoción de la vegetación se realizará por medios mecánicos.
FF	19	Se promoverá la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) no extractivas.	El proyecto no corresponde a UMAS
FF	20	No se permite la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, excepto para fines de investigación autorizado por la SEMARNAT.	El proyecto no se encuentra en un cenote
FF	21	Se prohíbe el aprovechamiento de las plantas <i>Thrinax radiata</i> , <i>Pseudophoenix sargentii</i> , <i>Chamaedorea seifrizii</i> , <i>Coccothrinax readii</i> y <i>Beaucarnea ameliae</i> (chit, cuca, xiat, nakás y despeinada o tsipil) y todas las especies de orquídeas, a excepción de las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS)	El proyecto no contempla el aprovechamiento de estas especies
FF	22	Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.	El proyecto no pretende la introducción de especies de flora o fauna exótica. En el caso de la flora ornamental, se utilizará fauna nativa de la región.
FF	23	Se promoverá la erradicación de las plantas exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el pino de mar <i>Casuarina equisetifolia</i> y se restablecerá la flora nativa.	El proyecto pretende remover las especies exóticas presentes en la superficie de desplante del proyecto
FF	24	En las áreas verdes se emplearán plantas nativas y se restringirán aquellas especies que sean perjudiciales a esta flora.	El proyecto no pretende la introducción de especies de flora o fauna exótica. En el caso de la flora ornamental, se utilizará fauna nativa de la región.
FF	26	Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones cercanas a arrecifes y manglares.	El proyecto no contempla el uso de explosivos, dragados ni construcción cercanas a arrecifes y manglares
FF	32	Se prohíben los dragados, apertura de canales, boca y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina y la línea de costa.	El proyecto no pretende el dragado en línea costera o comunidad coralina
FF	34	En zonas donde exista la presencia de especies incluidas en la NOM ECOL-059- 1994, deberán realizarse los estudios necesarios para determinar las estrategias que permitan minimizar el impacto negativo sobre las poblaciones de las especies aludidas en esta norma.	Las especies en norma identificadas serán manejadas de forma especial (Flora). No se prevé afectaciones sobre especies de fauna en la NOM 059
FF	36	Se prohíben los dragados y explosivos en áreas de manglar.	El proyecto no pretende el dragado ni explosión de manglar
MAE	1	En las playas sólo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera o asoleaderos.	El proyecto no contempla la construcción de estructuras en la playa
MAE	4	No se permite encender fogatas en las playas.	El proyecto no contempla ninguna actividad en la playa

<b>Cancún-Tulum. UGA 3.</b>			
<b>Uso</b>	<b>No.</b>	<b>Criterio</b>	<b>Cumplimiento</b>
MAE	5	Se prohíbe la extracción de arena de playas, dunas y lagunas costeras.	El proyecto no contempla la extracción de ningún elemento señalado
MAE	6	Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.	El proyecto no prevé el vertimiento de hidrocarburos ni productos químicos
MAE	7	No se permite la infraestructura recreativa y de servicios en el cordón de las dunas frontal.	El proyecto no contempla infraestructura en las dunas
MAE	8	La construcción de edificaciones podrá llevarse a cabo después del cordón de dunas, a una distancia no menor de 40 m. de la Zona Federal y en altura máxima de 6 m.	El proyecto contempla edificarse después del cordón de dunas a 50 m de la Zona Federal Marítima
MAE	9	No deberán realizarse nuevos caminos sobre dunas.	El proyecto no contempla la construcción de caminos sobre dunas
MAE	10	Solo se permite la construcción de accesos peatonales elevados y transversales sobre las dunas.	El proyecto no contempla la construcción de caminos sobre dunas
MAE	11	No se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de las dunas, ni la modificación de éstas.	El proyecto no contempla la construcción de caminos sobre dunas
MAE	12	La utilización de los humedales estará sujeta a la autorización de impacto ambiental que garantice el mantenimiento de los procesos geohidrológicos, calidad de agua, flujo de nutrientes y diversidad biológica	El proyecto no pretende desarrollarse sobre humedales
MAE	13	Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de cuerpos de agua, cenotes, lagunas, rejolladas y manglar.	El proyecto no contempla actividades sobre cuerpos de agua
MAE	14	Complementario a los sistemas de abastecimiento de agua potable, en todas las construcciones se deberá contar con infraestructura para la captación de agua de lluvia.	El proyecto contara con una infraestructura de captación de aguas de lluvia.
MAE	15	El aprovechamiento de aguas subterráneas deberá garantizarse con estudios geohidrológicos, aprobadas por la CNA para justificar que la extracción no produce intrusión salina.	El proyecto no contempla la extracción de agua subterránea
MAE	17	Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal y cuerpos de agua.	El proyecto no pretende realizarse sobre cuerpos de agua o zona federal
MAE	18	Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona perimetral a los cuerpos de agua.	El proyecto no pretende realizarse sobre cuerpos de agua o zona federal
MAE	21	Sólo se permite desmontar hasta el 15% de la cobertura vegetal del predio, con excepción del polígono de la UGA 7 que incluye el área de X'cachel-X'cachelito.	Se respetarán los porcentajes de desmonte de cobertura vegetal permitidos
MAE	23	La reforestación deberá realizarse con flora nativa.	En caso de requerirse la reforestación, esta se realizará con especies nativas

**Cancún-Tulum. UGA 3.**

<b>Uso</b>	<b>No.</b>	<b>Criterio</b>	<b>Cumplimiento</b>
MAE	24	No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.	El proyecto no prevé la modificación de dolinas, cenotes y/o cavernas
MAE	25	No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliación de los cenotes y la remoción de la vegetación, salvo en caso de rescate, previo estudio de impacto ambiental.	El proyecto no prevé de actividades en cenotes
MAE	26	Se prohíbe el desmonte, despalme o modificaciones a la topografía en un radio de 50 m. alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas.	El proyecto no prevé de actividades en cenotes, ni en alrededores
MAE	27	La utilización de cavernas y cenotes estará sujeta a una evaluación de impacto ambiental y estudios ecológicos que permitan generar medidas que garanticen el mantenimiento de la biodiversidad; promoviendo además la autorización para su uso ante la Comisión Nacional del Agua.	El proyecto no prevé de actividades en cenotes y/o cavernas
MAE	29	Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de fauna silvestre.	De acuerdo a los muestreos, no se identificaron especies de fauna silvestre de baja movilidad, debido a que el sitio en donde pretende desarrollarse el proyecto, se encuentra en una zona urbana impactada por actividades antrópicas.
MAE	30	En zonas inundables no se permite la alteración de los drenajes naturales principales.	El proyecto no se pretende desarrollar sobre áreas inundables
MAE	31	Las obras autorizadas sobre manglares deberán garantizar el flujo y reflujo superficial del agua a través de un estudio geohidrológico.	El proyecto no se desarrollará sobre manglares
MAE	32	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	El proyecto no pretende la obstrucción ni obstaculización de escurrimientos pluviales
MAE	33	Se promoverá el control integrado en el manejo de plagas, tecnologías, espacio y disposición final, de envases de plaguicidas.	El proyecto no contempla el uso de plaguicidas
MAE	40	Solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la restauración y mantenimiento del sitio arqueológico.	El proyecto no contempla sitios arqueológicos
MAE	45	El aprovechamiento, tala y relleno del manglar en ningún caso deberá exceder el 10% de la cobertura incluida en el predio y deberá realizarse de tal forma que no se afecte la continuidad y calidad de los procesos hidrodinámicos y dinámica poblacional de las especies de manglar, así mismo deberá garantizarse la permanencia del 90% de manglar restante. La porción a desmontar no deberá rebasar el porcentaje de despalme permitido para el predio.	El proyecto no se desarrollará sobre manglares
MAE	47	El aprovechamiento de los cuerpos de agua se deberá justificar con estudios geohidrológicos aprobados por la Comisión Nacional del Agua.	El proyecto no pretende el aprovechamiento de cuerpos de agua

**Cancún-Tulum. UGA 3.**

<b>Uso</b>	<b>No.</b>	<b>Criterio</b>	<b>Cumplimiento</b>
MAE	48	Solo se permite la utilización de fertilizantes orgánicos, herbicidas y plaguicidas biodegradables en malezas, zonas arboladas, derechos de vía y áreas verdes.	El proyecto no pretende el uso de ningún fertilizante
MAE	49	En las áreas verdes solo se permite sembrar especies de vegetación nativa.	El proyecto contempla el uso de especies nativas del sitio para las áreas verdes
MAE	52	La reforestación en áreas urbanas y turísticas deberá realizarse con flora nativa, o aquella tropical que no afecte a esta misma vegetación, que no perjudique el Desarrollo Urbano y que sea acorde al paisaje caribeño.	El proyecto contempla el uso de especies nativas del sitio para las áreas verdes
MAE	53	Se prohíbe la utilización de fuego o productos químicos para la eliminación de la cobertura vegetal y/o quema de desechos vegetales producto del desmonte.	No se prevé la utilización de fuego para ninguna actividad del proyecto. Toda remoción de vegetación se realizará por medios mecánicos
MAE	54	Las áreas que se afecten sin autorización, por incendios, movimientos de tierra, productos o actividades que eliminen y/o modifiquen la cobertura vegetal no podrán ser comercializados o aprovechados para ningún uso en un plazo de 10 años y deberán ser reforestados con plantas nativas por sus propietarios, previa notificación al municipio.	El proyecto se pretende realizar sobre áreas que no han sido impactadas por ninguno de estos casos
MAE	55	Se prohíbe la acuacultura en cuerpos de agua naturales.	El proyecto no pretende el aprovechamiento de cuerpos de agua
TU	3	Se podrán llevar a cabo desarrollos turísticos con una densidad neta de hasta 30 cuartos/ha. en el área de desmonte permitida.	El proyecto no corresponde a desarrollos turísticos
TU	10	Las actividades recreativas deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.	El proyecto no contempla la realización de actividades recreativas
TU	11	Las actividades recreativas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.	El proyecto no contempla la realización de actividades recreativas
TU	15	Las edificaciones no deberán rebasar la altura promedio de la vegetación arbórea del Corredor que es de 12.0 m.	No se rebasarán la altura promedio de la copa de los árboles del corredor.
TU	17	La construcción de hoteles e infraestructura asociada ocupará como máximo el 10% del frente de playa del predio que se pretenda desarrollar.	El proyecto no corresponde a hoteles ni infraestructura asociada
TU	18	Las actividades turísticas y/o recreativas estarán sujetas a estudios ecológicos especiales que determinen áreas y horarios de actividades, así como la capacidad de carga de conformidad con la legislación vigente en la materia.	El proyecto no corresponde a actividades turísticas ni actividades recreativas
TU	21	En los casos en que las zonas aptas para el turismo colinden con alguna área natural protegida, deberán establecerse zonas de amortiguamiento entre ambas, a partir del límite	El proyecto no corresponde a actividades turísticas ni actividades recreativas

**Cancún-Tulum. UGA 3.**

<b>Uso</b>	<b>No.</b>	<b>Criterio</b>	<b>Cumplimiento</b>
		del área natural protegida hacia la zona de aprovechamiento.	
TU	22	En el desarrollo de los proyectos Turísticos, se deberán mantener los ecosistemas excepcionales tales como formaciones arrecifales, selvas subperennifolias, manglares, cenotes y caletas, entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna incluidos en la NOM 059.	El proyecto no corresponde a actividades turísticas ni actividades recreativas
TU	23	Excepto lo mencionado en el criterio TU 22, en las actividades y los desarrollos turísticos, el área no desmontada quedará distribuida perimetralmente alrededor del predio y del conjunto de las edificaciones e infraestructura construidas.	El proyecto no corresponde a actividades turísticas ni actividades recreativas
TU	24	En las actividades y desarrollos turísticos, el cuidado conservación y mantenimiento de la vegetación del área no desmontada es obligación de los dueños del desarrollo o responsable de las actividades mencionadas, y en caso de no cumplir dicha obligación, se aplicarán las sanciones correspondientes conforme a la normatividad aplicable vigente.	El proyecto no corresponde a actividades turísticas ni actividades recreativas
TU	34	Los prestadores de servicios turísticos o comerciales y los instructores o guías, deberán proporcionar a los usuarios las condiciones de seguridad necesarias para realizar las actividades para las cuales contraten sus servicios, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia.	El proyecto no corresponde a actividades turísticas ni actividades recreativas
TU	40	Se prohíbe dar alimento a la Fauna silvestre.	El proyecto no contempla el alimentar a la fauna silvestre. Como parte del proyecto se pretende realizar acciones de ahuyentamiento de fauna previo al inicio de actividades
TU	43	En las Zonas Arqueológicas solo se permite la construcción de obras, infraestructura o desarrollo avaladas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.	El proyecto no se encuentra en una zona arqueológica.
TU	44	Antes de efectuar cualquier tipo de desarrollo e infraestructura se deberá efectuar un reconocimiento arqueológico y notificar al Instituto Nacional de Antropología e Historia de cualquier vestigio o sacbé (camino blanco maya) que se encuentre.	El proyecto no se encuentra en una zona arqueológica.
TU	45	Se consideran como equivalentes: 1) Una villa a 2.5 cuartos de hotel. 2) Un departamento, estudio o llave hotelera a 2.0 cuartos de hotel. 3) Un cuarto de clínica hotel a 2.0 cuartos de hotel	El proyecto no esta destinado a la operación de renta por noche. Es una Casa habitación privada.

Cancún-Tulum. UGA 3.			
Uso	No.	Criterio	Cumplimiento
		4) Un camper sencillo y cuarto de motel a 2.0 cuartos de hotel. 5) Un cuarto de motel a 1 cuarto de hotel. 6) Una Junior suite a 1.5 cuarto de hotel. 7) Una suite a 2 cuartos de hotel.  Se define como cuarto hotelero tipo al espacio de alojamiento destinado a la operación de renta por noche, cuyos espacios permiten brindar al huésped servicios sanitarios, área dormitorio para dos personas, guarda de equipaje y área de estar; no incluirá locales para preparación o almacenamiento de alimentos y bebidas. La cuantificación del total de cuartos turísticos incluye las habitaciones necesarias del personal de servicio, sin que esto incremente su número total.	

Como se indicó anteriormente, el POEGT no es un instrumento para autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, es decir, no es vinculante al proyecto; sin embargo, el Proyecto Casa Chachalacas no se contrapone a los criterios de la UGA.

### III.1.5 Áreas de protección y conservación de recursos

El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las áreas protegidas. Por tal razón, se realizó una consulta al listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, para confirmar que dentro de la zona donde pretende realizarse el Proyecto Casa Chachalacas, no tuviera incidencia sobre alguna área Federal, Estatal o Municipal dentro de dicho listado. Así mismo, se realizó un análisis espacial en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), de la SEMARNAT, para corroborar que los sitios donde se pretenden realizar las actividades del Proyecto tampoco se encuentran total o parcialmente dentro de una región prioritaria para la conservación de recursos (Terrestre [RTP], Hidrológica [RHP] o Área de Importancia para la Conservación de las Aves [AICA]). No obstante, tomando como referencia al Sistema Ambiental del Proyecto, sí se presenta una incidencia sobre una RHP.

Para evidenciar estas aseveraciones, a continuación se muestran varias imágenes con la ubicación del Sistema Ambiental del Proyecto respecto a las áreas de protección y conservación de recursos más próximas al Proyecto.

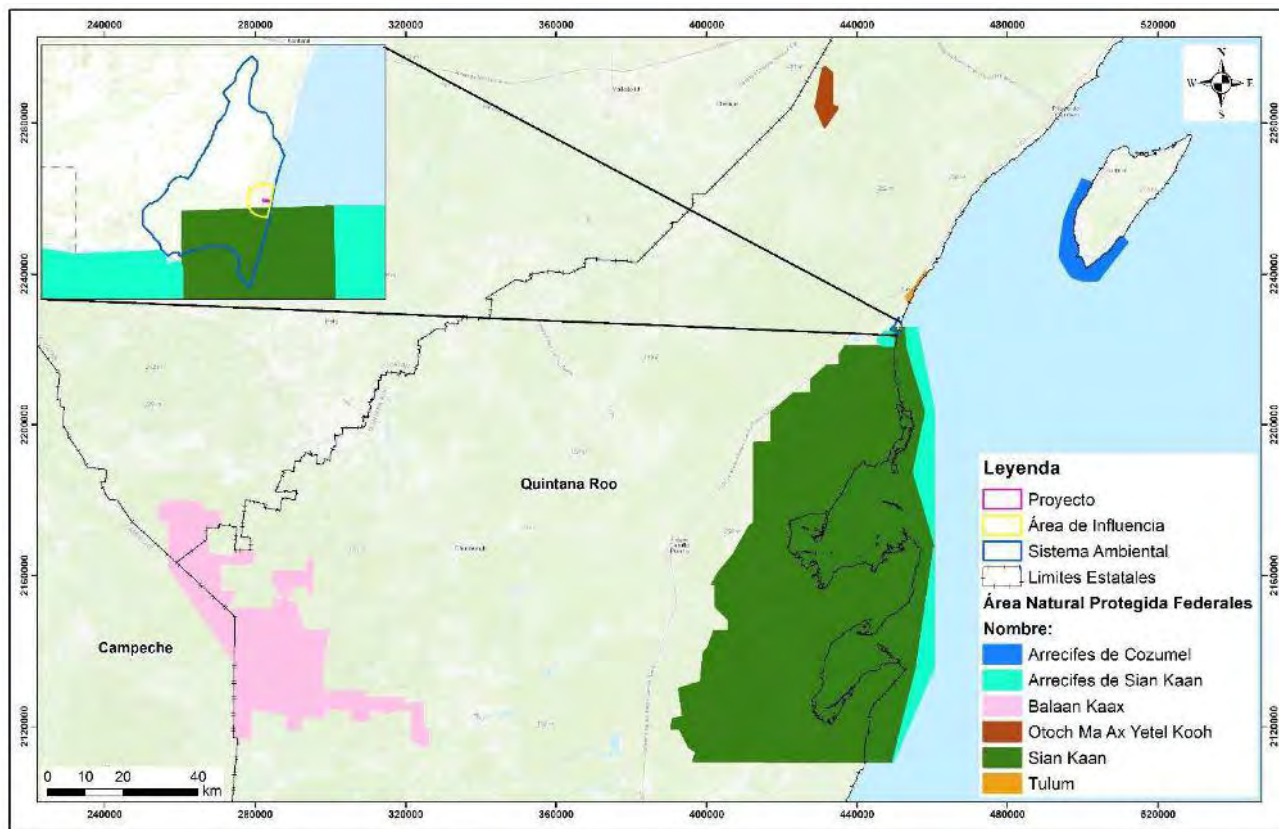
#### *Áreas Naturales Protegidas*

Conforme a los Artículos 44 y 45 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) las áreas naturales protegidas (ANP) son aquellas zonas en las que los ambientes originales no han

sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, y por lo tanto se encuentran sujetas a regímenes a previstos en la propia LGEEPA y en otros ordenamientos aplicables. El establecimiento de las ANP tiene por objeto, entre otras cosas, preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, así como sus funciones, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos; así como salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.

El ANP de competencia Federal administrada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) más cercana al Proyecto se denomina “Sian Kaan”, cuya Categoría de Manejo es Área de Protección de Recursos Naturales y encuentra localizada en el Estado de Quintana Roo, abarcando 2 municipios, Felipe Carrillo Puerto y Tulum, cubriendo una extensión aproximada de 528,147 hectáreas.

La distancia más corta en línea recta entre el proyecto y esta ANP es de más de aproximadamente 100 m en dirección Sur, mientras que esta ANP se encuentra inmersa en el Sur del SA (Figura 3.2). Esta fue declarada como Patrimonio de la Humanidad en el año 1987, y sitio RAMSAR en 2003.

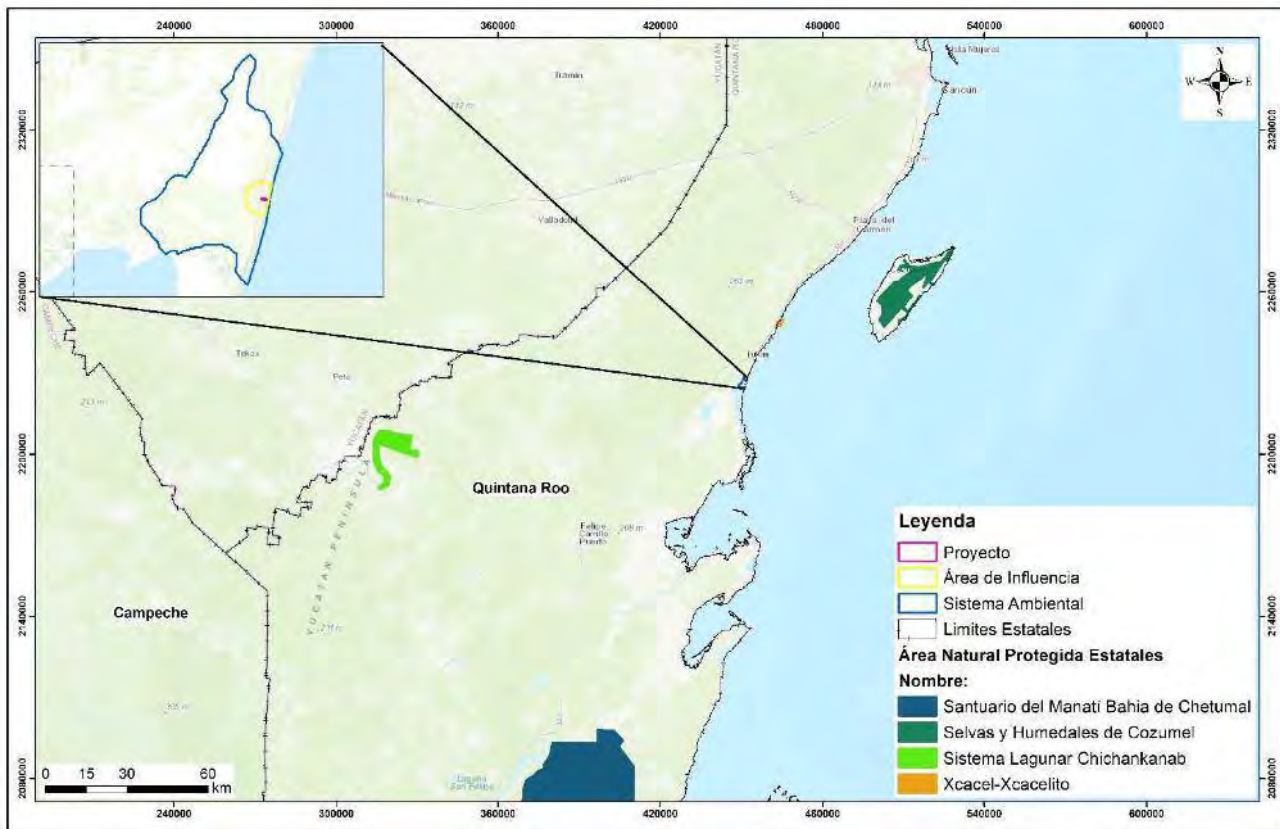


**Figura 3.2. Localización del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales**



Las otras ANP Federales más próximas se extienden hacia el Noreste del SA, a más de 50 km de distancia en línea recta, y a 60 km hacia el Norte del SA. La primera es otra porción de los Arrecifes de Cozumel; mientras que la segunda se encuentra la ANP Otoch Ma Ax Yetel Kooh, con categoría de Reserva de la Biósfera. En este sentido, aun cuando el proyecto se encuentra muy cercano a la ANP Sian Kaan, este no compromete en ningún sentido los componentes ambientales presentes.

A nivel estatal, el Área Natural Protegida más cercana al proyecto es la denominada Xcacel- Xcacelito, la cual se encuentra a más de 30 km de distancia al Norte del punto más cercano del proyecto. Esta ANP se encuentra en el municipio de Solidaridad.



**Figura 3.3. Localización del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas Estatales**

No se han identificado ANP a nivel municipal cercanas al proyecto.

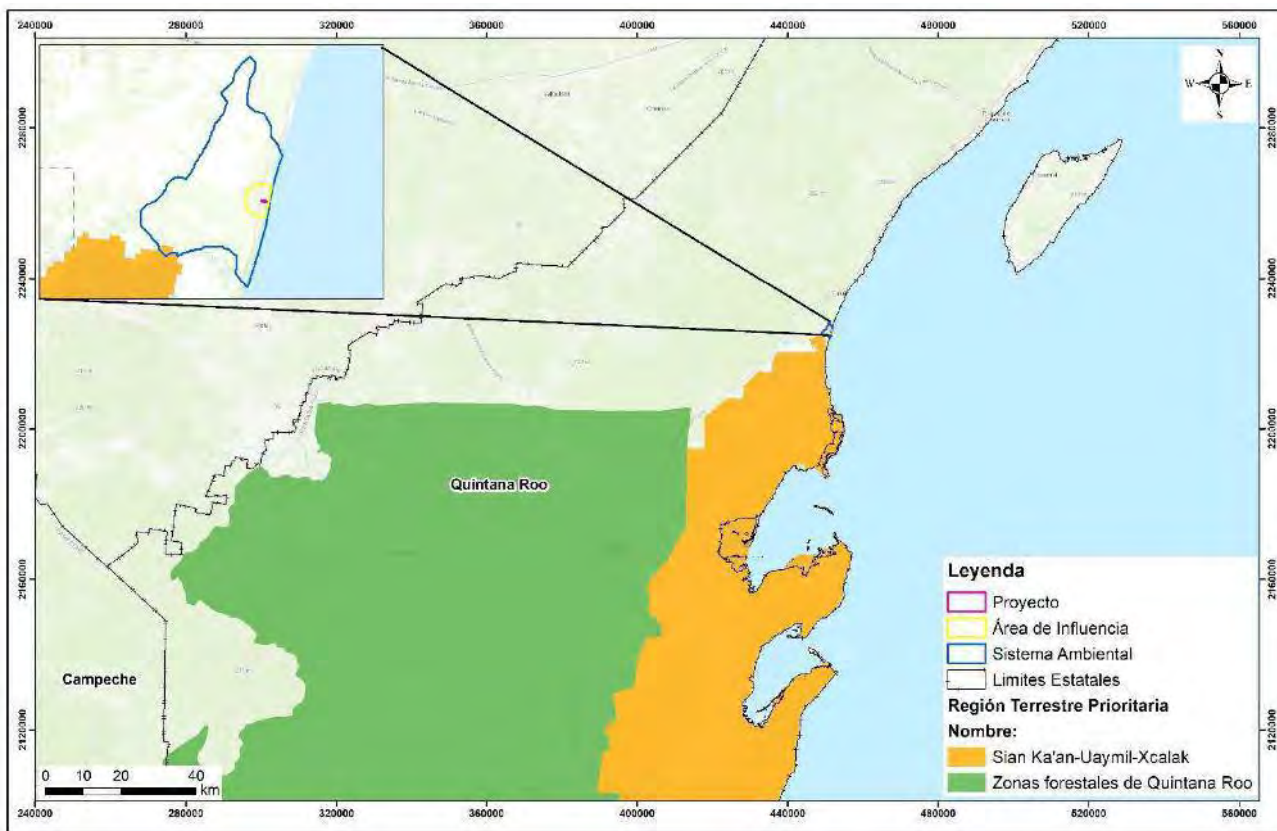
### *Regiones Prioritarias (CONABIO)*

Tal como es descrito por la propia Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se impulsó un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), con el fin de optimizar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México. Para ello, mediante sendos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a riqueza de especies,

presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. A través de este marco de planeación regional, la CONABIO pretende orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México (Portal CONABIO, Regionalización 2008).

En este contexto, las regiones prioritarias no son ordenamientos vinculatorios con base en los cuales se pueda restringir o negar un proyecto en materia de impacto ambiental. Sin embargo, como referencia para la descripción del entorno ambiental que envuelve al Proyecto, se presentan a continuación las áreas prioritarias más cercanas al Sistema Ambiental.

El SA está ubicado a un costado de la RTP denominada Sian Kaan – Uaymil – Xcalak, la cual se ubicado a aproximadamente 2 km de distancia al Suroeste del proyecto. Por otra parte a aproximadamente 40 km al Suroeste se localiza la RTP Zonas forestales de Quintana Roo. En este sentido y aun teniendo en cuenta la cercanía del proyecto a estas regiones, no se prevé que el proyecto pueda generar afectaciones sobre ninguna de ellas.

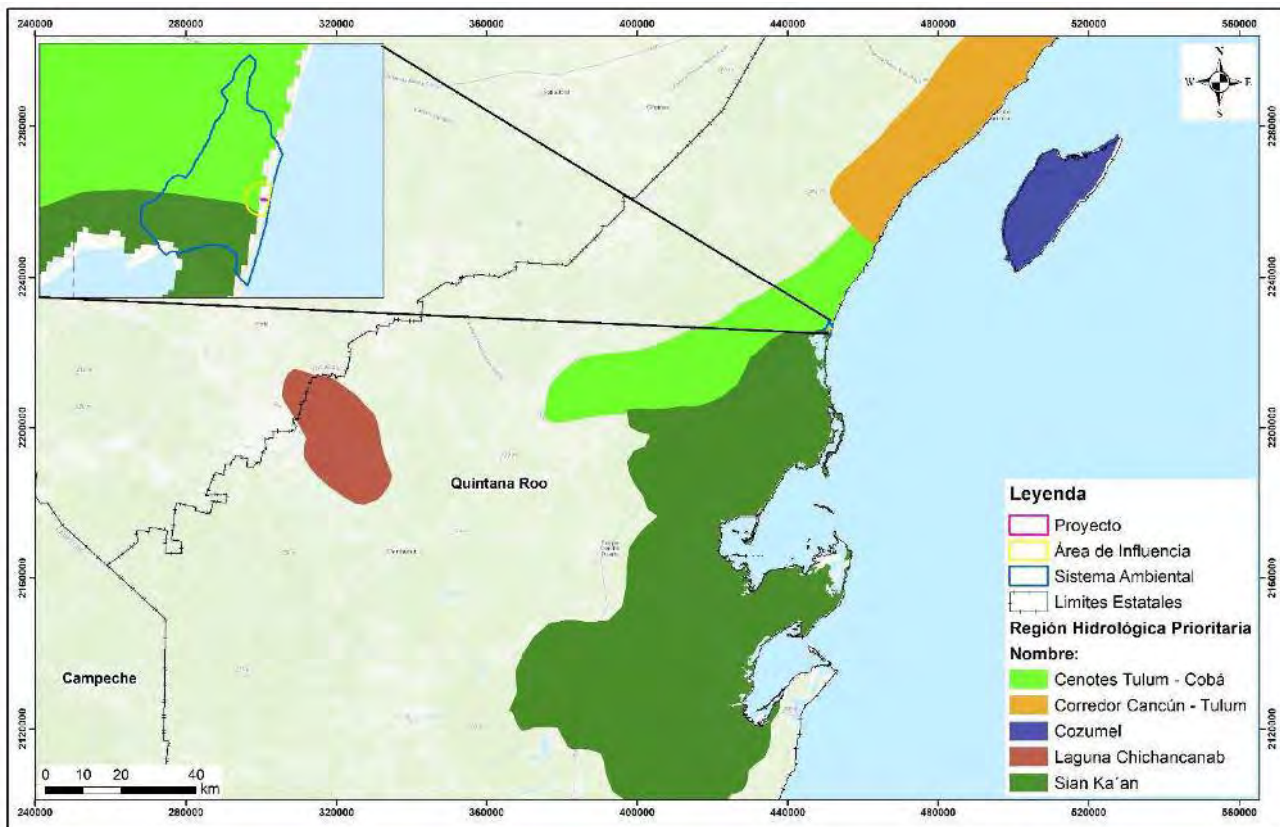


**Figura 3.4. Localización del proyecto respecto a las RTP**

Respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), el SA se ubica dentro de 2 de ellas, denominadas Cenotes Tulum–Coba, y Sian Kaantodo, mientras que el polígono del proyecto se encuentra en su totalidad dentro de la primera de ellas, la cual cuenta con una superficie de 1,422.67 km<sup>2</sup>.

De acuerdo con la ficha técnica de la RHP 22, la problemática de la región se centra en tres aspectos:

- Modificación del entorno: turismo excesivo y deforestación.
- Contaminación: aguas residuales.
- Uso de recursos: introducción del pez tilapia *Oreochromis mossambicus*.



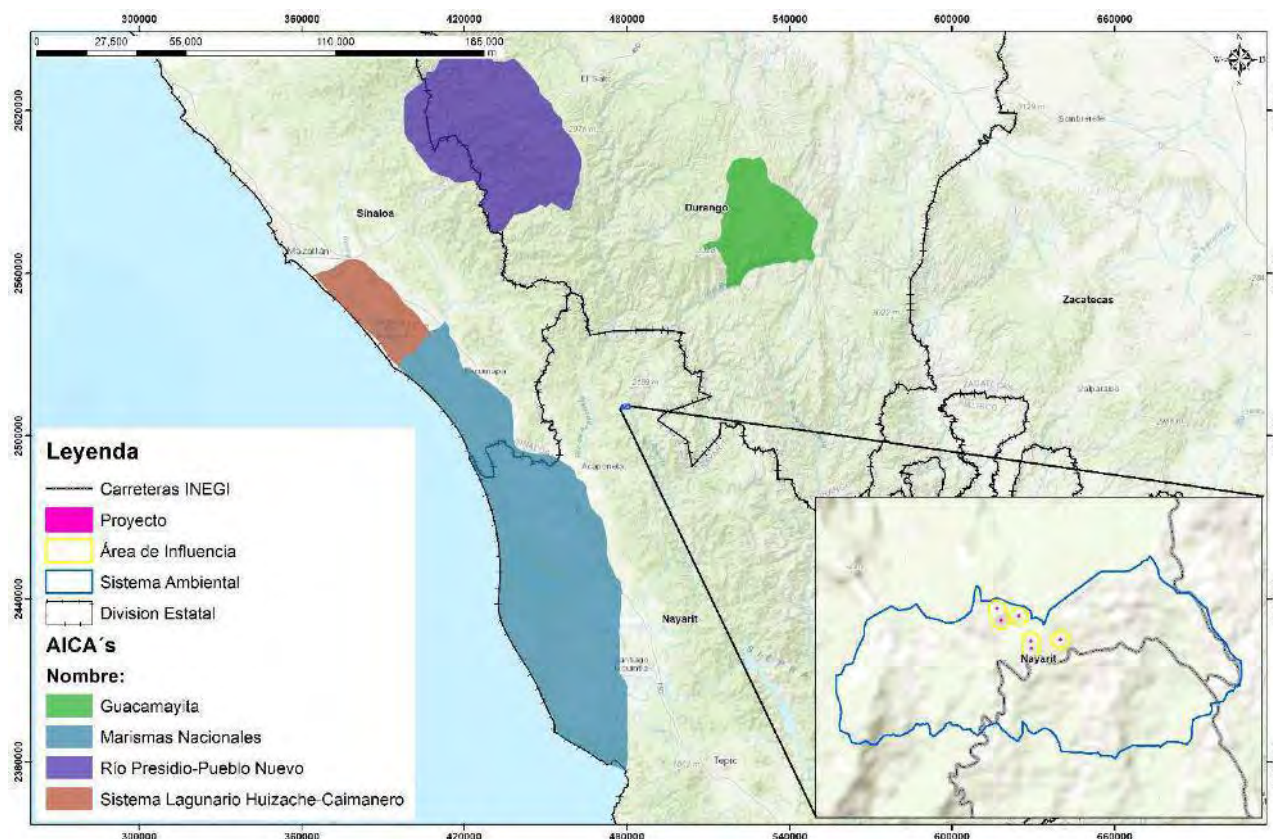
**Figura 3.5. Localización del proyecto respecto a las RHP**

Para la conservación de la RHP se propone: debe frenarse la deforestación, restringir la introducción de especies exóticas y controlar el manejo de aguas residuales.

En este sentido, el proyecto no se contrapone con las acciones de conservación, puesto que no supone la deforestación de arbolado, ni contempla la introducción de especies exóticas de flora y/o fauna, además de que se pretende realizar un manejo de aguas residuales que se pudieran generar como parte del proyecto.

Finalmente, a una significativa distancia de más de 5 km en dirección Sur del Sistema Ambiental del Proyecto, se localiza el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), denominada Sian Ka'an, el cual se muestra en la siguiente Figura.





**Figura 3.6. Localización del proyecto respecto a las AICA**

### **III.2 Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental**

En la Tabla 3.2 se presenta un extracto de los ordenamientos jurídicos que fundamentan la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental para evaluación del Proyecto.

**Tabla 3.2 Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental**

<b>Criterio</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<b>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)</b>	
Art. 15, IV.- que quien realice obras o actividades que afecten o dañen el ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha alteración involucre. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales	Se pretenden realizar actividades de construcción de una vivienda, para lo cual se aplicarán medidas preventivas, de mitigación y compensación ambiental para minimizar los impactos que de él deriven.
Art. 28.- (...) 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;	Las actividades del proyecto entran en el supuesto de la fracción IX del artículo 28, en cuanto se pretende realizar un proyecto ubicado en ecosistemas costeros. Es así que requiere autorización previa en materia de impacto ambiental para su ejecución, misma que se tramita a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

<b>Criterio</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
Art. 30.- Para obtener la autorización (...), los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, (...)	De acuerdo al contenido del Artículo 30, la presente MIA, elaborada conforme a la guía de SEMARNAT cubre los requisitos básicos para la evaluación del proyecto.
<b>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPA-EIA)</b>	
Art. 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS;	El proyecto implica el desarrollo de actividades en ecosistemas costeros, razón por la cual solicita por medio de esta manifestación la autorización de la SEMARNAT para la ejecución del proyecto, previa al inicio de obras.
Art. 9.- La Información que contenga la MIA deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.  La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la MIA de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo.	La presente manifestación de impacto ambiental identifica los aspectos más relevantes del proyecto y su vinculación con los componentes ambientales en el sitio donde pretende desarrollarse. Asimismo, con base en este artículo, la identificación, evaluación y descripción de los potenciales impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, se centrará en aquellos con mayor relevancia, considerándolos como los impactos Principales (Cap. V), para los cuales se proponen medidas específicas de prevención, mitigación y/o compensación (Cap. VI).  La MIA fue elaborada conforme a la guía para la presentación de la MIA modalidad particular del sector turístico, que incluye la información requerida en el Artículo 12 del RLGEEPA-EIA. Esta guía fue seleccionada debido a que no existe una guía específica para proyectos ubicados en ecosistemas costeros
Los artículos 19 al 22, 24, y 26 al 28, detallan el procedimiento de evaluación de los proyectos en materia de impacto ambiental, descrito de forma general en la LGEEPA. Para la emisión del resolutivo correspondiente, los artículos 44 al 50 exponen las consideraciones que deberán seguirse por parte de la SEMARNAT y por parte de la promovente	Tanto el Promoviente como el Responsable Técnico del estudio de impacto ambiental, observarán y seguirán el proceso de evaluación de la MIA para su resolución conforme a lo establecido en la LGEEPA y su reglamento.
Art. 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Los artículos 52 y 53 también hacen referencia a los seguros y garantías	En caso de que SEMARNAT solicite una fianza o contratación de un seguro ambiental, la empresa Promoviente realizará los trámites de las garantías que procedan

En virtud de que la SEMARNAT ejerce las atribuciones que le otorgan diversas disposiciones legales, además de la LGEEPA y su reglamento, como referencia en la Tabla 3.3 se presenta una lista de otros ordenamientos aplicables al proyecto, que no necesariamente motivan o fundamentan la evaluación de impacto ambiental.

**Tabla 3.3 Vinculación con Ordenamientos Jurídicos**

Otras Leyes que rigen al Proyecto	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento</li><li>• Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento</li><li>• Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su Reglamento</li><li>• Ley General de Vida Silvestre</li><li>• Diversos Reglamentos de la LGEEPA</li></ul>	

Al Proyecto, por situarse en territorio nacional, le rigen todas las Leyes vigentes, sin importar el rubro, materia o sector al que se refieran; sin exclusión de alguna de ella, se deberá cumplir con los lineamientos estipulas aplicables al Proyecto. En materia de sustentabilidad y protección ambiental la Tabla 3.3 enlista algunas de las cuales, tiene relación directa con el Proyecto, sus actividades o el entorno que lo rodea.

No es objetivo de este trabajo hacer una recapitulación puntual de la vinculación de cada una de ellas, cumpliendo con el alcance de este documento el listarlas y reconocerlas como vinculantes al Proyecto.

### **III.3 Ordenamientos jurídicos en materia de desarrollo urbano**

El proyecto “Casa Chachalacas” se encuentra fuera de cualquier Plan Parcial de Desarrollo Urbano del municipio, más sin embargo si se encuentra dentro de la UGA No.3 del municipio de Tulum, en el cual se tiene un uso de suelo de Flora y Fauna. Este uso de suelo cuenta con ciertas restricciones en cuanto a las características constructivas del proyecto, las cuales se enlistan a continuación:

Cos	15
Cus	15
Densidad máxima	30 cuartos/ha

En este sentido, el proyecto cumple con las restricciones establecidas dentro de la UGA No.3, por lo que el Promovente tramitará los permisos en materia de desarrollo urbano con las dependencias municipales correspondientes, para lo cual se requiere la presente Manifestación de Impacto Ambiental y su resolución.

### **III.4 Normas Oficiales Mexicanas**

El sistema jurídico Mexicano está conformado por la Constitución Política, Leyes de corte Federal y Estatal y sus Reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de Normas Oficiales Mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas mexicanas mediante las cuales se determinan métodos.

A continuación se presentan otras Normas Oficiales Mexicanas aplicables al desarrollo del Proyecto, donde se pone en manifiesto su objetivo y la manera en que se vinculan.

**Tabla 3.4. Normatividad Ambiental aplicable**

<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>NOM</b>	<b>¿Qué establece?</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
Agua	NOM-001-SEMARNAT-1996	Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales	De acuerdo a las actividades pretendidas, no habrá descarga de aguas residuales a cuerpos de agua nacionales. El servicio de sanitarios portátiles en el proyecto será contratado con alguna empresa especializada y autorizada para el manejo, tratamiento y descarga del agua residual. Se supervisará durante el desarrollo del proyecto que no haya descargas sanitarias en ningún sitio
Residuos	NOM-052-SEMARNAT-2005	Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente	Durante la operación del proyecto, se podrán generar residuos peligrosos derivados del mantenimiento a la maquinaria. Estos residuos, plenamente identificados, serán clasificados por sus características de peligrosidad de acuerdo a esta Norma
	NOM-054-SEMARNAT-1993	Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005	Se deberá atender el procedimiento descrito en esta Norma cuando no se tengan completamente identificadas las características de los residuos generados, para determinar si son incompatibles, en cuyo caso deberán manejarse con especial cuidado
Contaminación Atmosférica	NOM-041-SEMARNAT-1999	Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	Aplica para la flotilla de vehículos del personal que laborará en el proyecto. Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo que se aplicará a los vehículos se deberá cumplir con los niveles establecidos
	NOM-045-SEMARNAT-2006	Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición	Aplica en caso de que alguno de los vehículos del personal utilice diésel, o en caso de utilizar pipas para el riego de caminos. Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo que se les aplicará, se cumplirá con los niveles establecidos

<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>NOM</b>	<b>¿Qué establece?</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
Ruido	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	No se espera rebasar ninguno de estos límites, sin embargo los vehículos y maquinaria de obra deberán estar sometidos a un mantenimiento que asegure su correcto funcionamiento y evite que los niveles de ruido excedan el máximo permisible
Flora y Fauna	NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo	El proyecto tomará mayores medidas de prevención de daños sobre los recursos naturales de las especies enlistadas en esta Norma, identificadas en el Capítulo IV del presente documento. Estas medidas están descritas en el Capítulo VI
Suelo	NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación	Como parte de los procedimientos que se establecerán para la operación del proyecto, se tomarán medidas para prevenir derrames de hidrocarburos y con base en la norma se elaborará y seguirá un proceso de remediación de suelos en caso de existir uno que provoque exceder los límites permisibles, para así evitar poner en peligro la integridad del ecosistema



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

##### ***IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental (SA) donde pretende establecerse el Proyecto y del Área de Influencia.***

###### **IV.1.1. Delimitación del SA del Proyecto**

Para la caracterización del entorno ambiental del Proyecto “Casa Chachalacas”, se definió un área de estudio o SA, a través del análisis de información geográfica y ambiental, tanto de la obtenida durante los recorridos en campo, así como de la recopilada de fuentes oficiales, como de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Dicho análisis se concretó cartográficamente en el Sistema de Información Geográfica (SIG) estructurado para el Proyecto, con base en los siguientes supuestos:

1. La conjunción de los distintos factores bióticos y abióticos que interactúan de manera directa o indirecta con el Proyecto, esto sumado a las características hidrológicas en la región.
2. Se utilizaron las curvas de nivel, de forma que estén delimiten el impacto que se podría presentar

La delimitación del SA se establece para analizar la relación de los componentes bióticos, abióticos y sociales con la superficie donde se establecerá el Proyecto, lo que posibilitará posteriormente estimar la influencia que se ejercerá entre ellos.

Los criterios particulares para establecer las fronteras de dicho polígono se argumentan en las condiciones naturales y antrópicas de la región.



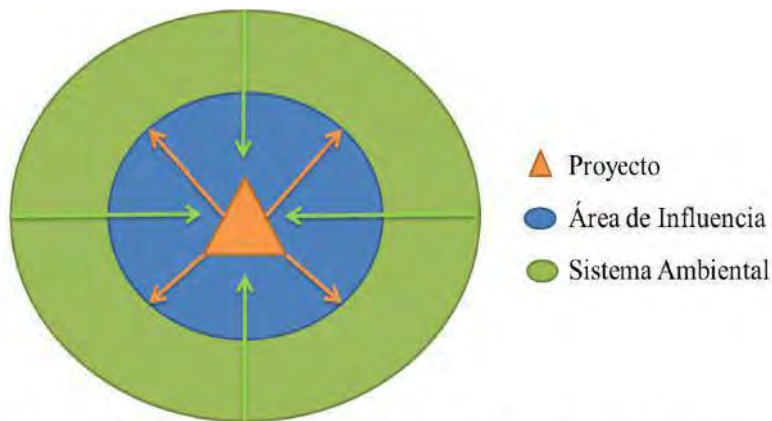
**Figura 4. 1. Delimitación del Sistema Ambiental del Proyecto basado en la ZMG**

El polígono delimitado como SA para el estudio y caracterización de los componentes ambientales, cubre una superficie total de 538.7886 ha, y geopolíticamente se ubica en el Estado de Quintana Roo.

#### **IV.I.II. Delimitación del Área de Influencia del Proyecto**

Técnicamente, se asume que el Área de Influencia es la superficie donde se resentirán los efectos de los impactos del Proyecto, se consideran tanto los efectos directos como indirectos, es decir, no solamente los elementos que pretenden ser objeto de aprovechamiento o afectación puntual, sino todo el conjunto de elementos que se interrelacionan e interactúan para conformar el ecosistema.

El Área de Influencia considera las interacciones del Proyecto y su alcance sobre los componentes ambientales, mientras que para el SA se analizaron las interacciones que habrá desde los componentes ambientales hacia el Proyecto, lo que se representa esquemáticamente a continuación.



**Figura 4. 2. Relación entre SA, Área de Influencia y Proyecto**

El Área de Influencia se conforma de la aplicación de un búfer del predio de 300 m, ya que por la naturaleza del Proyecto y su distribución, la posible interacción del mismo con los componentes bióticos y abióticos se estima no sobrepasen esta distancia, principalmente por la interacción con la Atmósfera (ruido, calidad del aire), Suelos, Paisaje, Fauna y Vegetación.

En la siguiente Figura se presenta el Área de Influencia del Proyecto, cuya superficie abarca 24.1391 ha, las cuales envuelven en su totalidad el polígono del área del Proyecto, que a su vez su límite queda comprendido en su totalidad dentro del SA delimitado para el Proyecto “Casa Chachalacas”.



**Figura 4. 3. Área de Influencia del Proyecto**

## **IV.II Caracterización y análisis del SA**

En este apartado se describen las condiciones de los elementos bióticos, abióticos y sociales que componen al SA delimitado para el estudio del Proyecto. Para la identificación de dichas características, se realizaron trabajos de investigación tanto en campo (forestales, botánicos, zoológicos, edafológicos); como en gabinete, desarrollados por AP Consultores.

### **IV.II.I Medio abiótico**

#### **IV.II.I.I Atmósfera**

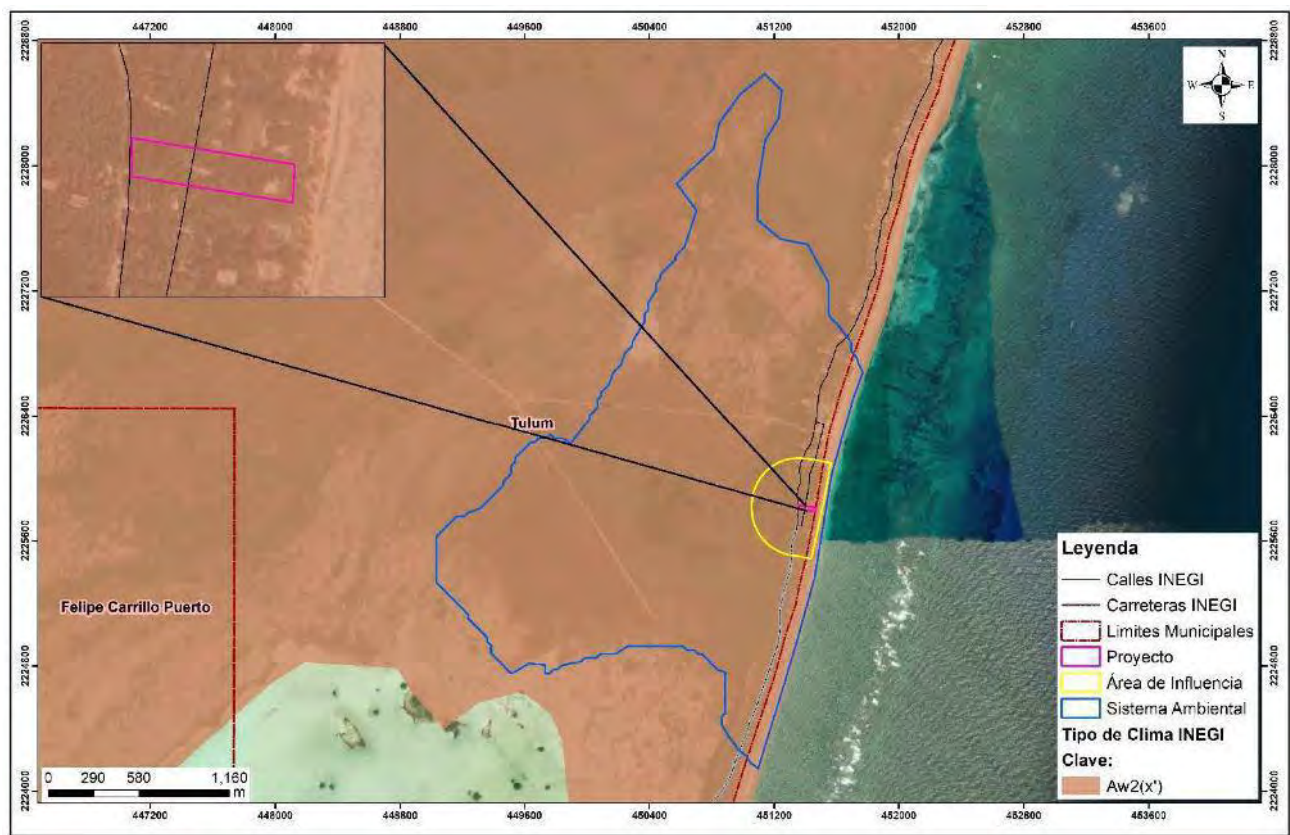
##### **a) Clima**

##### Tipo de clima

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por E. García (1988), el SA del Proyecto “Casa Chachalacas” se encuentra sobre un tipo de clima.

**Aw2(x’)**, el cual corresponde a un clima cálido, el más húmedo de los subhúmedos, con temperatura media anual mayor de 22°C, con lluvias en verano y alto porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2, poca oscilación térmica y máxima temperatura antes del solsticio de verano.





**Figura 4. 4. Unidades climáticas**

### Temperatura

De acuerdo a los modelos desarrollados para el proyecto, la temperatura media anual en el SA, va desde los 25.7°C en la mayoría del SA hasta los 25.8°C en la zona Norte del SA. En este mismo contexto, el modelo de temperatura mínima muestra que la totalidad del SA se encuentra en una temperatura de 20.4°C. Por último, el modelo de temperaturas máximas muestra que el SA se encuentra en sobre un rango que va desde los 31.1°C hasta los 31.2°C.



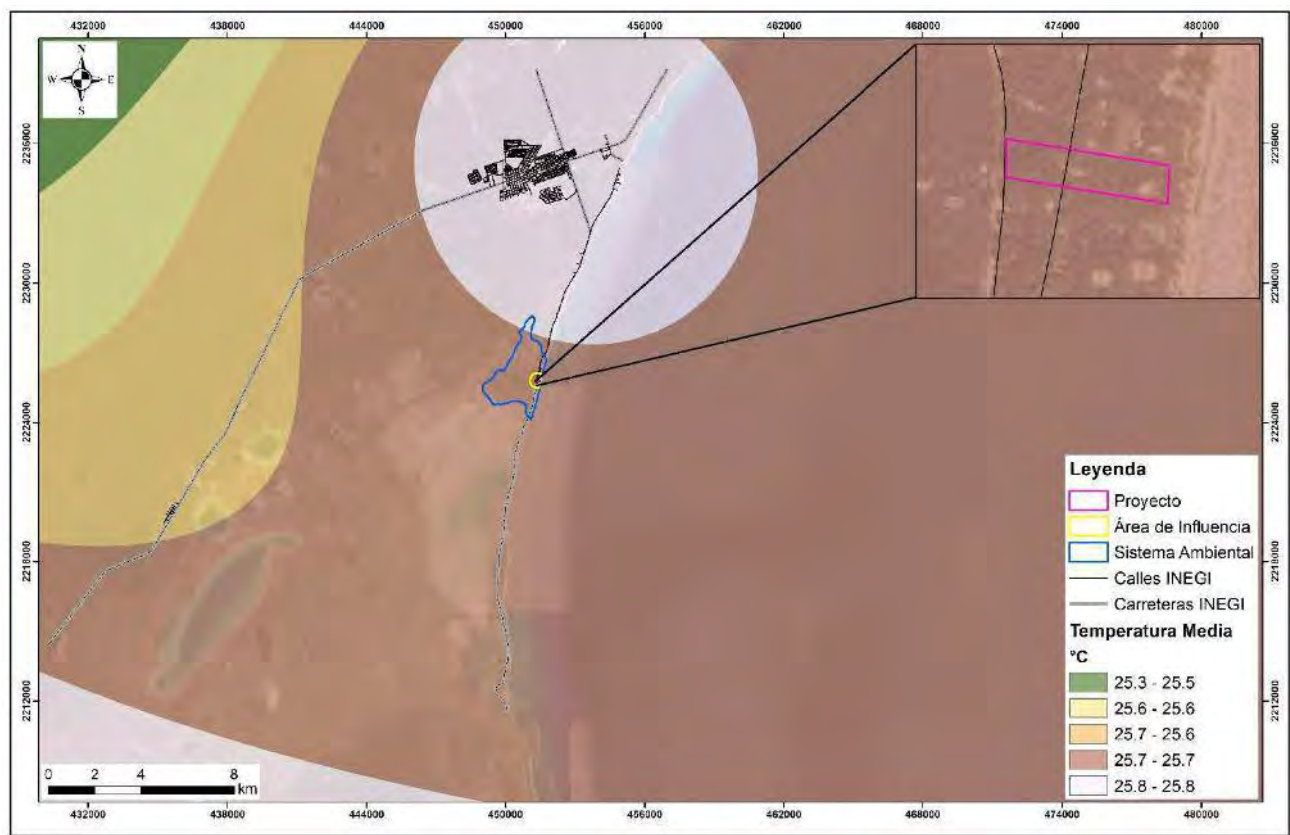


Figura 4. 5. Temperaturas media presentes en SA

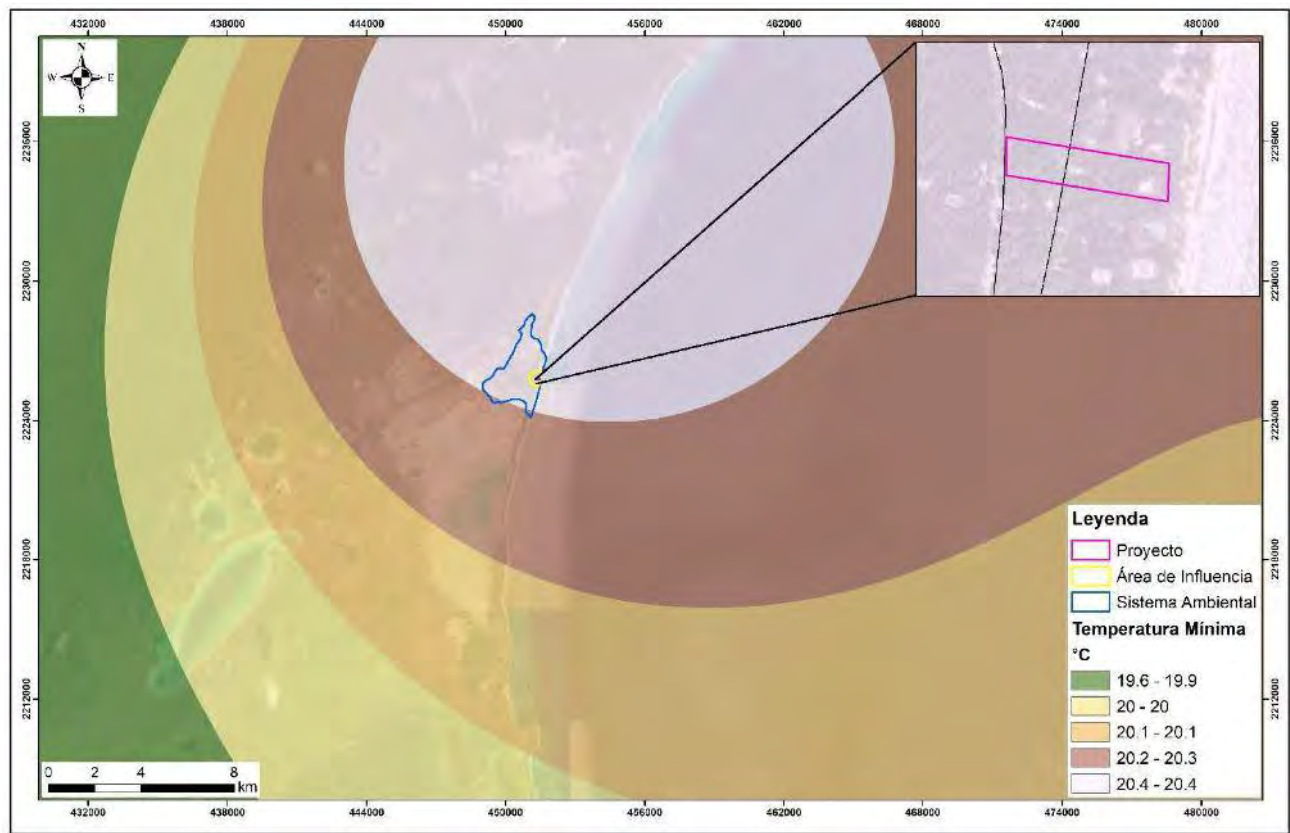
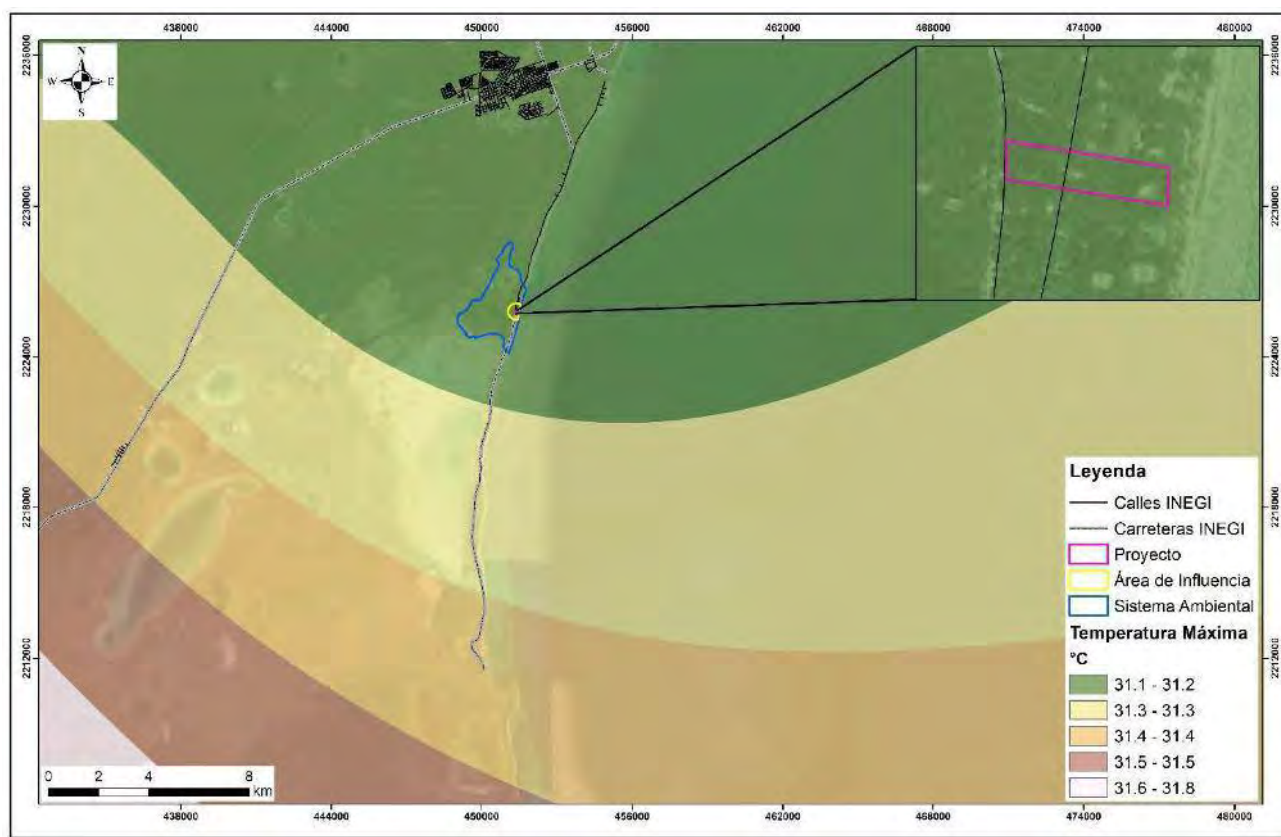


Figura 4. 6. Temperaturas mínima presentes en SA



**Figura 4. 7. Temperaturas máximas presentes en SA**

En la siguiente tabla se presentan los datos de la temperatura media mensual y anual de la estación de Tulum, en donde se puede apreciar que la temperatura media anual es de 25.7°C, encontrándose de acuerdo con el modelo anteriormente descrito.

**Tabla 4. 1. Temperatura media en estaciones cercanas al Proyecto**

Temperatura Media °C													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Tulum	23.5	24.0	25.4	26.2	27.0	27.2	27.0	27.1	26.6	25.9	24.9	23.8	25.7

### Precipitación

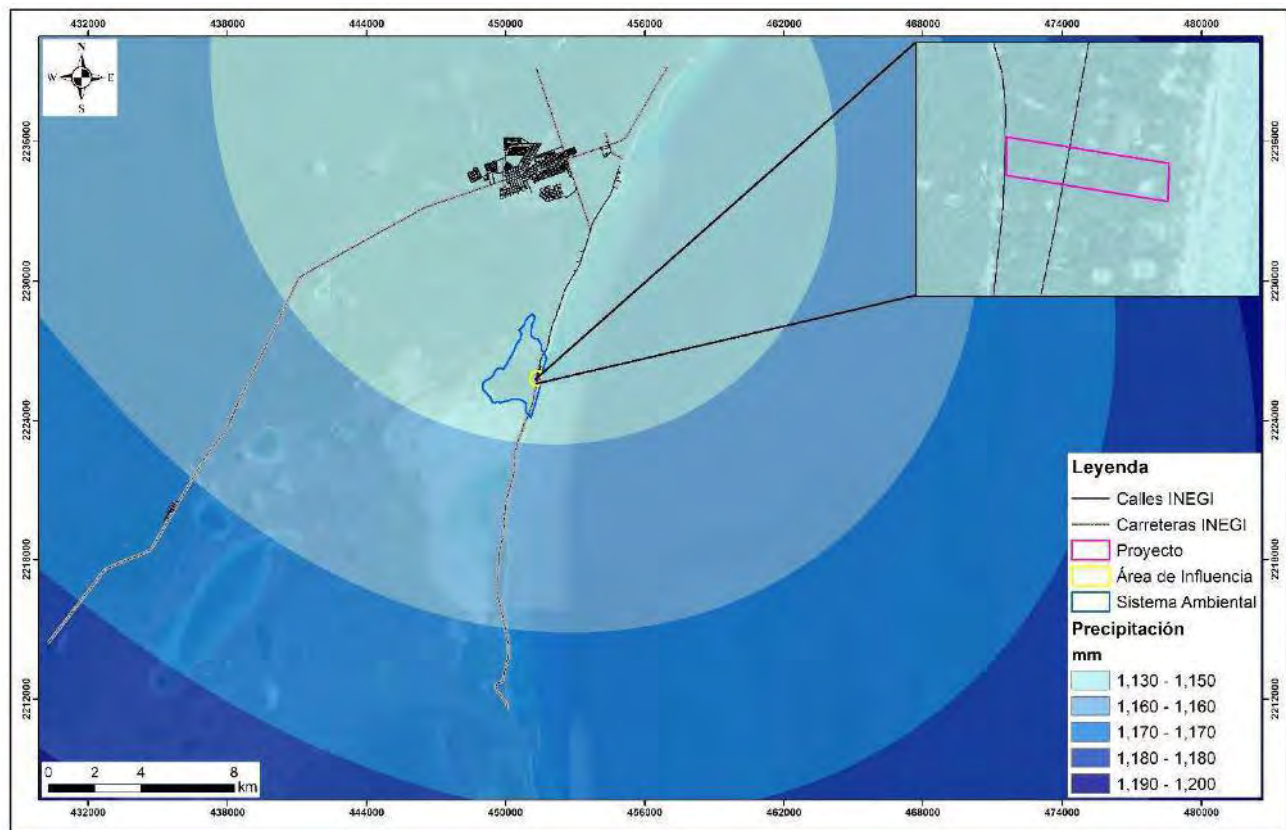
Como se puede apreciar en la siguiente figura, de acuerdo a información de INEGI, el área de influencia del Proyecto se ubica dentro de dos isoyetas que presentan precipitación que va de los 1130 a los 1150 mm de lluvia anual. De acuerdo con los datos obtenidos en la estación ubicada en el Municipio de Tulum, el periodo de lluvias intensas abarca los meses de mayo a octubre, y con lluvias esporádicas durante noviembre, registrando una precipitación anual (1133.5 mm). Es importante mencionar que ninguna de estas estaciones se encuentra dentro del SA del proyecto.

**Tabla 4. 2. Días con lluvia de acuerdo a estaciones cercanas al Proyecto**

Días con lluvia													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Tulum	7.2	4.6	3.3	3.2	5.9	9.7	8.3	8.7	12.8	11.5	8.2	7.1	90.5

**Tabla 4. 3. Precipitación normal en estaciones cercanas al Proyecto**

Precipitación normal mm													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Tulum	60.7	47.0	31.7	37.6	100.9	156.5	100.4	97.3	167.2	189.2	80.8	64.2	1133.5



**Figura 4. 8. Precipitación en SA**

#### IV.II.I.II Geología y geomorfología

##### Provincias y Subprovincias Fisiográficas

El Sistema Ambiental se encuentra inmerso en la provincia fisiográfica denominada Península de Yucatán, como se muestra en la siguiente Figura.





**Figura 4. 9. Ubicación del SA dentro de la Provincia Fisiográfica Llanura Sonorense (INEGI)**

La Región fisiográfica Península de Yucatán, es una provincia que se encuentra ubicada en el sureste de México. Delimitación: Se encuentra limitado al norte y al Este por el golfo de México, al sur por Belice y al Oeste por el Golfo de México y la provincia de la Llanura costera del golfo sur. Políticamente abarca la totalidad del estado de Yucatán y Quintana Roo y la mayor parte de Campeche.

El terreno de la provincia Península de Yucatán es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. En términos estrictamente fisiográficos, es una gran plataforma de rocas calcáreas (que contiene cal) que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años; la parte norte de la península se considera resultado de un periodo más reciente. Existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), y que se conoce regionalmente como Sierrita de Ticul.

En la Península se ha formado una extensa red cavernosa subterránea, por la que escurre el agua hacia el norte; es de destacar también la profusión de cenotes (dolinas) y úvalas que muestran la red de drenaje subterráneo. En la parte sur de Campeche existen algunos ríos como El Palizada, El Candelaria y El Champotón, y en los límites entre Quintana Roo y Belice, el río Hondo.

En el estado de Quintana Roo, existen dos extensas lagunas, la de Bacalar, cerca de los límites con Belice y la de Chichancanab en Yucatán. Un rasgo topográfico característico de la Península son las "aguadas", lagunas de aguas someras ordinariamente de pequeño tamaño que se forman a partir de cenotes antiguos que, por erosión, pierden la verticalidad de sus paredes y su fondo se va rellenando



por el depósito de arcillas poco permeables, que lo elevan y terminan por colocarlo por encima del nivel de circulación de las aguas subterráneas.

## Geología

De acuerdo con la información geológica del INEGI, dentro de la superficie definida para el SA del Proyecto no se cuenta con información.

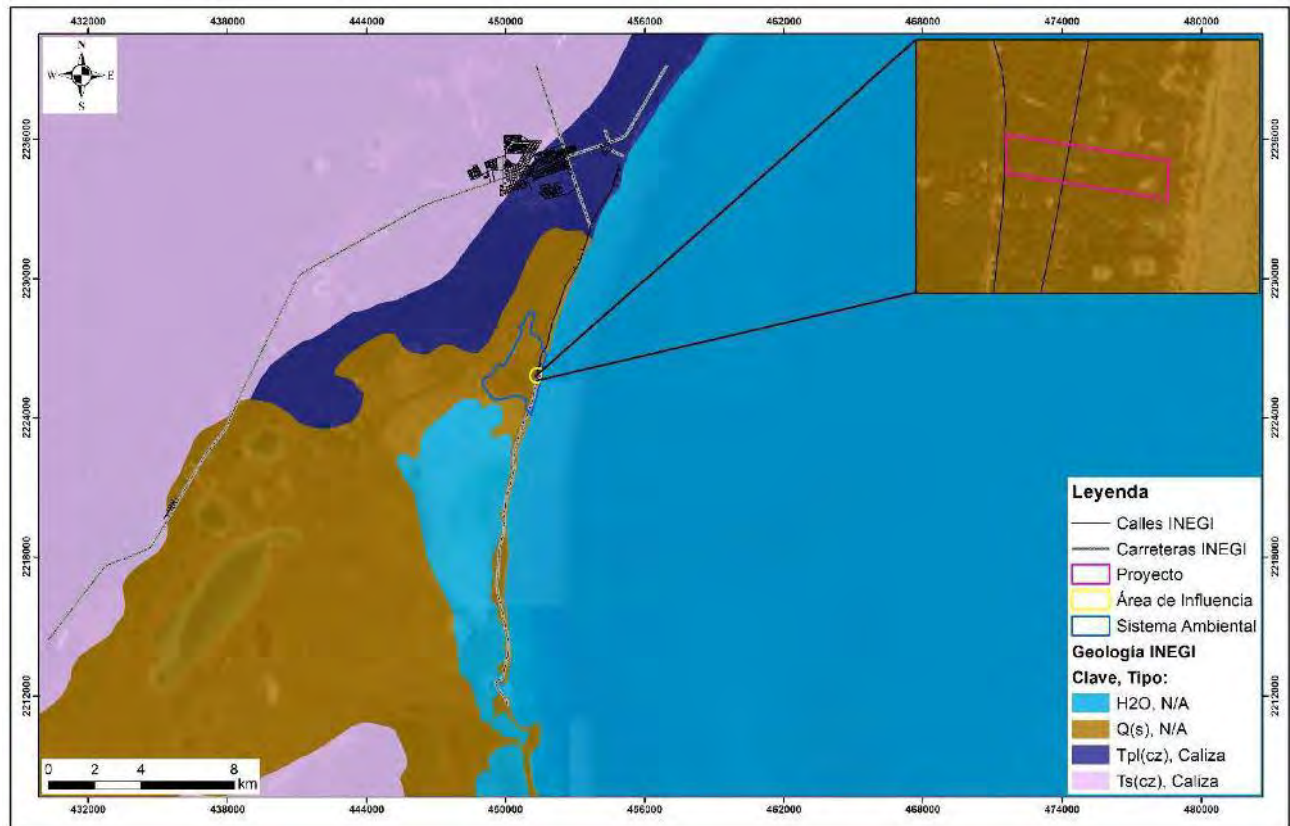


Figura 4. 10. Geología, INEGI

## Geomorfología

Para analizar las condiciones de relieve y en general de toda la geomorfología dentro del SA, AI y AP delimitado para el proyecto, se elaboraron 4 modelos los cuales fueron creados en un Sistema de Información Geográfica a partir de información disponible en el INEGI.

Para analizar de manera detallada los rasgos geomorfológicos dentro de las diferentes áreas dentro del SA, se generó un modelo de topoformas, donde se muestra que el proyecto se encuentra en su totalidad, tanto el SA, AI y AP corresponden a Playa o Barra, los cuales cuentan con características específicas al encontrarse en las inmediaciones de la zona costera.

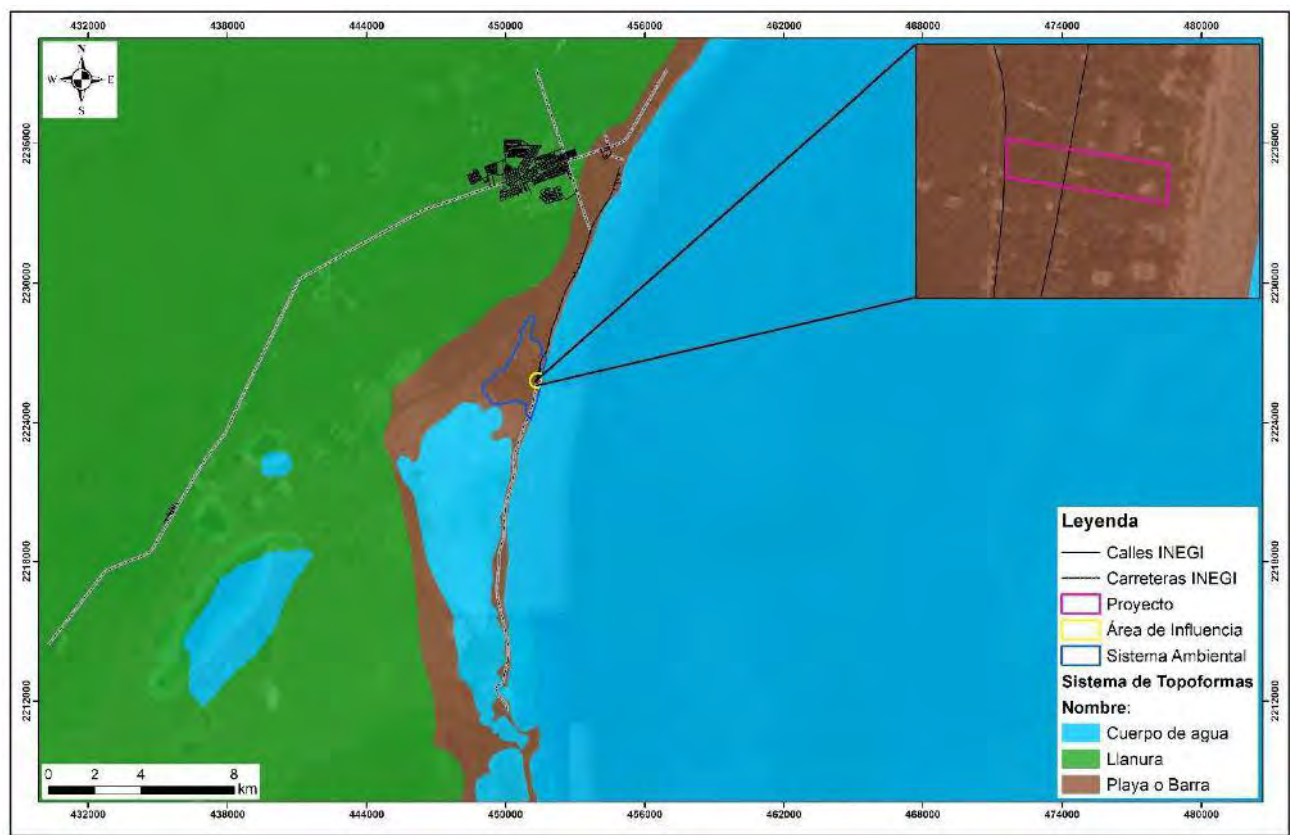
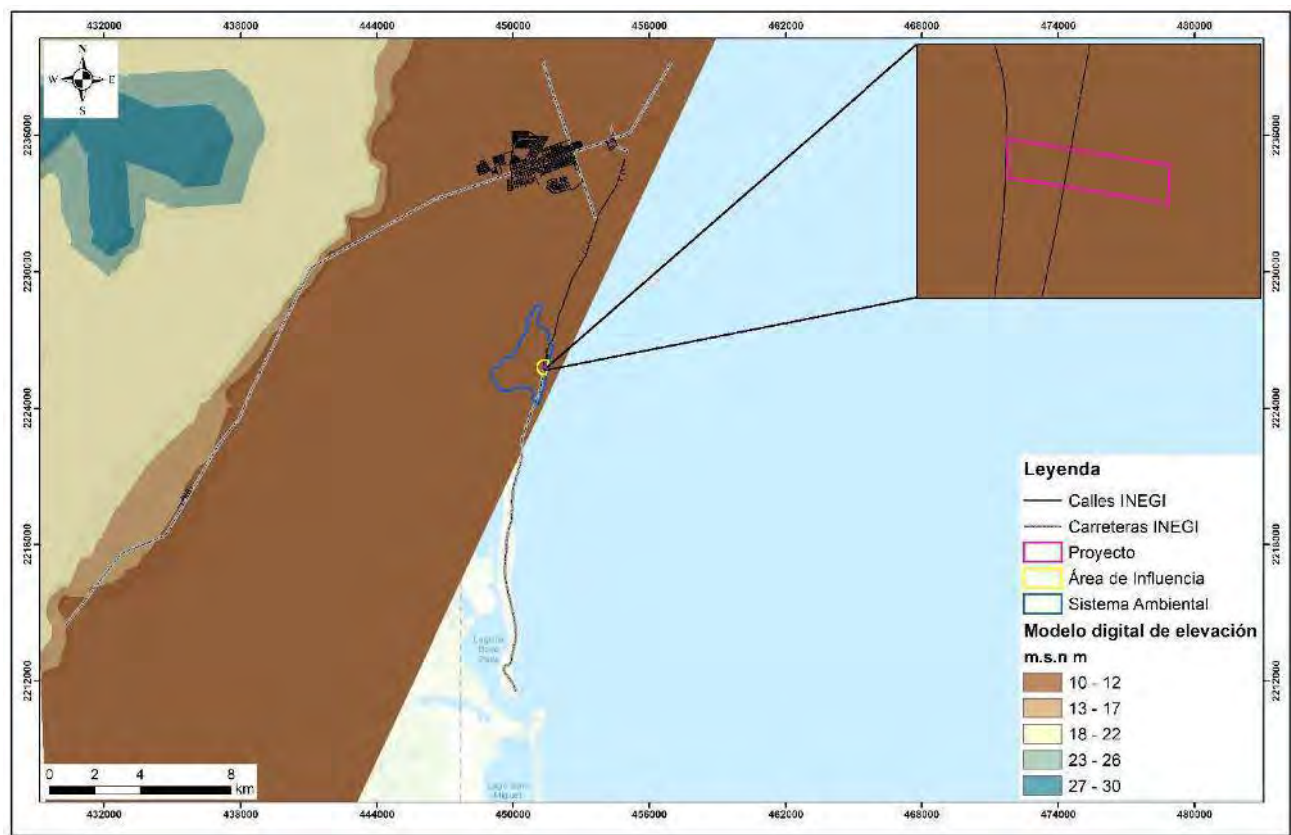


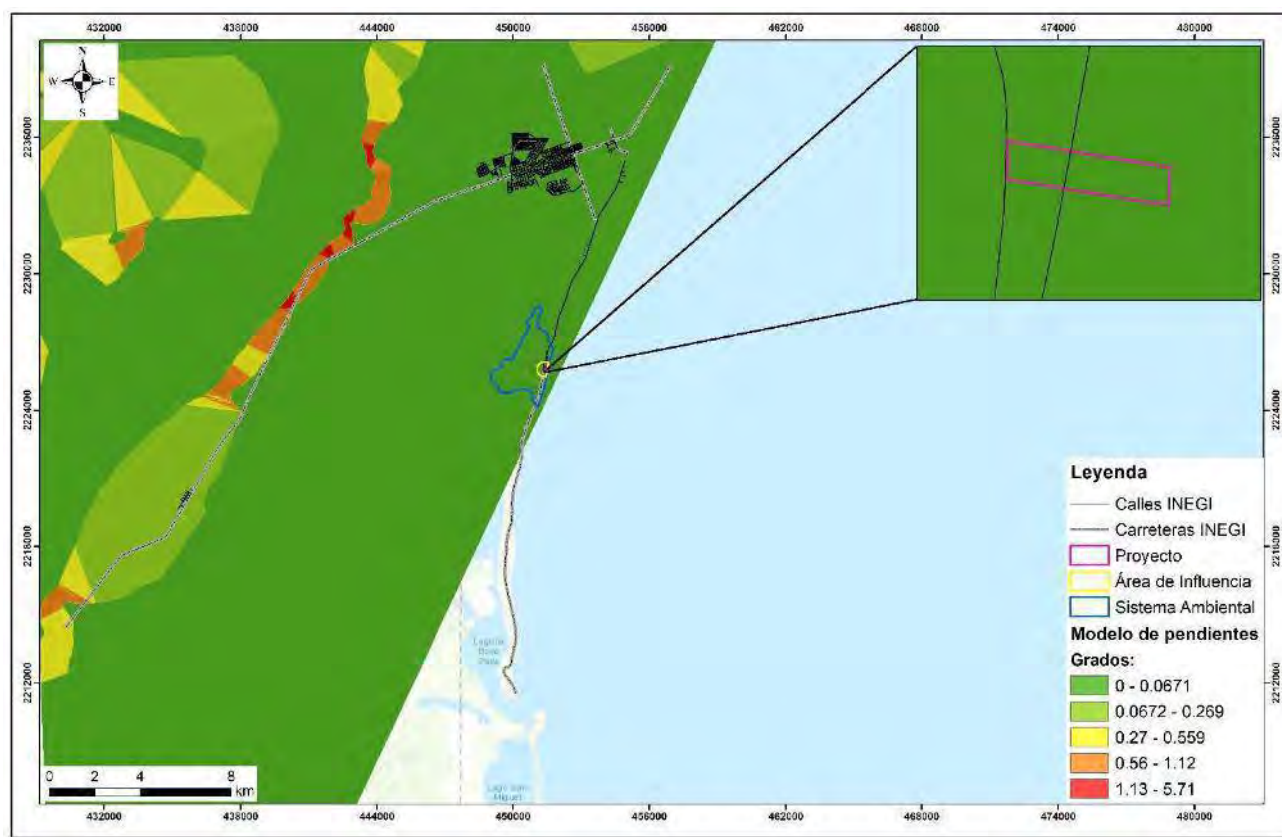
Figura 4. 11. Modelo de Topoformas dentro del SA



**Figura 4. 12. Modelo Digital de Elevación**

A su vez, se realizó un modelo digital de elevación, el cual muestra que la totalidad del SA se encuentra inmerso en una zona con elevaciones de 0 a 12 msnm. Esto es debido a que el proyecto se encuentra sobre la línea costera.

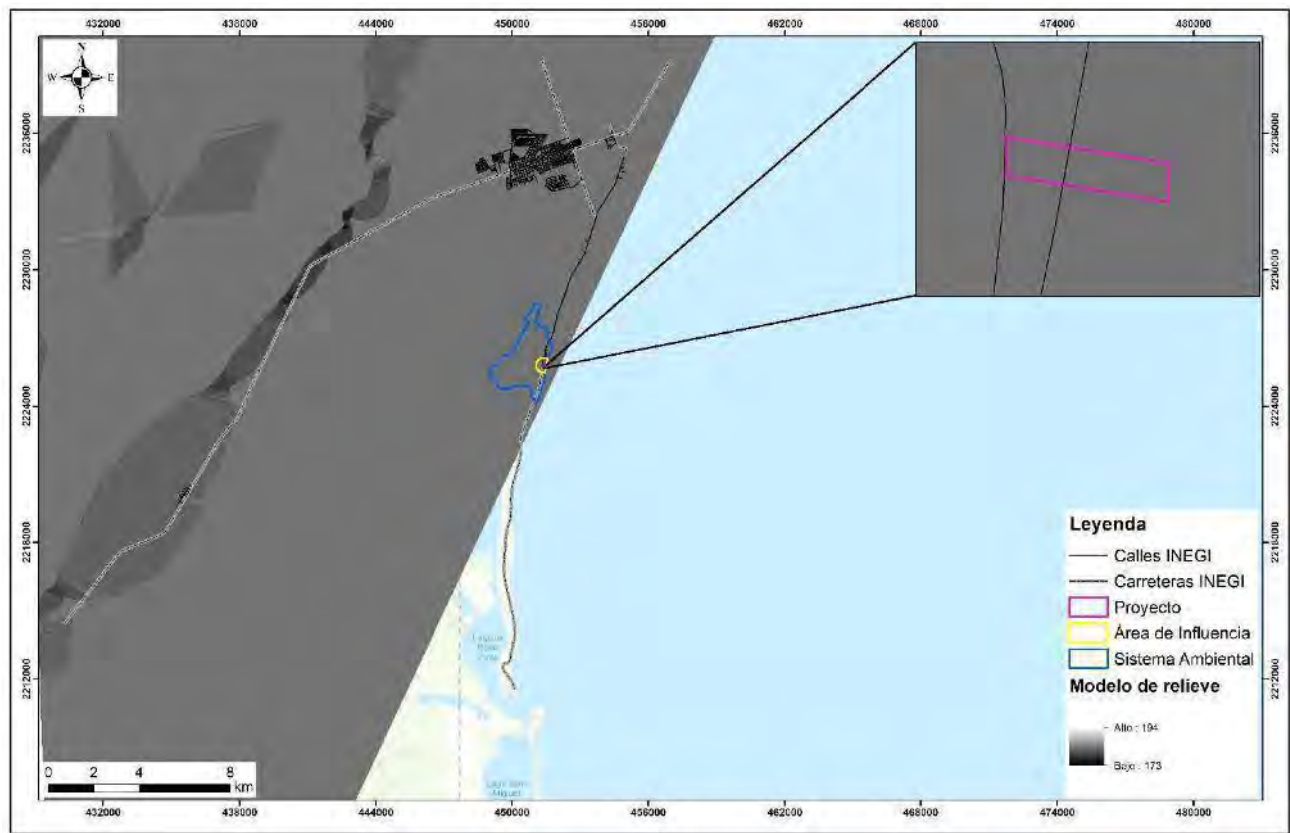
Para complementar la descripción del relieve, se realizó un modelo de pendientes usando grados de inclinación como unidad de medida. Mediante este modelo se puede apreciar que el predio y el SA se encuentran en zonas planas, carentes de pendientes ( $0^\circ$ ).



**Figura 4. 13. Modelo de pendientes**

En general, el SA, AI y AP delimitados, presenta una baja inclinación y pendientes, ya que como se puede apreciar tanto en el modelo de pendientes y en el modelo de relieve, la zona en donde se establece el SA es prácticamente plano, presentando poca elevación y por ende, muy pocas pendientes o modificaciones topográficas.





**Figura 4. 14. Modelo de Relieve**

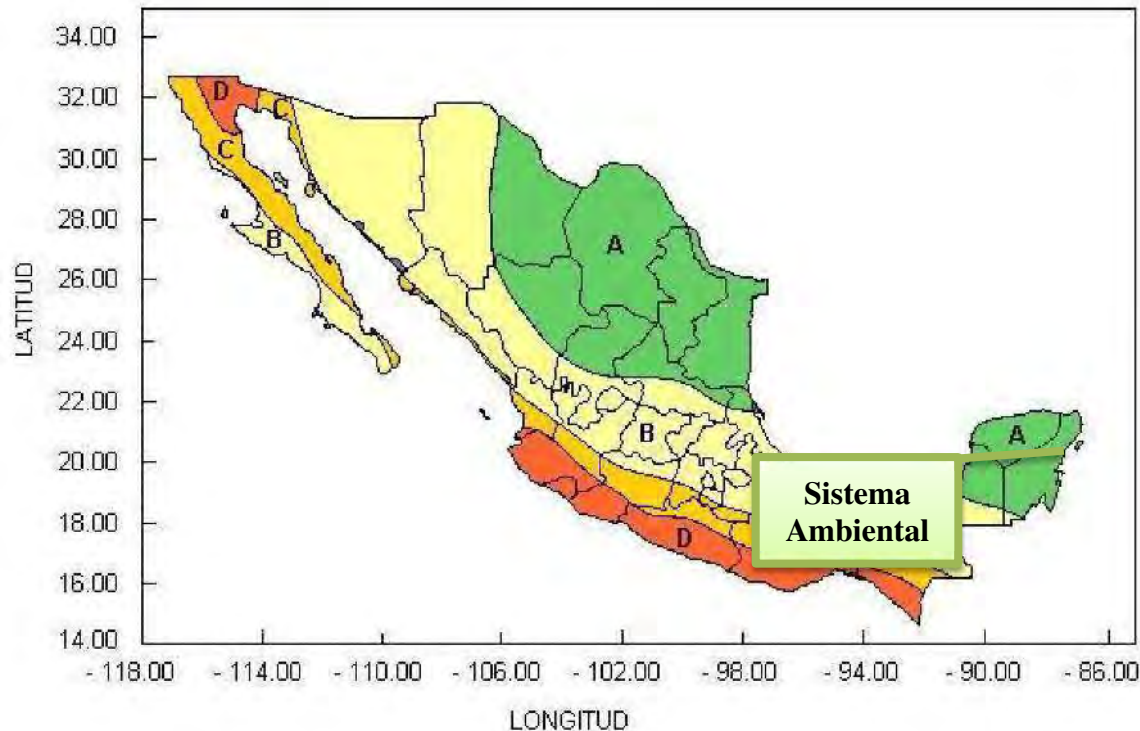
## Riesgos geológicos

### *Regionalización Sísmica*

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos. Su ocurrencia es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

El SA, AI y AP se ubican dentro de la zona de riesgo sísmico “A”, ello según la Regionalización Sísmica de la República Mexicana, publicada en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), capítulo de Diseño por Sismo, la cual fue actualizada en 2015. Esta zona A, son

zonas de baja cantidad de sismos, donde se registran sismos muy poco frecuentes o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.



**Figura 4. 15. Regionalización Sísmica de la República Mexicana y en el SA**

#### **IV.II.I.III Suelos**

##### **Introducción**

El suelo es un recurso finito, lo que implica que su pérdida y degradación no son reversibles en el curso de una vida humana. Es un componente fundamental para el desarrollo agrícola y la sostenibilidad ecológica, es la base para la producción de alimentos, combustibles, fibras y para muchos servicios ecosistémicos esenciales. Sin embargo, pese a que es un recurso natural muy valioso, a menudo no se le presta la debida atención. La superficie natural de suelos productivos es limitada y se encuentra sometida a una creciente presión debido a la intensificación y el uso competitivo que caracteriza el aprovechamiento de los suelos con fines agrícolas, forestales, pastorales y de urbanización, y para satisfacer la demanda de producción de alimentos, energía y extracción de materias primas de la creciente población (FAO, 2015).

##### **Descripción de los tipos de suelo en el Sistema Ambiental**

Según a la clasificación de INEGI serie II con escala 1:250 000, los tipos de suelos que se presentan de forma dominante en el Sistema Ambiental de mayor a menor medida son: Solonchak,



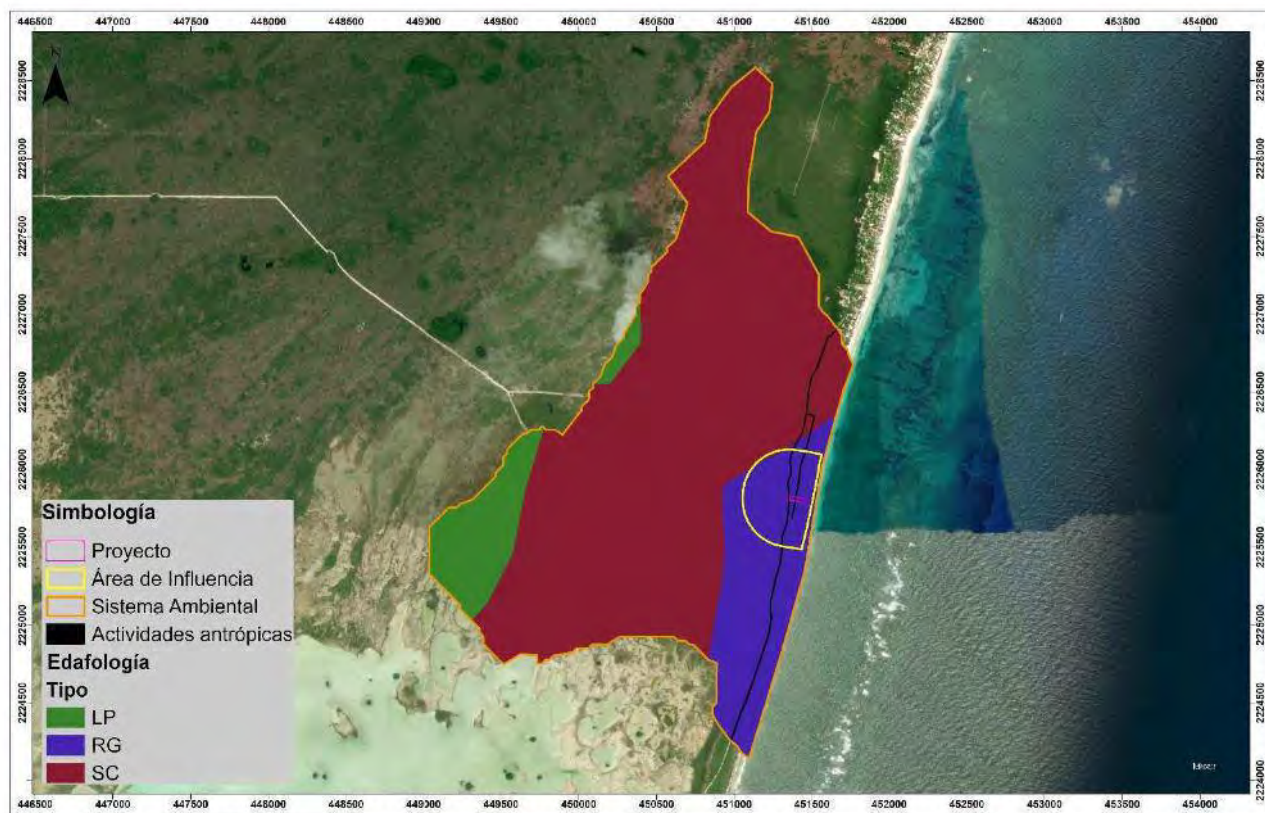
Regosol y Leptosol; de la misma manera de orden descendente los suelos secundarios que se presentan en el SA según INEGI son Gleysol, Solonchak y Cambisol.

**Tabla 4.4. Tipos de suelo en el SA, INEGI**

Suelo dominante	Suelo secundario	Superficie (ha) en el SA	Porcentaje (%) en el SA
Regosol arénico sódico	Solonchak hiposódico arénico	90.1355	16.73%
Solonchak gleyico hipersódico	Gleysol húmico hipersódico	402.4511	74.70%
Leptosol húmico réndzico	Cambisol húmico endoléptico	46.2020	8.58%



**Figura 4. 16.Distribución de los tipos de suelos en la superficie del SA**



**Figura 4. 17. Edafología serie II, según INEGI**

En seguida se presenta la descripción de los suelos en el Sistema Ambiental de acuerdo con la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB 2006):

### ***Solonchak (SC)***

Los Solonchaks son suelos que tienen alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Los Solonchaks están ampliamente confinados a zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras en todos los climas.

### ***Regosoles (RG)***

Los Regosoles son todos aquellos suelos que por tener poco desarrollo edáfico por lo que no fueron clasificados en algún grupo de suelo, por lo que se clasifican en este grupo, siendo el grupo residual del sistema de clasificación WRB, por lo tanto, no tiene características relevantes para su diagnóstico.

### ***Leptosol (LP)***

Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas.

### ***Calificadores***

A continuación, se presentan los calificadores que detallan las propiedades de los tipos de suelos del Sistema Ambiental.

- Arénico (ar): que tiene una textura arenoso franco fino o más gruesa en una capa de 30 cm o más de espesor, dentro de 100 cm de la superficie del suelo.
- Sódico (so): que tiene 15 por ciento o más Na más Mg intercambiables en el complejo de intercambio dentro de 50 cm de la superficie del suelo en todo el espesor.
- Gleyico (gl): que tiene dentro de 100 cm de la superficie del suelo mineral, una capa de 25 cm o más de espesor que tiene *condiciones reductoras* en algunas partes y un *patrón de color gléyico* en todo el espesor.
- Húmico (hu): que tiene el siguiente contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado: en *Ferralsoles* y *Nitisoles*, 1.4 por ciento o más hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo mineral; en *Leptosoles* en los que aplica el calificador Hiperesquelético, 2 por ciento o más hasta una profundidad de 25 cm desde la superficie del suelo mineral; en otros suelos, 1 por ciento o más hasta una profundidad de 50 cm desde la superficie del suelo mineral.
- Réndzico (rd): que tiene un *horizonte mólico* que contiene o está inmediatamente por encima de material *calcárico* o roca calcárea que contiene 40 por ciento o más de carbonato de calcio equivalente.

Para complementar la descripción edafológica dentro del Sistema Ambiental y específicamente dentro del Área del Proyecto, se elaboró la descripción del perfil de suelo en la que se detallan las características y elementos que se presentan en un sitio en específico del cual, se tomó una muestra para su análisis físico y químico en un laboratorio certificado.

Para la toma de muestra se siguió la metodología descrita por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la cual describe los pasos necesarios para seleccionar los sitios que serán muestreados pre trabajos en campo, así como los pasos necesarios a seguir para realizar una correcta caracterización y muestreo del recurso suelo. En este caso, se seleccionó el sitio de muestreo dentro del Área de Proyecto por ser zona de interés al encontrarse cercano a la zona costera.

A continuación, se presenta la ubicación geográfica del sitio de muestreo, así como la descripción de las características físicas del perfil seleccionado.

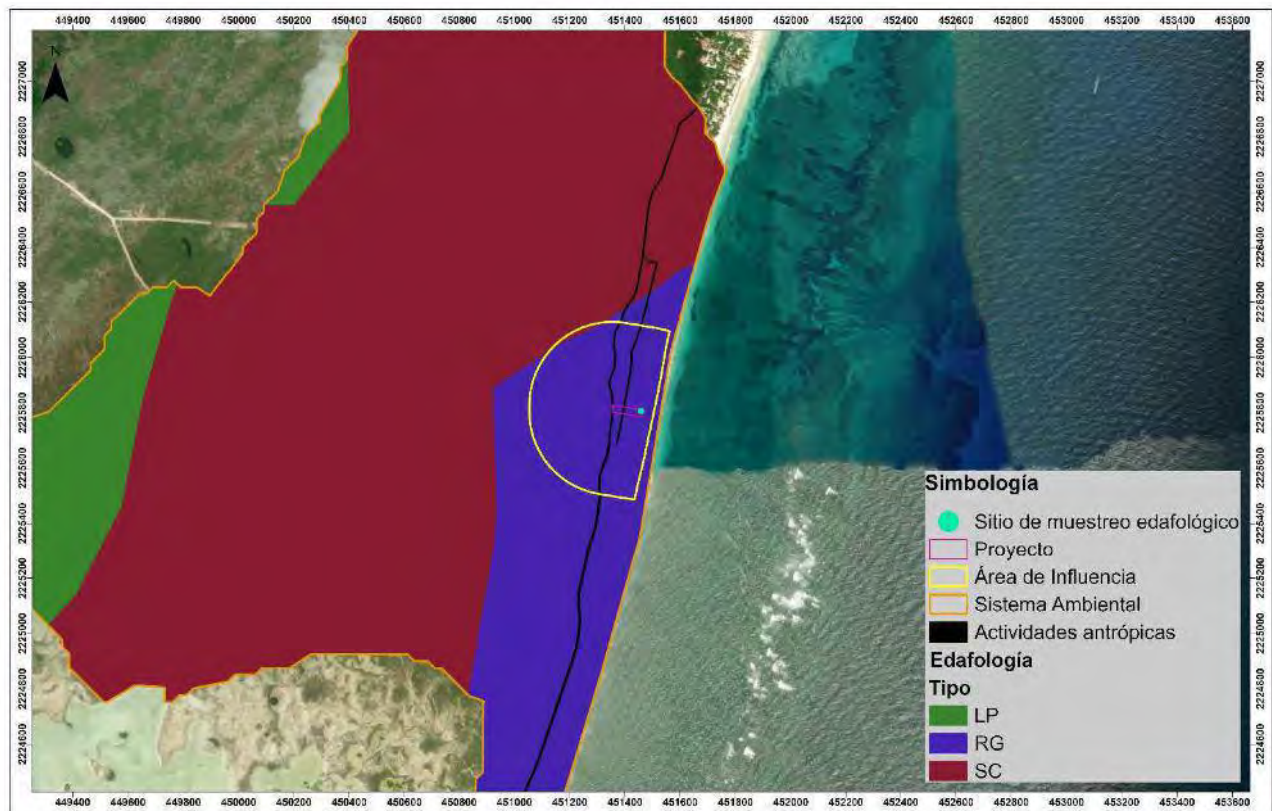



Figura 4. 18. Ubicación geográfica del sitio de muestreo



<b>Clasificación del perfil WRB</b>	SCccar/2	
<b>Grupo de suelo</b>	Solonchak cálcico arénico	
<b>Coordenadas X</b>	451458	
<b>Coordenadas Y</b>	2225806	
<b>Altitud msnm</b>	0	

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-30	Presenta separación difusa entre horizontes con una estructura débil y de forma irregular; el horizonte se presenta húmedo. La consistencia a la presión del terrón es suelta y de tamaño fino. El horizonte tuvo una reacción fuerte al ácido clorhídrico mientras que al agua oxigenada la reacción fue moderada. El color de acuerdo con el libro de colores de Munsell tuvo un valor de 7.5YR 3/1. El esqueleto presenta gravas de forma subangular escasas, mientras que los guijarros y las piedras se encuentran ausentes. El horizonte tiene raíces finas escasas. La textura al tacto fue franca arcillo arenoso y la adhesividad y plasticidad se encontró moderada.
B	>30	El horizonte puede ser clasificado como arenosol de acuerdo con sus características encontradas. Su estructura se encontró débil y de forma irregular; el horizonte se presentó húmedo. La consistencia a la presión del terrón fue suelta y de tamaño fino. El horizonte presentó una reacción débil tanto al ácido clorhídrico como al agua oxigenada. El color, de acuerdo con Munsell, obtuvo un valor de 7.5YR 6/2. No presenta un esqueleto definido y las raíces son ausentes. La textura al tacto es arenosa con una adhesividad y plasticidad nula.

Como se aprecia en la Figura 4. 19, el suelo dentro de la superficie del proyecto presenta una saturación catiónica del 97.1% en calcio con 143.6 de moles equivalentes lo cual caracteriza al suelo como calcárico propio de la zona geológica donde se encuentra ubicado, así mismo, la textura que



presenta es franco arcillo arenoso con mayor porcentaje de arena de acuerdo con el triángulo de texturas; el suelo se encuentra calificado con un valor alto en concentraciones minerales de calcio, magnesio y boro, mientras que los nutrientes base para el crecimiento foliar de cultivos (NPK) son muy bajos lo cual clasifica a l zona como no apta para cultivo.



Figura 4. 19. Características químicas del suelo

#### Análisis de la susceptibilidad del suelo a degradarse por erosión eólica

De acuerdo con sus características físicas y químicas, el suelo es un recurso vulnerable que puede sufrir procesos de degradación que afecten sus componentes, esta degradación y de acuerdo con el proceso que la lleve a cabo, se conoce como erosión; los principales medios de erosión del suelo son la erosión hídrica y la eólica. Las geografías a nivel del mar, las cuales presentan nulos valores de altitud, no son propensas a la erosión por tipo hídrico ya que el agua no tiene movimiento o flujo topográfico que incida en el desgaste edafológico y el proceso de degradación.

La vulnerabilidad de los suelos a erosionarse y la ubicación donde se encuentra el Sistema Ambiental (0 msnm) hace importante el análisis del proceso de erosión eólica que se presenta en el área de estudio. Este análisis se basa en la metodología propuesta en el ordenamiento ecológico del estado de Coahuila (UAAAN, 1999) la cual describe el proceso de estimación de la erosión eólica que mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) y utilizando información de tipo ráster, se puede obtener una clasificación de cada punto del territorio en función de su grado de susceptibilidad a la erosión.

El cálculo para la erosión eólica presente en el SA del Proyecto, se realiza mediante la manipulación de capas de información a través del componente principal ArcGis, el cual pertenece

al conjunto de programas de procesamiento geoespacial de ESRI, de esta manera se obtiene una clasificación de cada punto (pixel) del territorio en función de su grado susceptible a erosionarse.

Las capas que se utilizan para la construcción del modelo de erosión eólica son producto de la manipulación de datos tipo ráster, el cual consta de una matriz de celdas (píxeles) en la que cada una contiene un valor que representa información acorde a fenómenos del mundo real (ESRI, sf). La información base proviene de los formatos descargables del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

La metodología empleada contempla una serie de pasos para la determinación de los componentes necesarios en la evaluación de la erosión laminar eólica presente en el área de estudio, dicha evaluación es obtenida a través de la multiplicación de esos componentes para obtener una estimación de pérdidas de suelo en ton/ha/año por este tipo de erosión. El procedimiento asigna a cada punto o píxel del territorio un valor de susceptibilidad a la erosión en función de la clase textural y fase física del suelo y, del tipo de vegetación y uso de suelo. La pérdida de suelo por erosión eólica se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\text{Erosión Eólica} = \text{IAVIE} * \text{CATEX} * \text{CAUSO}$$

Donde:

IAVIE: Índice de agresividad del viento.

CATEX: Calificación de textura y fase.

CAUSO: Calificación por uso de suelo y vegetación.

La determinación de la pérdida por erosión eólica se realiza para el Sistema Ambiental, la información de tipo ráster para la construcción de los modelos de pérdida de suelo corresponde a un tamaño de pixel de 100m<sup>2</sup>.

Como primer paso, se debe determinar el índice de agresividad del viento (IAVIE) mediante la siguiente ecuación:

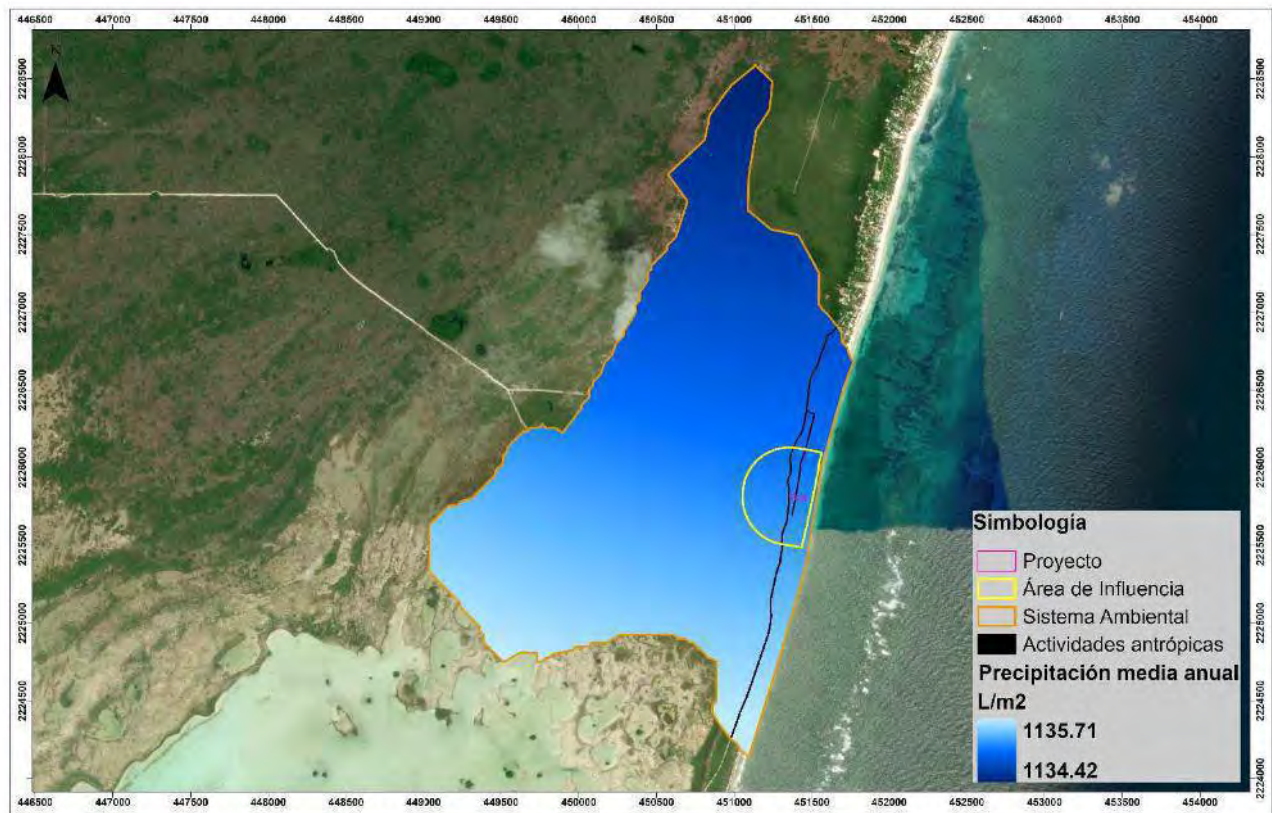
$$\text{IAVIE} = 160.8252 - 0.766 (\text{PECRE})$$

El componente PECRE refiere al período de crecimiento, el cual se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual) el cual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{PECRE} = 0.2408 (\text{PREC}) - 0.0000372 (\text{PREC})^2 - 33.1019$$

Donde el parámetro PREC se refiere a la precipitación media anual presente en el área de estudio la cual se obtiene de las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) cercanas al SA. El SMN presenta información media anual para variables climatológicas medidas en un periodo de 1951 a 2010; con esta información y a través de la selección de las estaciones cercanas se puede obtener los valores de precipitación media anual.

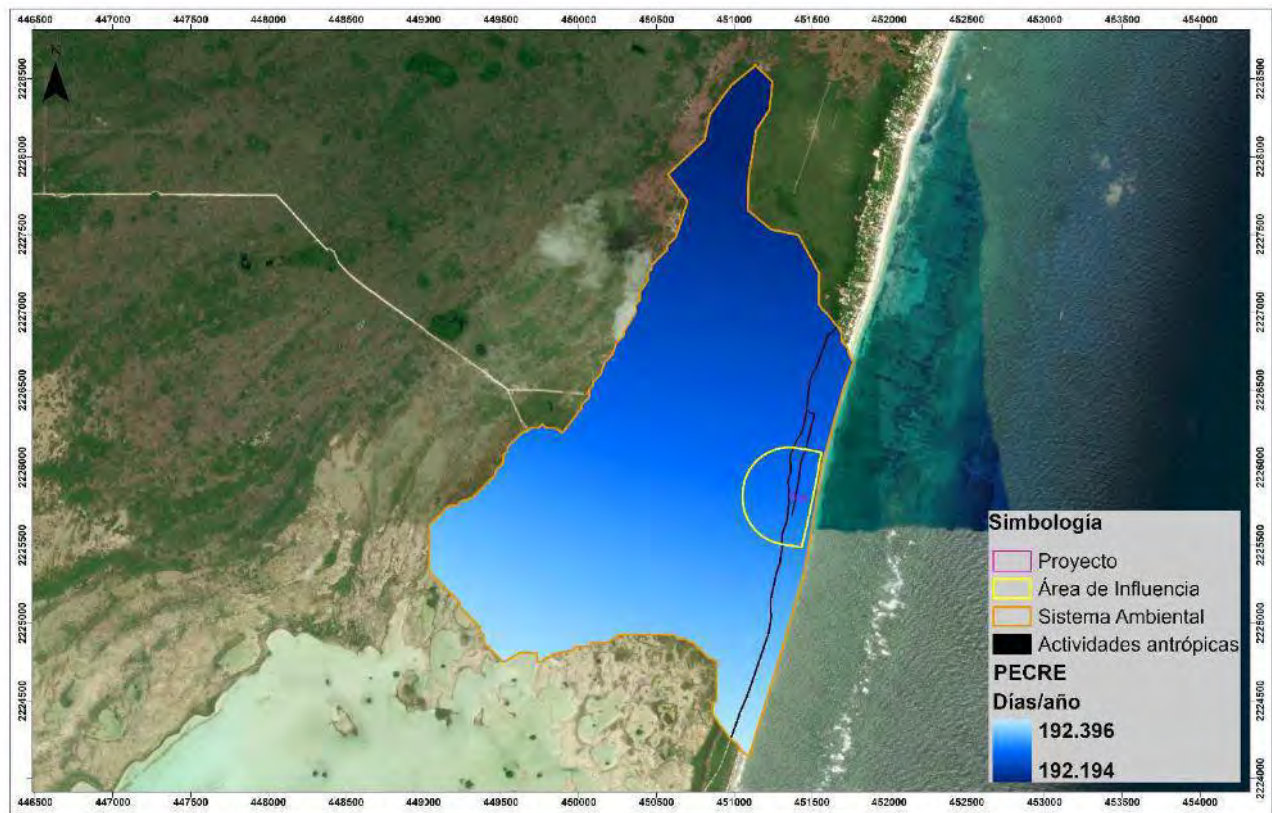
Con los valores de precipitación de cada estación meteorológica y su ubicación geográfica, se realiza la construcción del modelo de precipitación para el SA a través de la herramienta de interpolación IDW, la cual construye una superficie de malla (ráster) que estima los valores de las celdas calculando promedios de los valores de los puntos de datos de precipitación en la vecindad de cada celda de procesamiento (ESRI, sf). Una vez obtenido el ráster de interpolación y aplicando el recorte para los pixeles contenidos dentro de la superficie, se produce el siguiente modelo de precipitación media anual (PREC):



**Figura 4. 20. Modelo de precipitación media anual**

Una vez obtenido el valor del parámetro PREC, se aplica la ecuación antes mencionada para la determinación del componente PRECRE mediante la herramienta de calculadora ráster del SIG, la cual arrojará el valor único del componente para cada pixel de 100m<sup>2</sup> contenido en el ráster del modelo de precipitación media; lo anterior se muestra en la siguiente figura:

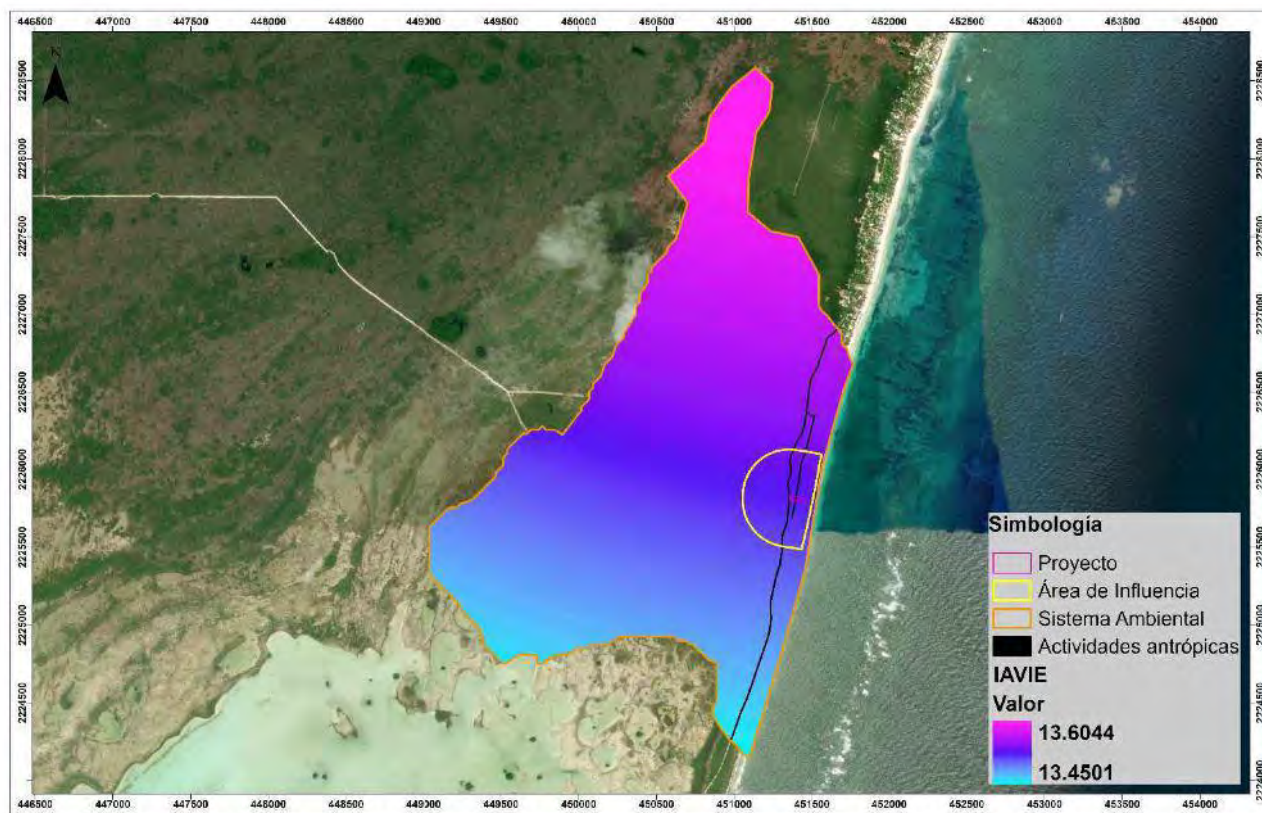




**Figura 4. 21. Valor PECRE dentro del SA**

Con el ráster del componente PECRE, se puede obtener la agresividad del viento (IAVIE) aplicando el álgebra de mapas del SIG y utilizando la ecuación descrita anteriormente, la cual representa una ecuación obtenida mediante regresión lineal por lo que el componente IAVIE no contiene unidades, sino que representa un rango de valores en un índice adimensional correspondiente a la agresividad del viento de un área determinada. Para este componente, los valores del índice se muestran a continuación:





**Figura 4. 22. Valor IAVIE para el SA**

Para el cálculo del siguiente componente, la capa de calificación de textura y fase (CATEX), se debe utilizar la información edafológica contenida en la Serie II de INEGI (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), la cual establece los tipos de suelo y sus características dentro del SA, a esta clasificación de los tipos de suelo, se les otorga un valor de acuerdo a su textura y si son de tipo calcáreo o no, ya que estas características influyen en la susceptibilidad del suelo a erosionarse, donde una textura gruesa y de tipo calcáreo representa mayor susceptibilidad a la erosión laminar de tipo eólica. Los valores por otorgar descritos en la metodología de la UAAAN (1991), se muestran en la Tabla 4. 5.

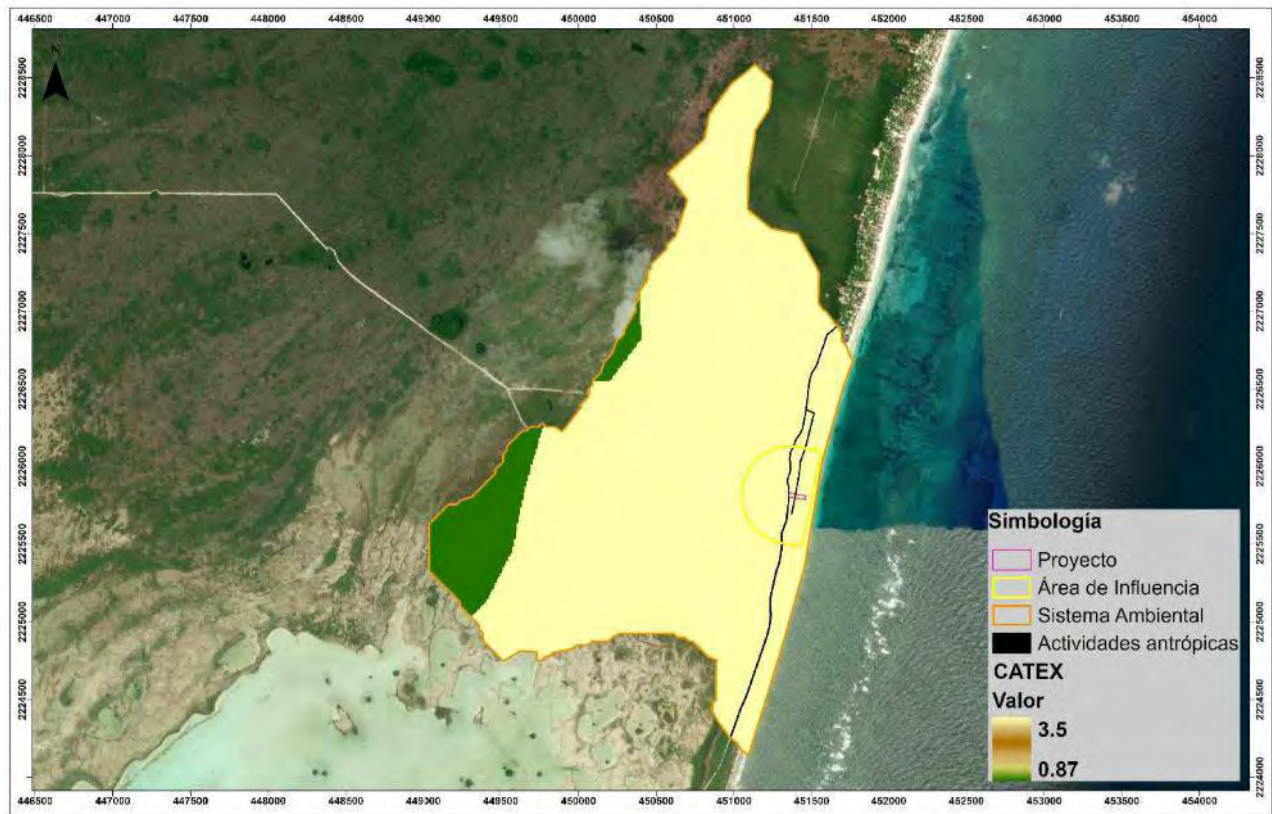
**Tabla 4. 5. Valores de suelos calcáreos (CATEX)**

Textura del suelo	Gruesa (1)	Media (2)	Fina (1)
Suelo no calcáreo	3.50	1.25	1.85
Suelo calcáreo	3.50	1.75	1.85
Suelos pedregosos o gravosos	1.75	0.62*	0.92
	1.75	0.87**	0.92

\*No calcáreo, \*\*Calcáreo

De esta manera, tomando en cuenta la clasificación de INEGI, lo observado y analizado en campo, se puede clasificar los tipos de suelo como pedregosos de textura media y de tipo calcáreo en las zonas con Leptosoles y calcáreos de textura gruesa en el resto del SA; se realiza la capa del

componente de textura y fase mediante la creación de un ráster de 100m<sup>2</sup> como se ha descrito anteriormente, la capa del componente CATEX se muestra a continuación:



**Figura 4. 23. Valor CATEX para el SA**

El valor CATEX no representa una unidad medible específica, sino que representa las características edafológicas del sitio que influirán en mayor o menor medida a la susceptibilidad por erosión eólica.

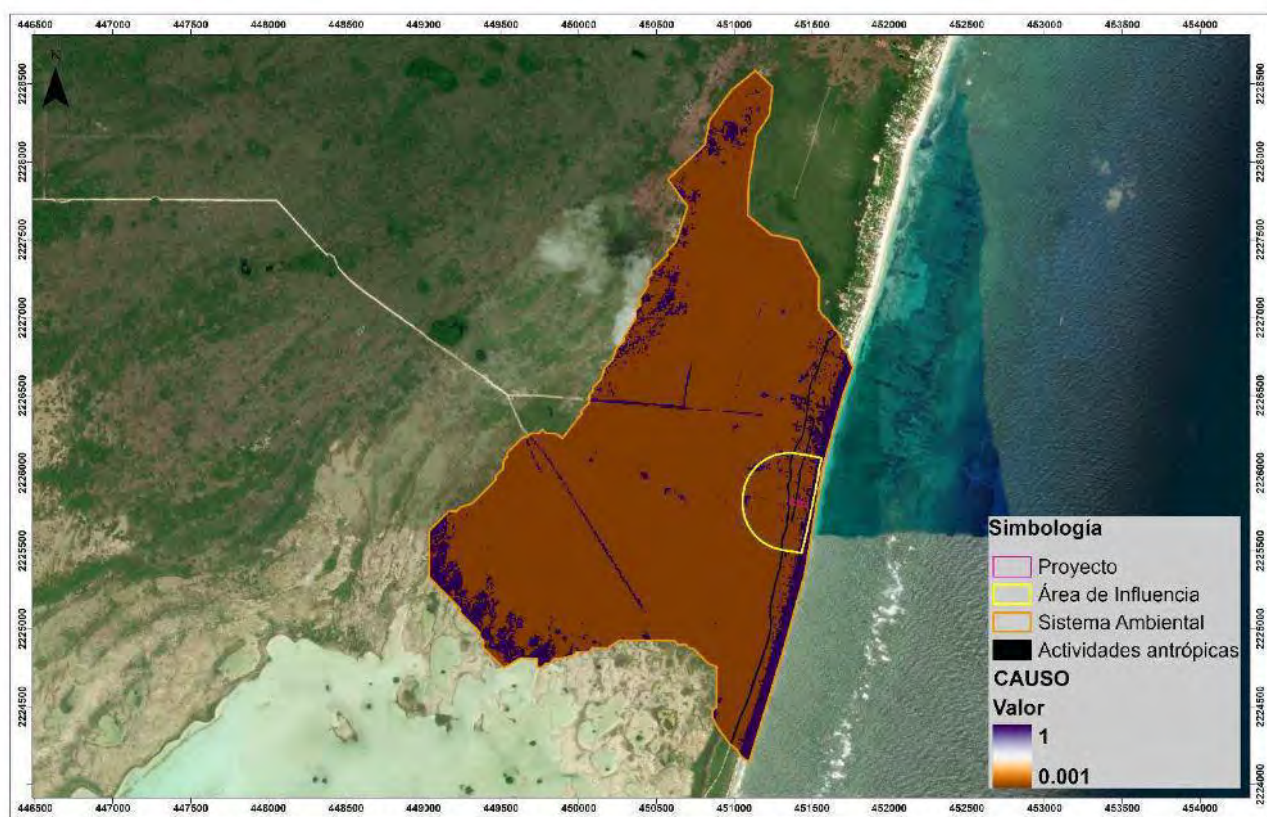
Para el cálculo del último componente descrito en la metodología, la capa de calificación por uso de suelo y vegetación (CAUSO); se clasifican los tipos de valores de acuerdo con la Tabla 4. 6, dichos valores son descritos por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y utilizados para el proceso de cálculo de erosión eólica en la metodología presente. La tabla clasifica al uso de suelo de acuerdo con el porcentaje de cobertura que presenta un área determinada y también clasifica a los sistemas de cultivo, los valores van del 0.001 para la clasificación de vegetación cerrada y con más cobertura como son los bosques, al valor de 1 representando suelos con poca vegetación o desnudos los cuales son más susceptibles a la erosión eólica.



**Tabla 4. 6. Valores de uso de suelo y vegetación (INECC, 2016) (CAUSO)**

Uso de suelo	Porcentaje de cobertura (%)					
	0-10	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Matorral	1	0.7	0.5	0.3	0.15	0.05
Pastizal	1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.03
Selva	1	0.6	0.3	0.2	0.1	0.01
Bosque	0.9	0.5	0.3	0.15	0.05	0.001
Erosión	1	1	1	1	1	1
Sistema de cultivo				Valor		
Agricultura de temporal con cultivos anuales				0.7		
Agricultura de temporal con cultivos perenes y cultivos de áreas de temporal en regiones húmedas				0.4		
Agricultura de riego con cultivos anuales y perenes				0.2		

Para determinar la cobertura por uso de suelo y vegetación dentro del SA, y poder clasificar los valores para el cálculo del componente CAUSO, se utilizó la clasificación espectral de la vegetación. Con la clasificación de coberturas y utilizando lo descrito en la tabla se puede otorgar los valores para obtener el componente CAUSO dentro del SA.



**Figura 4. 24. Valor CAUSO para el SA**

Los valores CAUSO no representan unidades, son valores otorgados en los cuales, los más cercanos a 1 representan una susceptibilidad mayor a la erosión laminar eólica, mientras que los más cercanos a 0 por su amplia cobertura vegetal representan menor susceptibilidad a dicha erosión.

Por último, aplicando la multiplicación de las capas IAVIE, CATEX y CAUSO con la herramienta de calculadora ráster, se obtienen los valores únicos por pixel de t/ha/año de pérdida de suelo por erosión eólica presentes en el SA del proyecto, los cuales fueron clasificados de acuerdo a lo propuesto por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, lo anterior se aprecia en la Figura 4. 25.

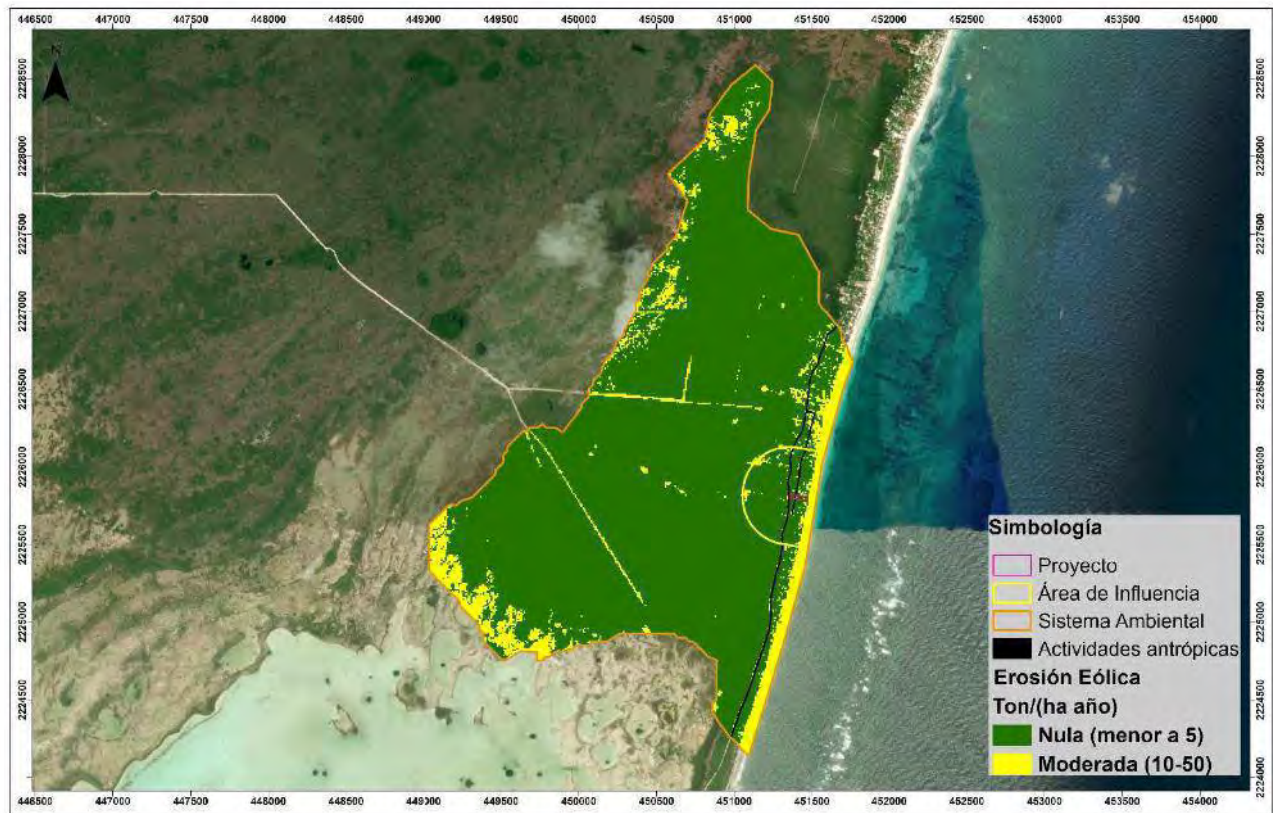


Figura 4. 25. Erosión eólica del SA

Para conocer el porcentaje de superficie que representa cada valor de erosión, se vectoriza la capa ráster lo que arrojará un valor de atributo (información numérica de sus datos geográficos) a cada pixel y así, es posible calcular mediante los Sistemas de Información Geográfica las áreas de cada rango de erosión presente. Las superficies representadas de cada categoría de grado de erosión, así como su porcentaje respecto al total de la superficie del SA se muestran en la Tabla 4. 7.

**Tabla 4. 7. Superficie de grado de erosión dentro del SA**

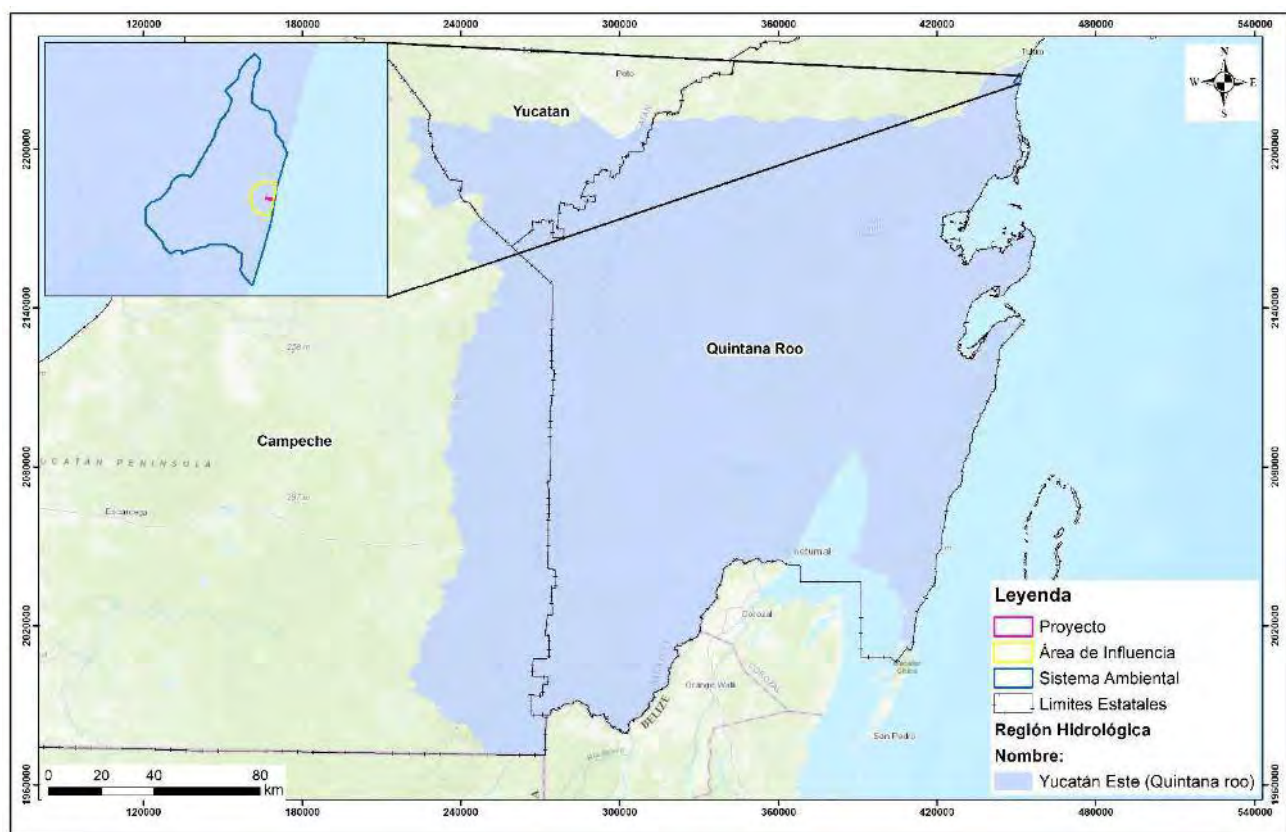
<b>Grado de erosión</b>	<b>Toneladas / Hectárea / Año</b>	<b>Superficie SA (ha)</b>	<b>Superficie SA (%)</b>
Nula	<5	481.5276	89.37%
Moderada	10-50	55.7276	10.34%
Actividad Antrópica	NA	1.5334	0.28%
<b>Total</b>		<b>538.7886</b>	<b>100.00%</b>



#### IV.II.I.IV Hidrología Superficial

De acuerdo a trabajos realizados por la CONAGUA, INEGI e INECC (antes INE), se han identificado 1,471 cuencas hidrográficas en el país, las cuales se han agrupado y/o subdividido en cuencas hidrológicas. Dichas cuencas se encuentran organizadas en 37 Regiones Hidrológicas, que a su vez se agrupan en 13 Regiones Hidrológicas-Administrativas (RHA).

Según información del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) del INEGI, de manera más precisa el Sistema Ambiental del Proyecto se encuentra en la Región Hidrológica Número 33 denominada “Yucatán Este” en su porción Norte como se muestra en la siguiente Figura.



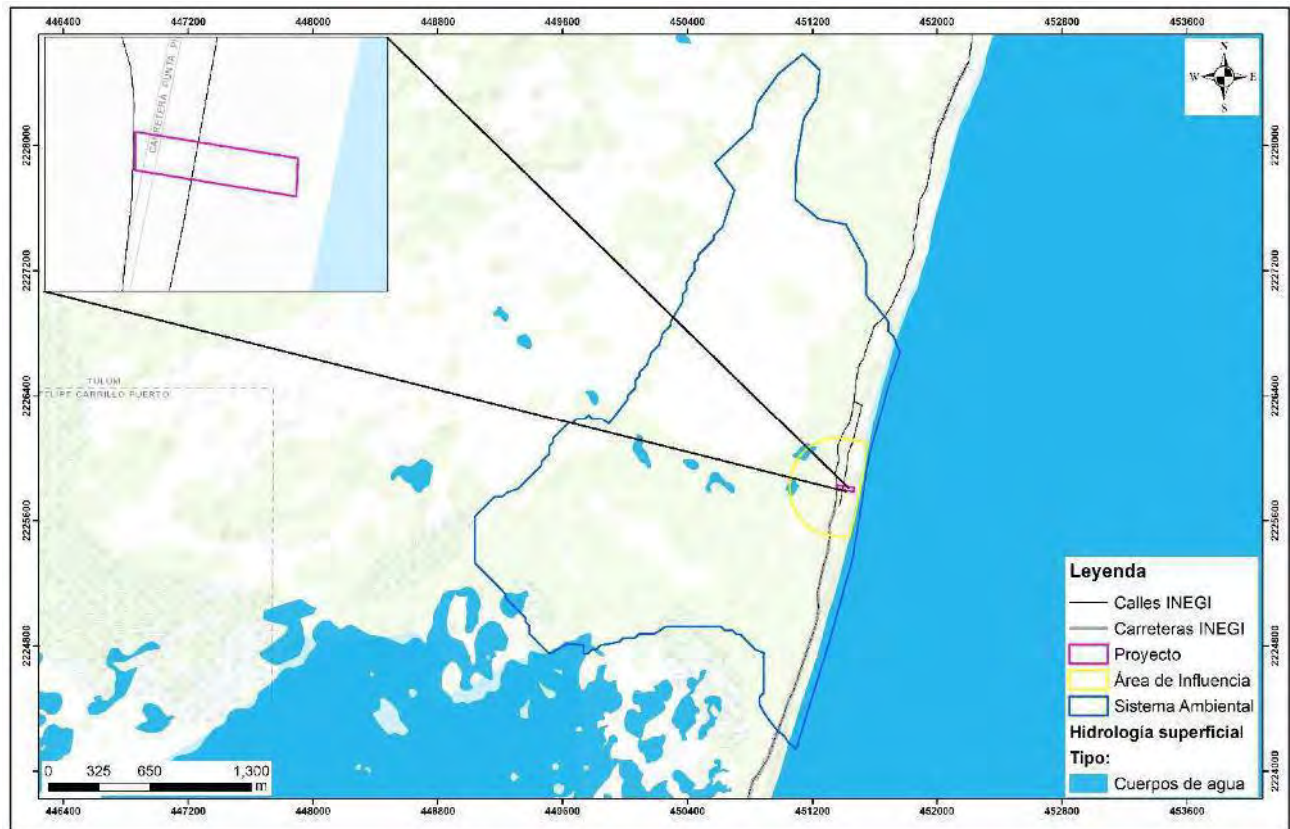
**Figura 4. 26. Ubicación del SA dentro del contexto hidrológico nacional, SIATL**

La Región Hidrológica número 33 Yucatán Este, se ubica al este de nuestro país y del Estado de Quintana Roo, ocupando un 9.98% de la superficie del estado. Su Cuerpo de Agua principal corresponde a la Laguna Noha, mientras que el Río Escondido es el río principal.

Esta región hidrológica se extiende desde la zona de Los Chenes, en la porción centro-septentrional del estado, hasta el sector meridional de la entidad, hacia los límites con la República de Guatemala, y comprende parte de las Cuencas Cerradas y la bahía de Chetumal.

Además, es de gran importancia mencionar que el litoral del estado de Campeche, incluyendo la Laguna de Términos, tiene una longitud aproximada de 600 km, en el cual se localizan importantes yacimientos de hidrocarburos.

En siguiente Figura se muestran los cuerpos de agua presentes en el SA, en donde se puede apreciar que existen una serie de cuerpos de agua ubicados al Oeste del proyecto, además de que el predio colinda directamente con el Mar Caribe. Los cuerpos de agua identificados a aproximadamente 250m del predio corresponden a cenotes de agua salobre, rodeados de Manglar.



**Figura 4. 27. Cuerpos de agua**

Dentro del predio se identificó un estanque de agua dulce, el cual a decir del promovente, fue construido como parte del proyecto anterior, y del cual se presenta evidencia fotográfica.



**Figura 4. 28. Presencia de estanque artificial en el predio**

#### **IV.II.I.V Hidrología subterránea**

##### *Acuíferos*

En relación a los acuíferos, el SA delimitado para el Proyecto, se encuentra inmerso en su totalidad dentro del acuífero denominado Península de Yucatán. A continuación se describe el acuífero en cuestión.

##### *Península de Yucatán*

El acuífero Península de Yucatán, clave 3105, está formado por calizas y depósitos de litoral. Se trata de un acuífero libre, costero, kárstico, muy permeable y notablemente heterogéneo con respecto a sus propiedades hidráulicas. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace al acuífero, el espesor saturado de agua dulce es reducido, de aproximadamente 30 metros, aunque se incrementa hacia tierra adentro.

Las rocas calizas constituidas por conchas y esqueletos de organismos se caracterizan por poseer altos valores de porosidad y permeabilidad primarias, es decir, la que se originó con la sedimentación o formación de la roca, mientras que los estratos de caliza masiva presentan baja porosidad y permeabilidad primarias. A través del tiempo, estas características originales han sido notablemente modificadas por fracturamiento, disolución y abrasión, dando lugar a la porosidad y permeabilidad

secundaria elevadas y cuya distribución es muy irregular, tanto en sentido horizontal, como vertical a causa del errático curso y variado tamaño de los conductos.

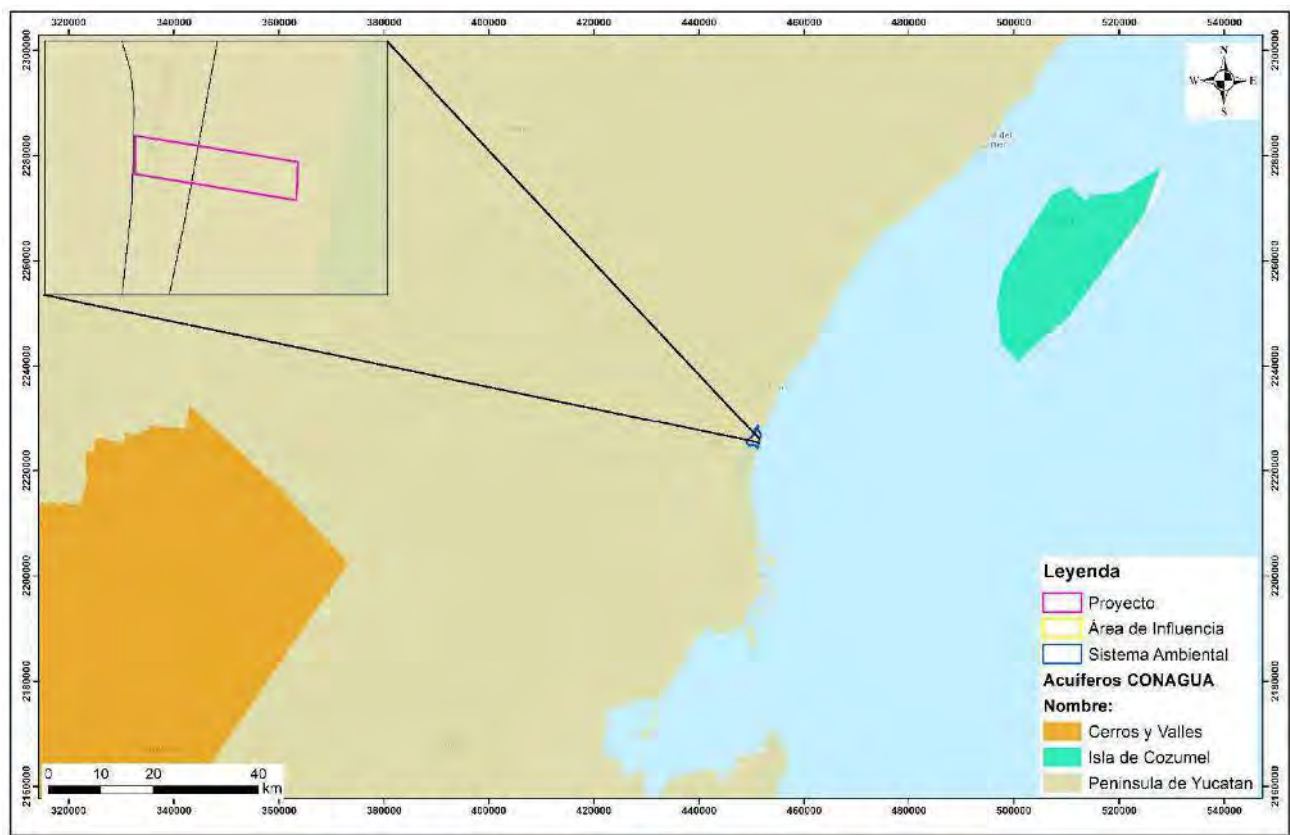
El acuífero presenta un notable desarrollo kárstico, al que se debe su gran permeabilidad secundaria, con espectaculares manifestaciones en la superficie como cenotes y dolinas de gran tamaño, cuya alineación está asociada a debilidades estructurales. En el área de lomeríos, la red de drenaje subterráneo está menos desarrollada.

La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la recarga del acuífero Península de Yucatán, clave 3105. La recarga es más abundante en la llanura, gracias a que la cobertura del suelo es muy delgada y al gran desarrollo kárstico superficial de las rocas calcáreas, factores que permiten la infiltración casi total del agua de lluvia; mientras que la recarga es comparativamente menor en el área de lomeríos, donde la caliza está cubierta por una capa de suelo arcilloso que obstaculiza la infiltración.

La descarga natural del acuífero está integrada por la transpiración de la vegetación, por la evaporación de agua freática que aflora en los cenotes y por el flujo subterráneo que escapa al mar a lo largo de la costa. Tales condiciones de descarga han persistido casi inalteradas hasta la fecha, debido a que la explotación del acuífero no ha modificado significativamente la posición natural de los niveles del agua subterránea, a pesar de que el acuífero se explota a través de varios miles de alumbraamientos. Por ello, en general los ecosistemas vinculados con el agua subterránea no han sido afectados ni modificados.

A continuación, se muestra claramente la ubicación del SA delimitado para el Proyecto, con respecto a los límites de los acuíferos sobre los que el Proyecto tiene incidencia.





**Figura 4. 29. Ubicación del SA respecto al acuífero**

### *Disponibilidad de agua subterránea*

Con información del “Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 04 de enero de 2018, en las siguientes Tablas, se presentan los valores correspondientes a la disponibilidad de aguas subterráneas y la disponibilidad media anual, calculados con el método especificado en la NOM-011-CONAGUA-2015, para los acuíferos sobre el que se encuentra el Proyecto.

**Tabla 1. Disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Península de Yucatán (3105)**

CLAVE	ACUFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CBICOS ANUALES					
ESTADO DE YUCATÁN							
3105	PENNSULA DE YUCATÁN	21,813.4	14,542.2	2,265.595234	1,313.3	5,005.604766	0.000000

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales “3” y “4” de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.



## **IV.II.II Medio biótico**

### **IV.II.III.I Vegetación**

#### *Metodología*

##### *Metodología para determinar los tipos de vegetación*

Para determinar los tipos de vegetación presentes dentro del SA y AI se realizó una búsqueda y recopilación de información de contenido florístico y ecológico de la región. Así mismo, se descargó información en línea de las páginas oficiales de INEGI y CONABIO, la cual se ordenó y resguardo, para su uso en un Sistema de Información Geográfica (SIG), se utiliza el software ArcGIS versión 10.5.

Con base en el tratamiento de la imagen digital que se utiliza para el Proyecto y mediante el SIG, se establecen puntos de interés en todas las áreas con presencia de cobertura vegetal, a nivel SA y AI. Posteriormente, durante el trabajo de campo, mediante un aparato de geoposicionamiento satelital GPS Garmin eTrex10, se llegó a los puntos de interés y se confirma o descarta la presencia de cobertura vegetal, así mismo, se identifica *in situ* el tipo de vegetación, con base en los elementos florísticos presentes, así como su fisonomía y estructura. La determinación del tipo de vegetación se basa en la clasificación de (INEGI, 2017), la cual está fundamentada en lo propuesto por (Miranda & Hernández-X, 1963) y (Rzedowski, 1978).

Aunado a lo anterior se efectúa la clasificación espectral de los tipos de vegetación dentro de las áreas de estudio, mediante el tratamiento de la imagen digital.

#### *Metodología*

A continuación, se presenta la metodología utilizada para determinar los tipos de vegetación, así como para el análisis ecológico, tipo de vegetación, estructura, composición y diversidad de la vegetación del SA, AI y AP.

##### *Metodología para determinar los tipos de vegetación*

Para determinar los tipos de vegetación presentes dentro del SA, AI y AP se realizó una búsqueda y recopilación de información de contenido florístico y ecológico de la región. Así mismo, se descargó información en línea de las páginas oficiales de INEGI y CONABIO, la cual se ordenó y resguardo, para su uso en un Sistema de Información Geográfica (SIG), se utiliza el software ArcGIS versión 10.5.

Con base en el tratamiento de la imagen digital que se utiliza para el Proyecto y mediante el SIG, se establecen puntos de interés en todas las áreas con presencia de cobertura vegetal, a nivel SA, AI y AP. Posteriormente, durante el trabajo de campo, mediante un aparato de geoposicionamiento satelital GPS Garmin eTrex10, se llegó a los puntos de interés y se confirma o descarta la presencia de cobertura vegetal, así mismo, se identifica *in situ* el tipo de vegetación, con

base en los elementos florísticos presentes, así como su fisonomía y estructura. La determinación del tipo de vegetación se basa en la clasificación de (INEGI, 2017), la cual está fundamentada en lo propuesto por **Fuente especificada no válida.** y **Fuente especificada no válida..**

Aunado a lo anterior se efectúa la clasificación espectral de los tipos de vegetación dentro de las áreas de estudio, mediante el tratamiento de la imagen digital.

#### *Metodología del Diseño de muestreo*

El SA, AI y AP presentan solo un tipo de vegetación, por lo cual se efectuó un diseño de muestreo “Aleatorio” el cual se basa en lo propuesto por (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

Para el análisis de las áreas de estudio la distribución fue conforma al tipo de vegetación existente y con base en el esfuerzo de muestreo, se ubicaron los sitios de forma aleatoria, sin embargo, para el caso de los sitios aleatorios del Sistema Ambiental se tomaron a consideración los más próximos a las zonas costeras, debido a la inseguridad y poca accesibilidad a zonas del interior del manglar.

Como se menciona los sitios de muestreos fueron de forma aleatoria y para descartar alguna tendencia en los datos se utilizó la herramienta “Create random point” de ArcToolbox, extensión del software ArcMap 10.5.

#### *Esfuerzo de muestreo*

Para conocer la eficacia del esfuerzo de muestreo, se realizaron curvas de acumulación de especies con base en los resultados obtenidos en el estimador Chao1, “Singletons” y “Doubletons” el cual refleja la riqueza estimada, comparado con la curva de acumulación reflejada por la riqueza verdadera u observada mediante los trabajos de campo y con el estimador ACE el cual se basa en la cobertura de abundancia de la riqueza de las especies, lo cual desarrollan y proponen algunos autores, (Gómez, López & Williams, Linera, 2006), (Villareal, y otros, 2004).

#### *Chao1*

Para estimar la riqueza de especies totales en los tipos de vegetación presentes en cada área de análisis, se utilizó un modelo No paramétrico, ya que se desconoce la distribución del conjunto de datos de análisis, los cuales, no se ajustan a un modelo determinado, así mismo, se utilizó el estimador de Chao1, el cual se basa principalmente en abundancias y rareza de las especies (Moreno Ortega, 2001).

A continuación, se presenta la formula mediante la cual se calcula el estimador Chao1:

$$\text{Chao 1} = S + a^2/2b$$

Dónde:

S = Número de especies en un sitio de muestreo

a = Número de especies que están representadas solamente por un único individuo en ese sitio de muestreo ("Singletons")

b = Número de especies representadas por exactamente dos individuos en el sitio de muestreo (número de "Doubletons")

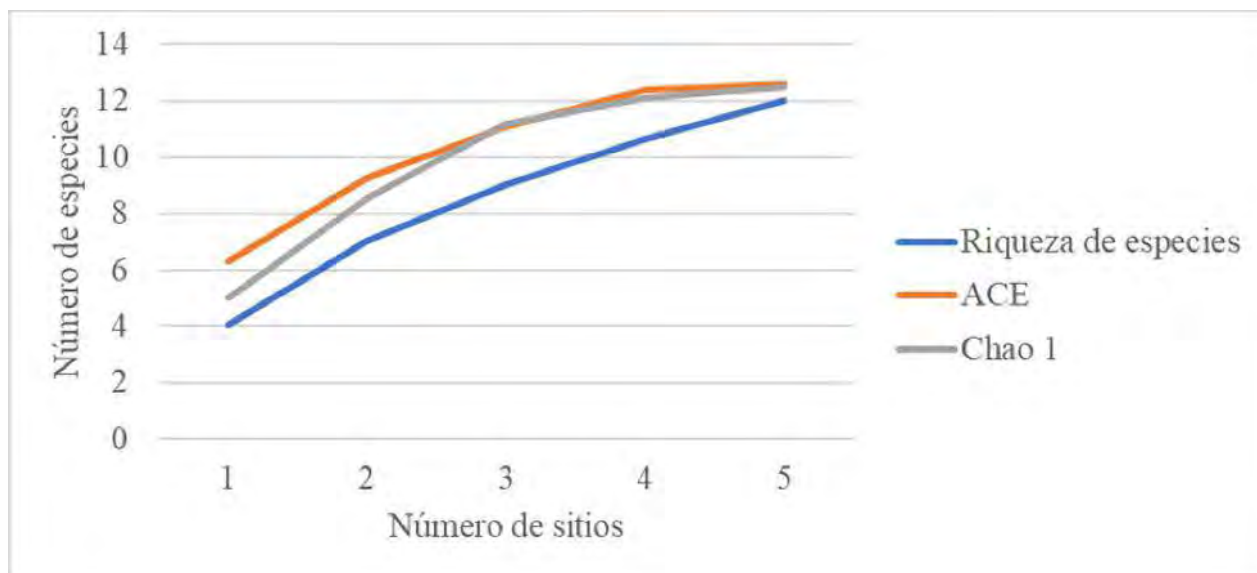
Cabe mencionar que en el presente análisis se utilizó el programa de "EstimateS" el cual integra las fórmulas anteriormente descritas y el cual calcula una variedad de estadísticas de biodiversidad, estimadores e índices basados en los datos recopilados en campo, (Chao, Chazdon, Colwell, & Shen, 2005).

A continuación, se presentan las curvas de acumulación de especies efectuadas para cada área de análisis.

#### *Sistema Ambiental*

La riqueza observada en las áreas con vegetación del SA es de 12 especies de plantas vasculares, la cual alcanza una asíntota definida a partir de los 5 sitios de muestreo, los cuales fueron los que se realizaron para el análisis en esta área.

A continuación, se presenta la figura donde se observa la curva de acumulación y la estimación de cada modelo.



**Figura 4. 30. Curva de acumulación de especies observadas y estimadas con base en el esfuerzo de muestreo y modelos no paramétricos dentro del SA**

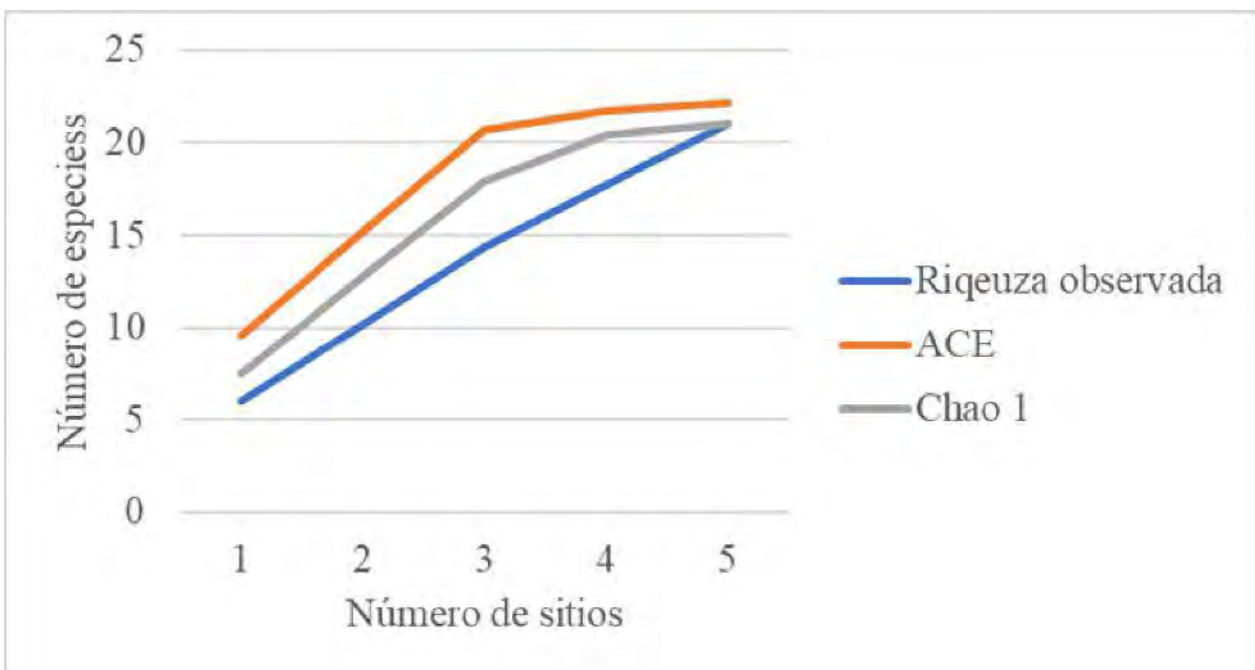
Mediante los datos proyectados en la figura anterior, se demuestra que el total de sitios realizados son suficientes para conocer la riqueza con base al esfuerzo de muestreo de las áreas con vegetación del SA.

Respecto a lo estimado por ACE y Chao 1, se obtuvo una representatividad del 9% y 98% respectivamente, respecto a los valores reales observados, lo cual refleja un alta eficiencia y confiabilidad del muestreo realizado para conocer la riqueza de las especies.

#### *Área de Influencia*

La riqueza observada en las áreas con vegetación del AI es de 21 especies de plantas vasculares, y comienza a observarse una asíntota a partir de los 5 sitios de muestreo, los cuales fueron los que se realizaron para el análisis en esta área.

A continuación, se presenta la figura donde se observa la curva de acumulación y la estimación de cada modelo.



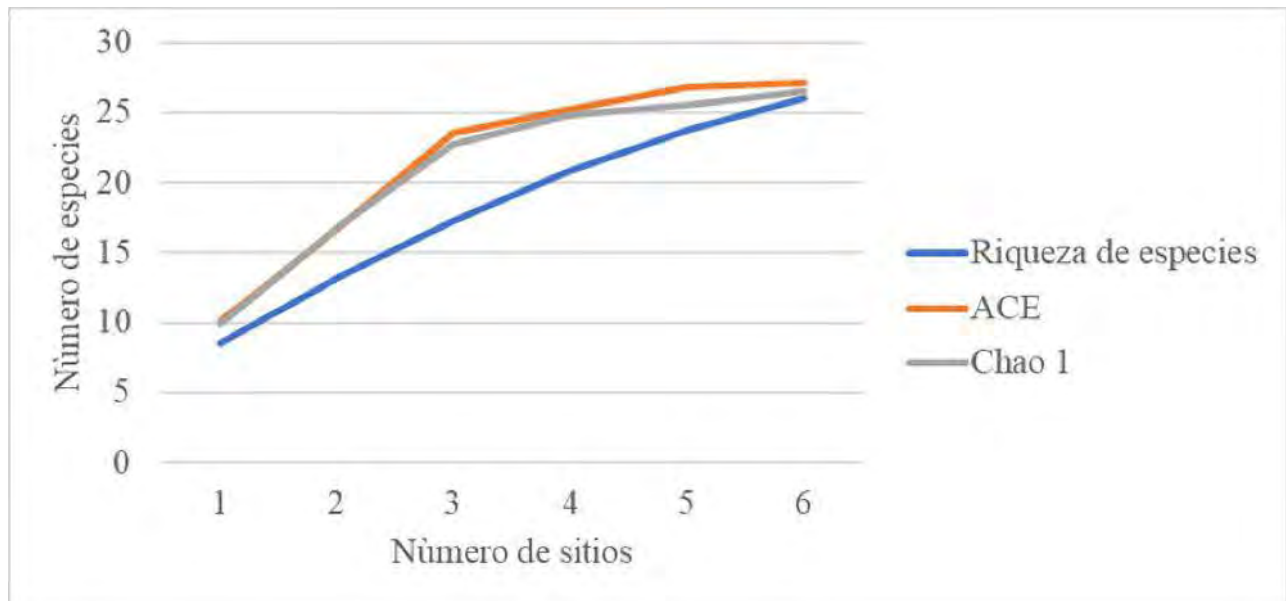
**Figura 4. 31. Curva de acumulación de especies observadas y estimadas con base en el esfuerzo de muestreo y modelos no paramétricos dentro del AI**

Respecto a lo estimado por ACE y Chao 1, se obtuvo una representatividad del 95% y 100% respectivamente, respecto a los valores reales observados, lo cual refleja un alta eficiencia y confiabilidad del esfuerzo de muestreo realizado para conocer la riqueza de las especies dentro del AI.

#### *Área de Proyecto*

La riqueza observada en las áreas con vegetación del AP es de 26 especies de plantas vasculares, y comienza a observarse una asíntota a partir de los 8 sitios de muestreo, los cuales fueron los que se realizaron para el análisis en esta área.

A continuación, se presenta la figura donde se observa la curva de acumulación y la estimación de cada modelo.



**Figura 4. 32. Curva de acumulación de especies observadas y estimadas con base en el esfuerzo de muestreo y modelos no paramétricos dentro del AP**

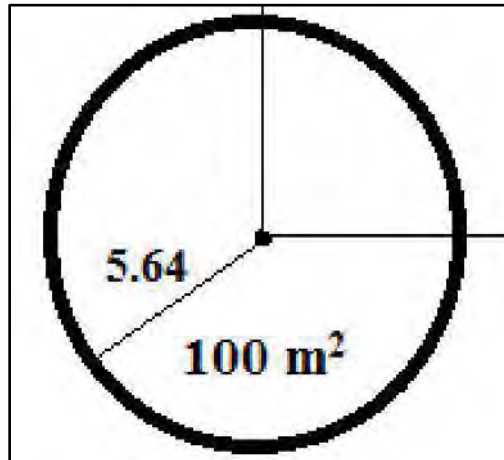
Respecto a lo estimado por ACE y Chao 1, se obtuvo una representatividad del 95% y 96% respectivamente, respecto a los valores reales observados, lo cual refleja un alta eficiencia y confiabilidad del esfuerzo de muestreo realizado para conocer la riqueza de las especies dentro del AP.

#### *Forma del sitio de muestreo*

Para establecer el diseño o forma de cada sitio de muestreo se consideraron las características de la vegetación que presentan las áreas de estudio, la experiencia de levantamientos en campo y lo propuesto por diferentes autores reconocidos en materia ecológica-forestal a nivel nacional, (Caballero, Deloya, 1977), (Balleza, Cadengo, 2000), (Lara, Raimers, 2011). Se determinó que el diseño del sitio de muestreo más adecuado a utilizar fuera el que normalmente se utiliza en los inventarios forestales en México, el método de "Sitios circulares" propuesto por Rodríguez en 1953, para el caso del presente proyecto se realizaron sitios circulares de 100 m<sup>2</sup> con 5.64 m de radio para cuantificar y describir las especies del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. Cuando las especies del estrato herbáceo, son muy abundantes y de distribución homogénea por todo el sitio, estas se cuantifican, delimitando un m<sup>2</sup> y se extrapolan a todo el subsitio de 100 m<sup>2</sup>.

En la siguiente figura se muestra el esquema de muestreo utilizado.





**Figura 4. 33. Forma del sitio de muestreo**

#### *Metodología para la ubicación de los sitios de muestreo*

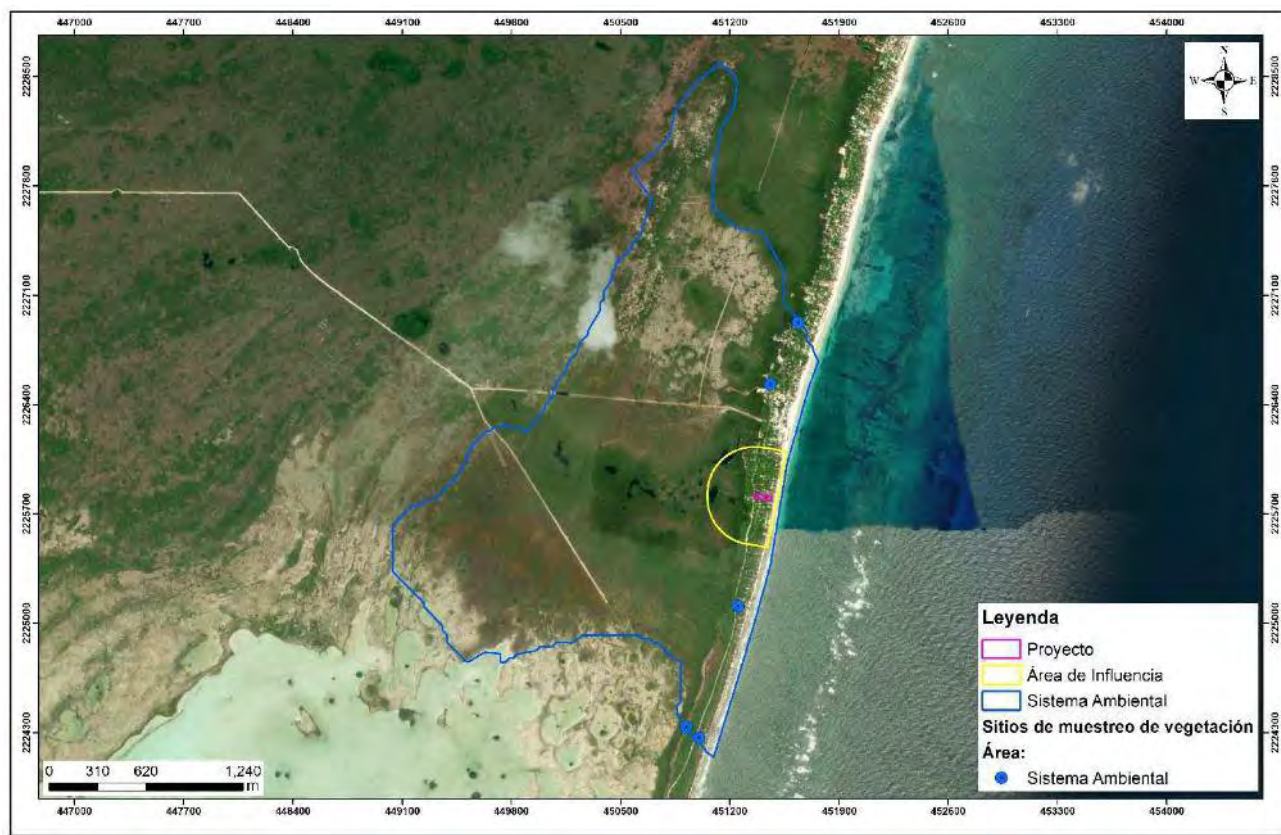
La ubicación de los sitios de muestreo de flora dentro de las áreas de estudio (SA, AI y AP) fue aleatoria en el único tipo de vegetación presente en la zona. Cabe mencionar que por temas de inseguridad y accesibilidad no fue posible acceder a algunas zonas del SA, sin embargo, los sitios de muestreo efectuados representan la diversidad presente en el tipo de vegetación que se distribuyen dentro del área.

A continuación, se presenta la ubicación geográfica de cada sitio de muestreo por área de estudio.

#### *Sistema ambiental*

Se realizó un levantamiento de 6 sitios de muestreo, de los cuales 6 se efectuaron en la vegetación de Manglar.

En la siguiente figura, se presenta la ubicación de los sitios de muestreo, la información recabada, posteriormente fue utilizada para el análisis ecológico de la vegetación dentro del SA.

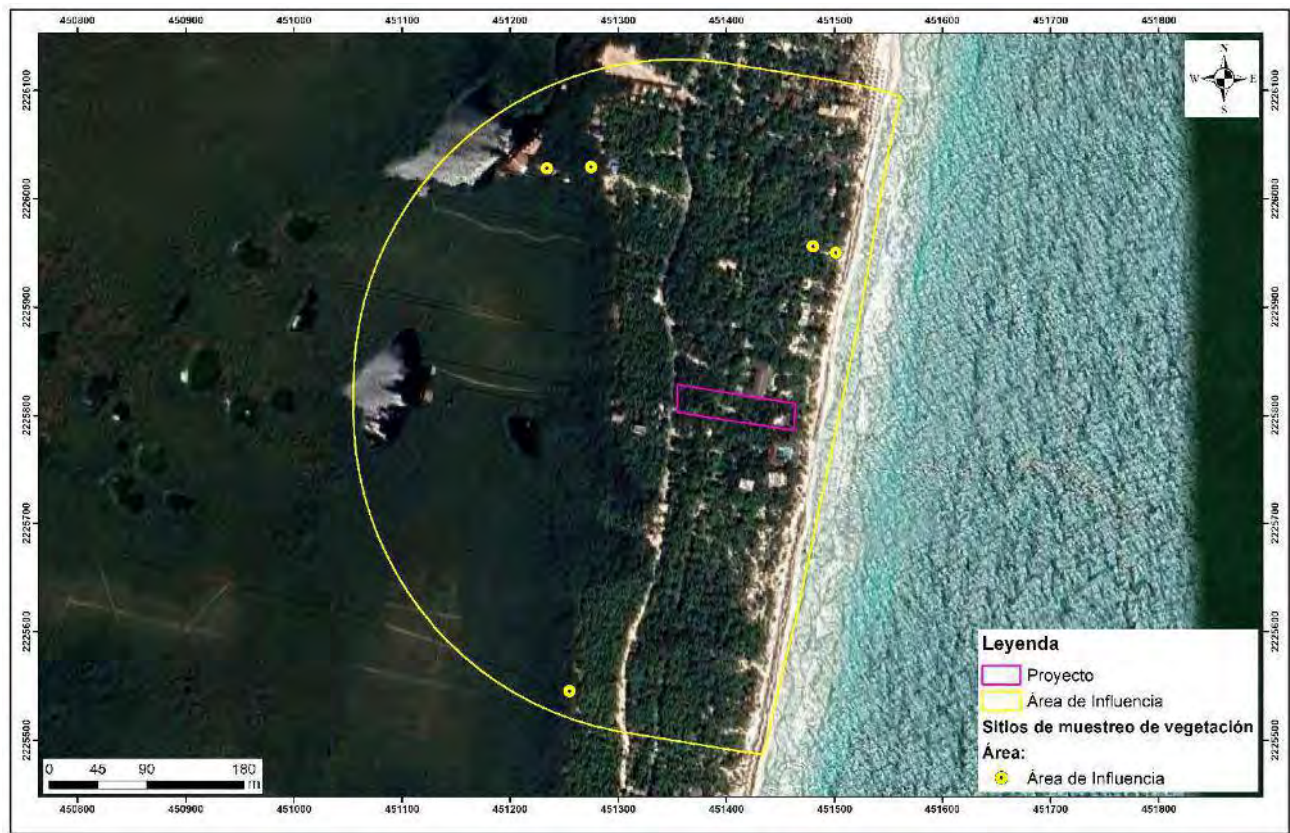


**Figura 4. 34. Sitios de muestreo dentro del SA**

### *Área de influencia*

Se realizó un levantamiento de 5 sitios de muestreo, de los cuales 5 se efectuaron en la vegetación de Manglar.

En la siguiente figura, se presenta la ubicación de los sitios de muestreo, la información recabada, posteriormente fue utilizada para el análisis ecológico de la vegetación dentro del AI.



**Figura 4. 35. Sitios de muestreo dentro del AI**

### *Área del Proyecto*

Se realizó un levantamiento de 5 sitios de muestreo, de los cuales 5 se efectuaron en la vegetación de Manglar.

En la siguiente figura, se presenta la ubicación de los sitios de muestreo, la información recabada, posteriormente fue utilizada para el análisis ecológico de la vegetación dentro del AP.





**Figura 4. 36. Sitios de muestreo dentro del AP**

#### *Metodología en la colecta e identificación de especies vegetales*

Durante el levantamiento de los muestreos en campo fue necesario realizar colectas de especies vegetales para su identificación, acatando el método propuesto por **Fuente especificada no válida..**

Al igual se utilizaron guías de campo de las especies de la región, conforme a trabajos realizados en la zona y la búsqueda de bases de datos de diversas páginas de diversidad florística.

Cabe mencionar, que NO se colectaron especies, partes o derivados de las mismas, categorizadas en La Norma Oficial Mexicana NOM-059, (SEMARNAT, Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental– Especies nativas de México de flora y fauna silvestres– Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio– Lista de especies en riesgo., 2010).

Los especímenes se determinaron utilizando claves de identificación de distintas floras y trabajos florísticos realizados en la región y ecosistemas similares, aunado a lo anterior, se consultó a especialistas en diferentes grupos de plantas del IBUG de la Universidad de Guadalajara.

### *Tipos de vegetación*

La clasificación vegetal más reciente propuesta por (INEGI, 2017), no es similar a lo que actualmente se observa en las áreas de estudio, sin embargo, al igual la distribución en superficie de la vegetación propuesta no es detallada, lo cual convierte en inexacta y burda a la información para los fines del presente estudio, por lo cual se realizó la clasificación y distribución de la vegetación con base al trabajo de campo y mediante el tratamiento de la clasificación espectral de la imagen digital.

Así mismo, se determinaron los tipos de vegetación y su distribución, de acuerdo a la interpretación que propone (INEGI, 2017), misma que sugieren las dependencias federales de índole ambiental en México (SEMARNAT, Guía para la Elaboración de Estudio Técnicos Justificativos, 2016).

A continuación, se describe el tipo de vegetación presente en cada área de estudio.

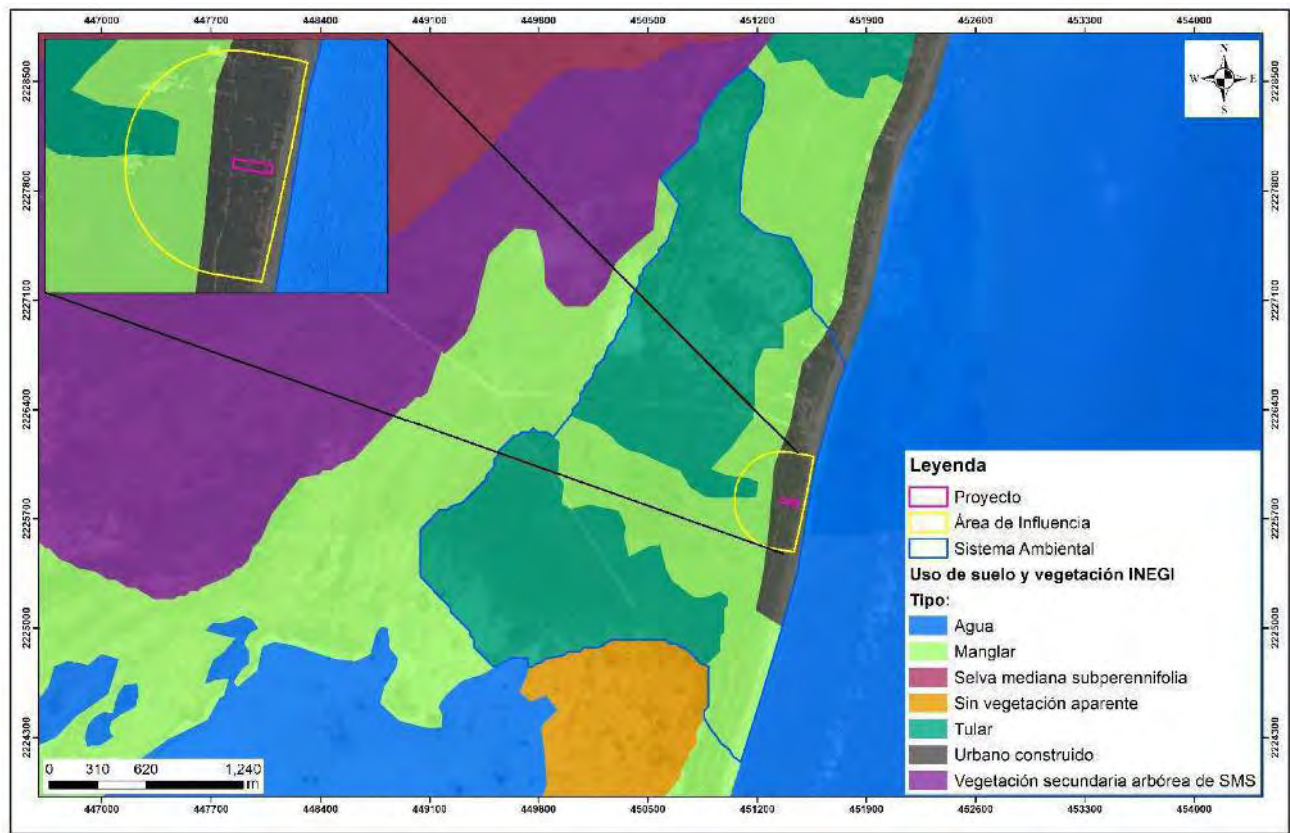
#### *Sistema ambiental*

En el Sistema ambiental conforme a la carta de uso y suelo de la vegetación INEGI (2017), las vegetaciones presentes son:

1. Tular
2. Manglar
3. Urbano construido

A continuación, en la figura siguiente se presenta la clasificación de la vegetación del SA, conforme a la carta de uso y suelo de la vegetación de INEGI serie VII.



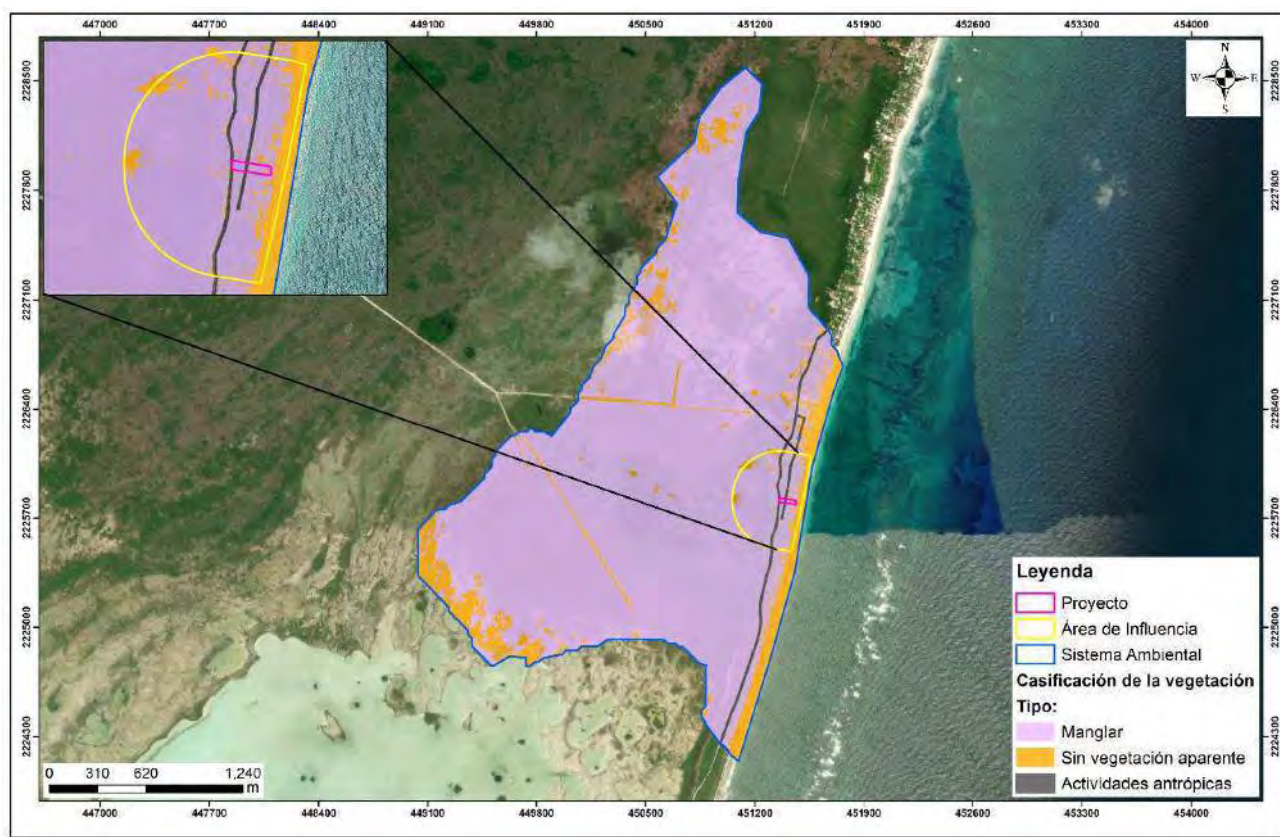


**Figura 4. 37. Uso y suelo de la vegetación INEGI Serie VII dentro del SA**

Conforme a la clasificación espectral de la vegetación llevada a cabo, dentro del SA se presentan 1 tipos de vegetación el cual es el siguiente:

1. Manglar

La distribución de cada tipo de vegetación con base al trabajo de campo y el tratamiento de la imagen digital, se presenta en la siguiente figura.

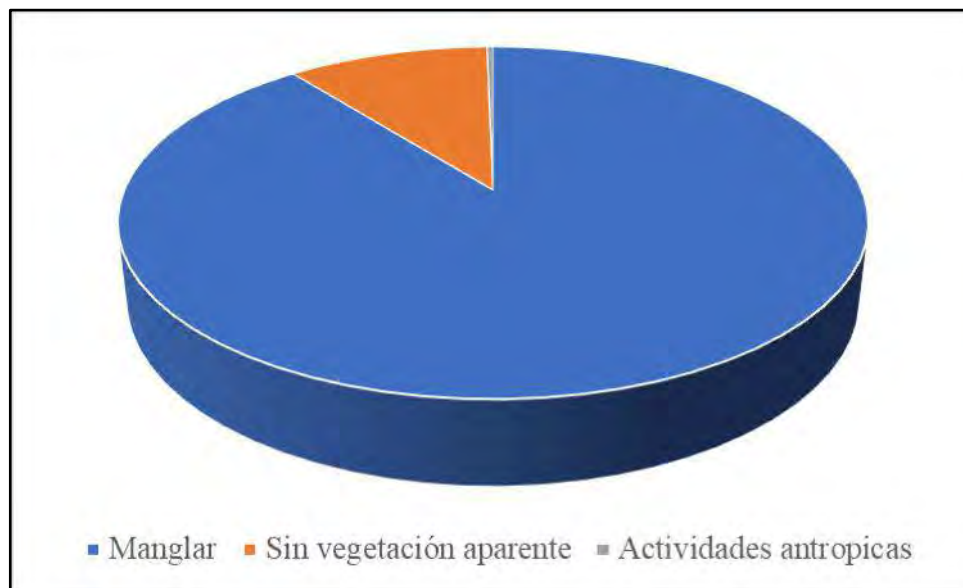


**Figura 4. 38. Tipos de vegetación con base a la clasificación espectral, dentro del SA**

A continuación, se presenta la superficie de cada tipo de vegetación dentro del SA y la figura del porcentaje de cada uno respecto al área total.

**Tabla 4. 8 Superficie por tipo de vegetación dentro del Sistema ambiental**

N°	Tipo de vegetación	Superficie ha
1	Manglar	481.3539
2	Sin vegetación aparente	55.7289
3	Actividad antrópica	1.7058
Total		538.7886



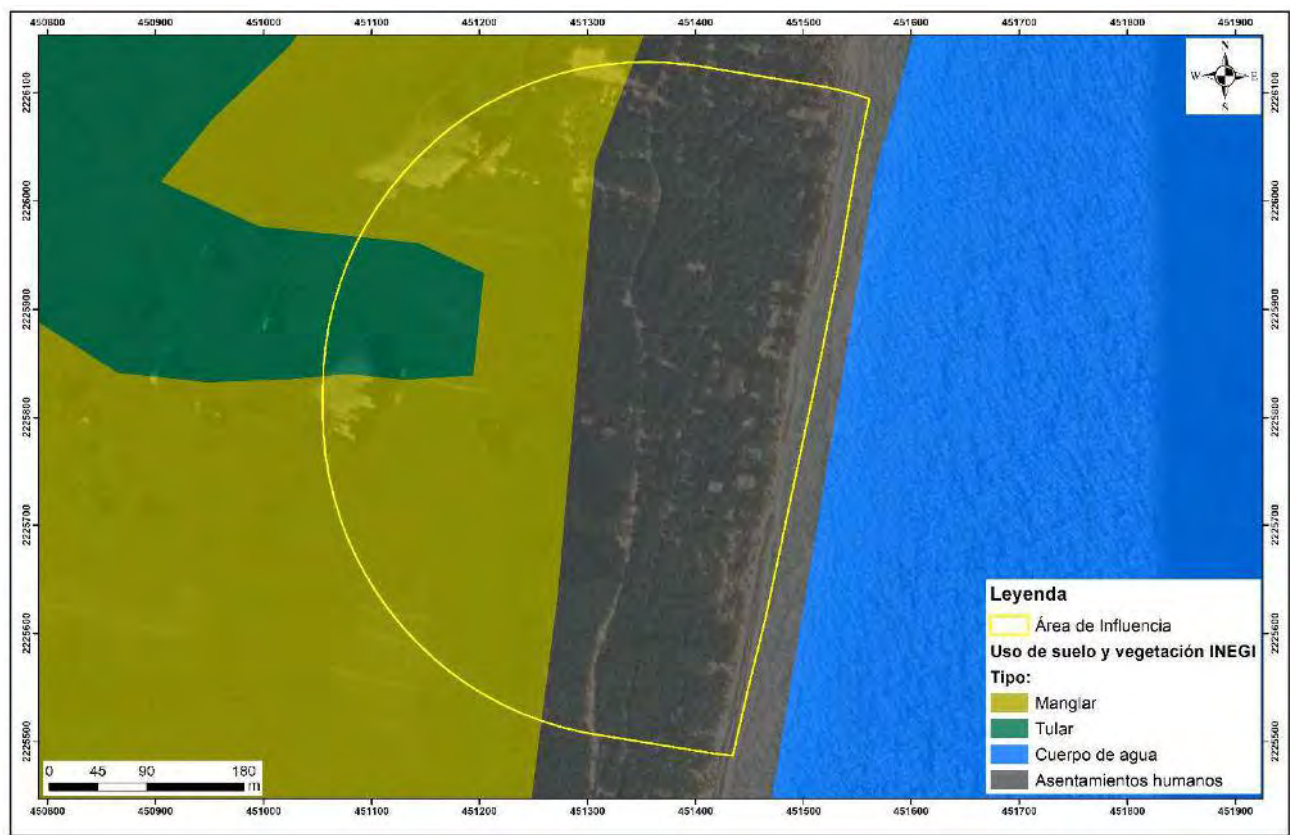
**Figura 4. 39. Porcentaje por tipo de vegetación dentro del SA**

#### *Área de influencia*

En el Área de influencia conforme a la carta de uso y suelo de la vegetación INEGI (2017), las vegetaciones presentes son:

4. Tular
5. Manglar
6. Asentamiento humano

A continuación, en la figura siguiente se presenta la clasificación de la vegetación del SA, conforme a la carta de uso y suelo de la vegetación de INEGI serie VII.



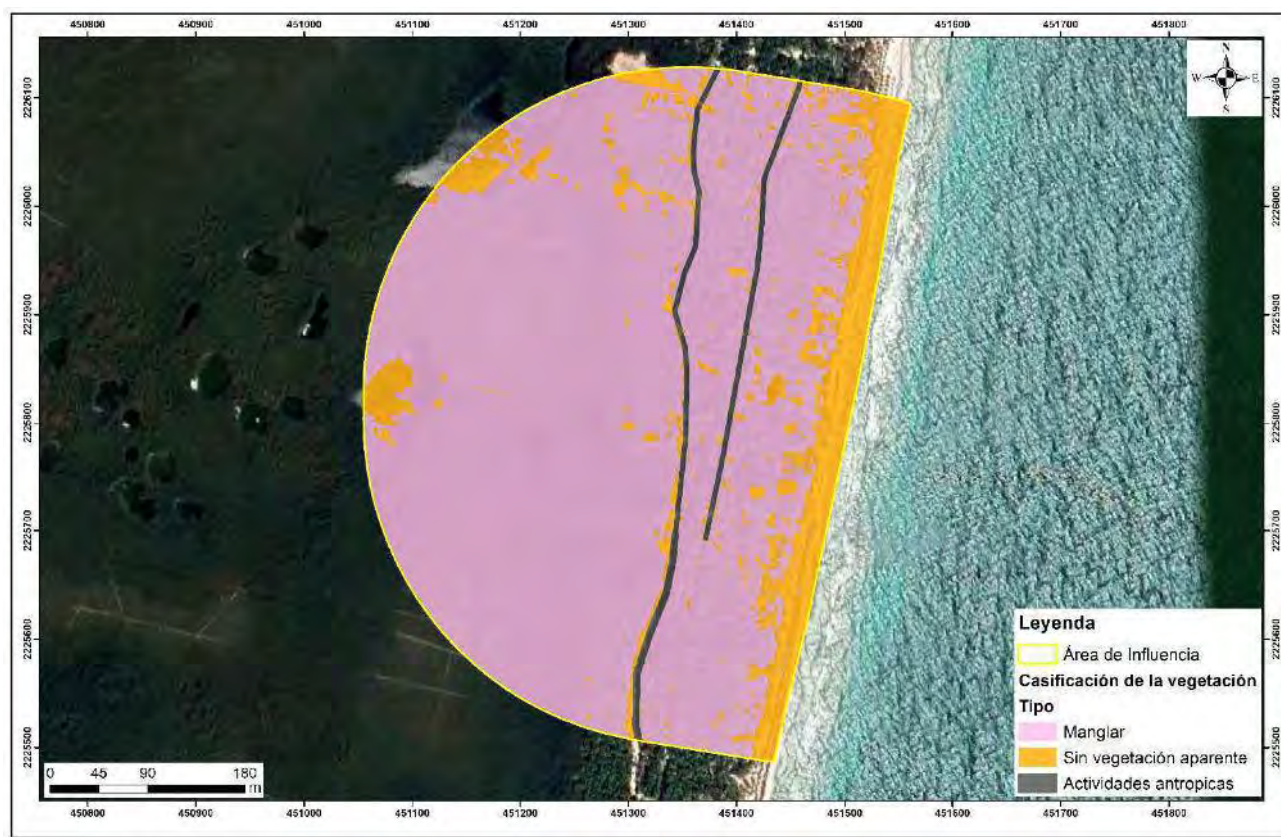
**Figura 4. 40. Tipos de vegetación con base a la clasificación espectral, dentro del AI**

Conforme a la clasificación espectral de la vegetación llevada a cabo, dentro del AI se presentan 1 tipos de vegetación el cual es el siguiente:

1. Manglar

La distribución de cada tipo de vegetación con base al trabajo de campo y el tratamiento de la imagen digital, se presenta en la siguiente figura.





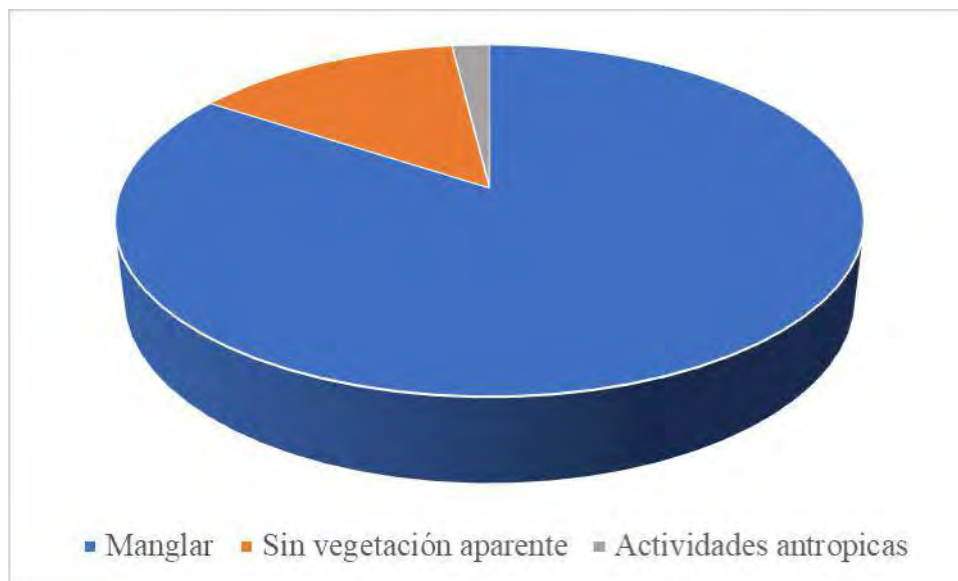
**Figura 4. 41. Tipos de vegetación con base a la clasificación espectral, dentro del AI**

A continuación, se presenta la superficie de cada tipo de vegetación dentro del AI y la figura del porcentaje de cada uno respecto al área total.

**Tabla 4. 9 Superficie por tipo de vegetación dentro del Área de Influencia**

N°	Tipo de vegetación	Superficie ha
1	Manglar	20.3387
2	Sin vegetación aparente	3.3324
3	Actividad antrópica	0.4680
Total		24.1391





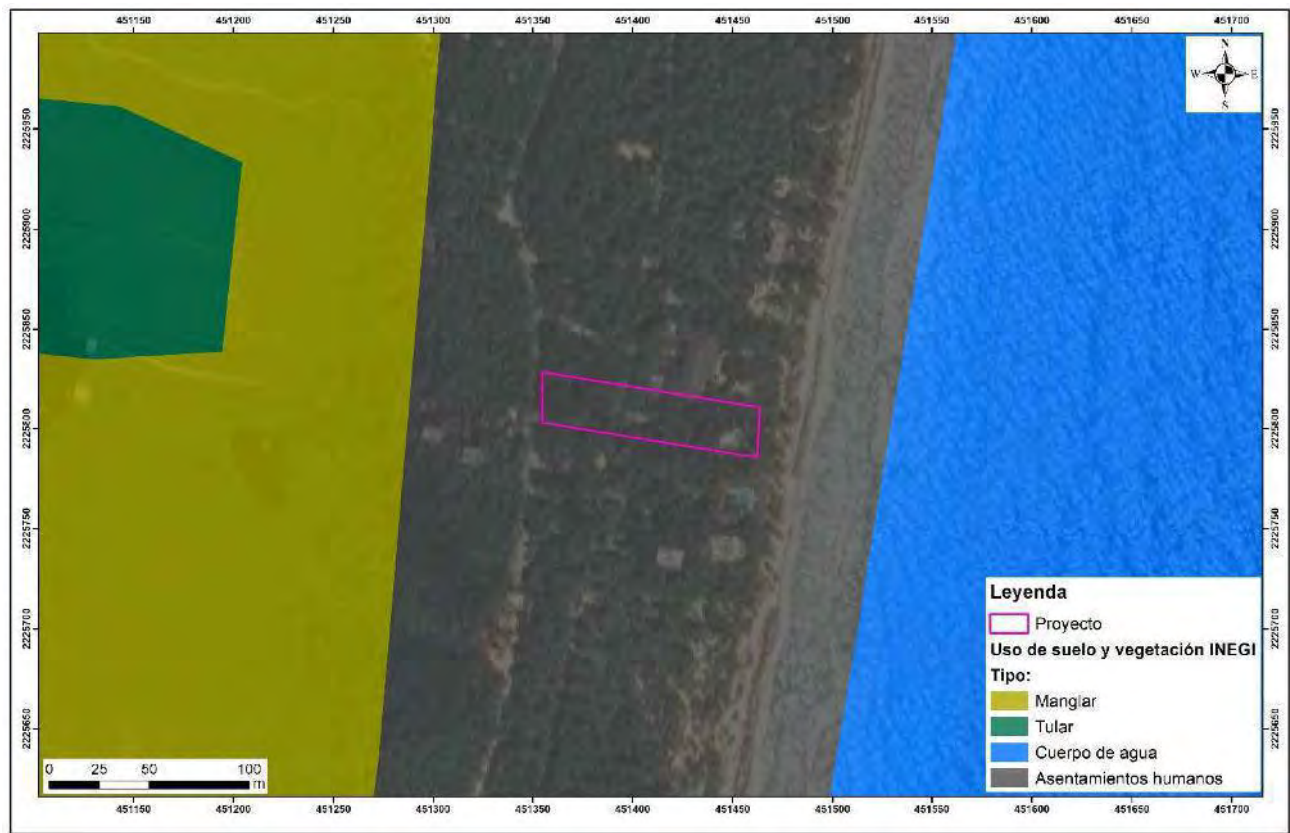
**Figura 4. 42. Porcentaje por tipo de vegetación dentro del AI**

#### *Área de proyecto*

En el Área de proyecto conforme a la carta de uso y suelo de la vegetación INEGI (2017), las vegetaciones presentes son:

1. Asentamiento humano

A continuación, en la figura siguiente se presenta la clasificación de la vegetación del AP, conforme a la carta de uso y suelo de la vegetación de INEGI serie VII.



**Figura 4. 43. Tipos de vegetación con base a la clasificación espectral, dentro del AP**

Conforme a la clasificación espectral de la vegetación llevada a cabo, dentro del AP se presentan 1 tipos de vegetación el cual es el siguiente:

Dentro del AP se presentan 1 tipo de vegetación el cual es el siguiente:

1. Manglar

La distribución de cada tipo de vegetación con base al trabajo de campo y el tratamiento de la imagen digital, se presenta en la siguiente figura.



**Figura 4. 44. Tipos de vegetación con base a la clasificación espectral, dentro del AP**

Cabe de destacar que, aunque la clasificación espectral de la vegetación de la zona del proyecto, conforme a la firma espectral lo clasifica como vegetación de manglar, no existen especies distintivas de la vegetación tal es el caso de las especies *Conocarpus erectus* "Mangle bolita", *Laguncularia racemosa* " Mangle blanco ", *Avicennia germinans* " Mangle prieto y *Rhizophora mangle* "Mangle rojo". Las especies que se encuentran en ella con una alta dominancia y abundancia es la especie *Cocos nucifera* conocida como "Palma de Cocos" o "Cocotero" la cual es introducida al igual que algunas que otro tipo de especies introducidas de uso ornamental.

A continuación, se presenta la superficie de cada tipo de vegetación dentro del AP y la figura del porcentaje de cada uno respecto al área total.

**Tabla 4. 10 Superficie por tipo de vegetación dentro del Área de Influencia**

N°	Tipo de vegetación	Superficie ha
1	Manglar	0.2458
2	Sin vegetación aparente	0.0178
3	Actividad antrópica	0.1220
Total		0.3856





**Figura 4. 45. Porcentaje por tipo de vegetación dentro del AP**

Al igual se agregan unas figuras del área del proyecto.





**Figura 4. 46. Especies vegetales presentes dentro del AP**



**Figura 4. 47. Especies vegetales presentes dentro del AP**





**Figura 4. 48. Especies vegetales presentes dentro del AP**





**Figura 4. 49. Especies vegetales presentes dentro del AP**





**Figura 4. 50. Especies vegetales presentes dentro del AP**

Como se pueden observar en las imágenes la vegetación de mangle no existe en el área del proyecto, realmente lo que se llega a observar, así como a registrar de especies presentes en el área del proyecto con un alta abundancia y dominancia es la especie *Cocos nucifera* conocida como "Palma de Cocos" o "Cocotero" la cual es introducida al igual que otro tipo de especies introducidas de uso ornamental.

La descripción general la vegetación presente en las tres áreas se detalla a continuación.

#### *Mangla*

El ecosistema manglar se ubica en las regiones tropicales o templadas, en las desembocaduras de ríos y arroyos.

Las especies que habitan en el manglar son plantas leñosas que crecen en condiciones de alta salinidad, suelos fangosos pobres en oxígeno, altas temperaturas, mareas extremas y vientos fuertes.

Las cuatro especies de mangle que tiene nuestro país son: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle prieto (*Avicennia germinans*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

Dos especies más (*Avicennia bicolor* y *Rhizophora harrisonii*) se encuentran únicamente en Chiapas y Oaxaca, pero sus poblaciones son muy reducidas. Para el caso del presente estudio las especies de mangle presentes son: *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*.

### *Vegetación del proyecto*

Para el caso del Área del Proyecto las especies presentes en su mayoría son especies introducidas de uso ornamental, y algunas que no son especies características de la vegetación de mangle las cuales son: *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*. La especie con una alta dominancia y abundancia es la especie *Cocos nucifera* conocida como "Palma de Cocos" o "Cocotero" y *Thrinax radiata* con algunos pocos individuos arbóreos los cuales se encuentran a las orillas de la zona del proyecto y no serán tocadas ni modificadas de su sitio.

Aunado a lo anterior, dentro del SA y AI esta comunidad con vegetación de Manglar se encuentra bien representada, en comparación con el Área del Proyecto donde las especies de Mangle son nulas, al ser una zona en transición a la costa, encontrándose algunas especies de Palmas y especies introducidas por la actividad antrópica con un nivel de disturbio con la presencia de especies características tales como: *Megathyrus maximus* y *Dactyloctenium aegyptium*, así como especies introducidas por el hombre las cuales son de uso ornamental y no son características de la vegetación, tales como: *Sansevieria hyacinthoides*, *Terminalia catappa*, *Cyperus alternifolius* y *Vitex trifolia* al igual la especie *Cocos nucifera* la cual es de uso antrópico para el consumo de su fruto el COCO.

Dentro de este tipo de vegetación se registraron dos especies bajo la categoría de la NOM-059, las cuales se distribuyen en las áreas de estudio. Las especies son:

*Thrinax radiata*, *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, bajo la protección de Amenazada (A)

Dentro del Sistema ambiental se distribuyen las especies de *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*.

Dentro del Área de influencia se distribuyen las especies de *Conocarpus erectus*, *Avicennia germinans* y *Thrinax radiata*.

Dentro del Área de proyecto solo se distribuyen la especie de *Thrinax radiata*, La cual se mantendrá bajo la protección de la zona sin ser tocada o modificada de su lugar.



### Composición florística (Riqueza de especies)

#### Sistema ambiental

La riqueza florística del SA, incluye 9 familias, 12 géneros y 12 especies de plantas vasculares. A continuación, se presenta el listado de especies registradas e identificadas para el Sistema Ambiental.

**Tabla 4. 11 Listado de especies presentes dentro del SA**

N.	Familia	Género	Nombre Científico	Autor	Nombre común
1	Acanthaceae	Avicennia	<i>Avicennia germinans</i>	(L.) L.	Mangle prieto
2	Anacardiaceae	Metopium	<i>Metopium brownei</i>	(Jacq.) Urb.	Chechen prieto
3	Areaceae	Cocos	<i>Cocos nucifera</i>	L.	Cocotera
4		Thrinax	<i>Thrinax radiata</i>	Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Guano de costa o Palma Chit
5	Asteraceae	Ambrosia	<i>Ambrosia hispida</i>	Pursh	S/N
6	Combretaceae	Conocarpus	<i>Conocarpus erectus</i>	L.	Mangle botoncillo
7		Laguncularia	<i>Laguncularia racemosa</i>	(L.) C.F. Gaertn.	Mangle blanco
8		Terminalia	<i>Terminalia catappa</i>	L.	Almendra Malabar
9	Cucurbitaceae	Melothria	<i>Melothria pendula</i>	L.	Sandía de Ratón
10	Cyperaceae	Cyperus	<i>Cyperus planifolius</i>	Rich.	Xtup-Suk
11	Goodeniaceae	Scaevola	<i>Scaevola taccada</i>	(Gaertn.) Roxb.	Mokal de la India
12	Rhizophoraceae	Rhizophora	<i>Rhizophora mangle</i>	L.	Mangle colorado

#### Área de influencia

La riqueza florística del AI, incluye 18 familias, 21 géneros y 21 especies de plantas vasculares. A continuación, se presenta el listado de especies registradas e identificadas para el Sistema Ambiental.

**Tabla 4. 12 Listado de especies presentes dentro del AI**

N.	Familia	Género	Nombre Científico	Autor	Nombre común
1	Acanthaceae	Avicennia	<i>Avicennia germinans</i>	(L.) L.	Mangle prieto
2	Amaryllidaceae	Hymenocallis	<i>Hymenocallis littoralis</i>	(Jacq.) Salisb.	Azucena de agua
3	Anacardiaceae	Metopium	<i>Metopium brownei</i>	(Jacq.) Urb.	Chechen prieto
4	Areaceae	Cocos	<i>Cocos nucifera</i>	L.	Cocotera

N.	Familia	Género	Nombre Científico	Autor	Nombre común
5		Thrinax	<i>Thrinax radiata</i>	Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Guano de costa o Palma Chit
6	Asparagaceae	Sansevieria	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	(L.) Druce	Espada sudafricana
7	Asteraceae	Ageratum	<i>Ageratum gaumeri</i>	B.L. Rob.	Flor de San Juan
8	Asteraceae	Bidens	<i>Bidens odorata</i>	Cav.	Aceitilla
9	Combretaceae	Conocarpus	<i>Conocarpus erectus</i>	L.	Mangle botoncillo
10	Cyperaceae	Cyperus	<i>Cyperus planifolius</i>	Rich.	Xtup-Suk
11	Fabaceae	Canavalia	<i>Canavalia rosea</i>	(Sw.) DC.	Frijol de playa
12	Goodeniaceae	Scaevola	<i>Scaevola taccada</i>	(Gaertn.) Roxb.	Mokal de la India
13	Oleaceae	Forestiera	<i>Forestiera spp.</i>	L.	S/N
14	Orchidaceae	Myrmecophila	<i>Myrmecophila christinae</i>	Carnevali & Gómez-Juárez	S/N
15	Poaceae	Cenchrus	<i>Cenchrus echinatus</i>	L.	Zacate cadillo
16		Eustachys	<i>Eustachys petraea</i>	(Sw.) Desv.	S/N
17		Megathyrsus	<i>Megathyrsus maximus</i>	(Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs	S/N
18	Polygonaceae	Coccoloba	<i>Coccoloba uvifera</i>	(L.) L.	Uvero
19	Rhizophoraceae	Rhizophora	<i>Rhizophora mangle</i>	L.	Mangle colorado
20	Rubiaceae	Morinda	<i>Morinda citrifolia</i>	L.	Noni asiático
21	Verbenaceae	Lantana	<i>Lantana camara</i>	L.	Cinco negritos

### Área de Proyecto

La riqueza florística del AP, incluye 20 familias, 24 géneros y 26 especies de plantas vasculares. A continuación, se presenta el listado de especies registradas e identificadas para el Sistema Ambiental.

**Tabla 4. 13 Listado de especies presentes dentro del SA**

N.	Familia	Género	Nombre Científico	Autor	Nombre común
1	Amaryllidaceae	Hymenocallis	<i>Hymenocallis littoralis</i>	(Jacq.) Salisb.	Azucena de agua
2	Anacardiaceae	Metopium	<i>Metopium brownei</i>	(Jacq.) Urb.	Chechen prieto

N.	Familia	Género	Nombre Científico	Autor	Nombre común
3	Areaceae	Cocos	<i>Cocos nucifera</i>	L.	Cocotera
4		Thrinax	<i>Thrinax radiata</i>	Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Guano de costa o Palma Chit
5	Asparagaceae	Sansevieria	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	(L.) Druce	Espada sudafricana
6	Asteraceae	Bidens	<i>Bidens odorata</i>	Cav.	Aceitilla
7		Flaveria	<i>Flaveria aff. linearis</i>	Lag.	S/N
8		Viguiera	<i>Viguiera dentata</i>	(Cav.) Spreng.	Chamiso
9	Combretaceae	Terminalia	<i>Terminalia catappa</i>	L.	Almendro Malabar
10	Cyperaceae	Cyperus	<i>Cyperus alternifolius</i>	L.	Paragüitas de Madagascar
11			<i>Cyperus planifolius</i>	Rich.	Xtup-Suk
12	Euphorbiaceae	Euphorbia	<i>Euphorbia cozumelensis</i>	Millsp.	S/N
13			<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i>	Jacq.	Alfombra de arena costera
14	Goodeniaceae	Scaevola	<i>Scaevola taccada</i>	(Gaertn.) Roxb.	Mokal de la India
15	Lamiaceae	Callicarpa	<i>Callicarpa aff. acuminata</i>	Kunth	Granadillo
16	Lamiaceae	Vitex	<i>Vitex trifolia</i>	L.	S/N
17	Moraceae	Ficus	<i>Ficus maxima</i>	Mill.	S/N
18	Nyctaginaceae	Bougainvillea	<i>Bougainvillea glabra</i>	Choisy	Bugambilia mamey
19	Nymphaeaceae	Nymphaea	<i>Nymphaea ampla</i>	(Salisb.) DC.	Flor de agua
20	Phyllanthaceae	Astrocasia	<i>Astrocasia aff. tremula</i>	(Griseb.) G.L. Webster	Trompillo
21	Poaceae	Dactyloctenium	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	(L.) Willd.	Pasto pata de pollo
22		Megathyrsus	<i>Megathyrsus maximus</i>	(Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs	S/N
23	Polygonaceae	Coccoloba	<i>Coccoloba uvifera</i>	(L.) L.	Uvero
24	Sapotaceae	Manilkara	<i>Manilkara aff. Chicle</i>	(Pittier) Gilly	Chichozapote
25	Simaroubaceae	Simarouba	<i>Simarouba amara</i>	Aubl.	Aceituna
26	Verbenaceae	Lantana	<i>Lantana camara</i>	L.	Cinco negritos

### *Especies registradas en los muestreos y enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010*

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM-059) establece la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre, así como las categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de categoría.

A continuación, se presentan las especies vegetales en alguna categoría, dentro de cada área de análisis.

**Tabla 4. 14 Especies en SA, AI y AP bajo alguna categoría en la NOM-059**

N°	Área de estudio	Especie	Nombre común	NOM-059	Endémica a México
1	SA-AI	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	A	NO
2	SA	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	A	NO
3	SA-AI	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	A	NO
4	SA-AI	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle prieto	A	NO
5	AI-AP	<i>Thrinax radiata</i>	Guano de costa o Palma Chit	A	NO

### *Estructura de la vegetación*

El análisis de los datos ecológicos de la vegetación del SA, AI y AP, se realizó por tipo de vegetación y por estrato, así mismo, se calcularon datos de relevancia ecológica, los cuales son: Densidad Absoluta y Relativa, Dominancia Absoluta y Relativa, Frecuencia Absoluta y Relativa.

Estos resultados a su vez permitieron obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual fue propuesto por Cottam y Curtis (1956), define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura ecológica del ecosistema, con lo que se define cuales especies son las más importantes.

A continuación, se presentan los resultados de los cálculos estructurales ecológicos de las áreas de estudio, para cada tipo de vegetación y por estrato, con base en el trabajo de campo.

#### *Sistema ambiental*

#### *Manglar*

#### *Estrato arbóreo*

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos calculados para el estrato arbóreo del tipo de vegetación Manglar dentro del SA.

**Tabla 4. 15 Datos ecológicos del estrato arbóreo del Manglar presente en SA**



ID	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs ha	Rel %	Abs m <sup>2</sup>	Rel %	Abs n	Rel %	
1	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle colorado	116	2320.00	67.05	216.00	58.70	3.00	17.65	143.39
2	<i>Thrinax radiata</i>	Guano de costa	39	780.00	22.54	79.70	21.66	4.00	23.53	67.73
3	<i>Metopium brownei</i>	Chechen prieto	6	120.00	3.47	20.00	5.43	2.00	11.76	20.67
4	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	4	80.00	2.31	22.00	5.98	2.00	11.76	20.06
5	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotera	4	80.00	2.31	15.00	4.08	2.00	11.76	18.15
6	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	2	40.00	1.16	4.80	1.30	2.00	11.76	14.23
7	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle prieto	1	20.00	0.58	6.00	1.63	1.00	5.88	8.09
8	<i>Terminalia catappa</i>	Almendra Malabar	1	20.00	0.58	4.50	1.22	1.00	5.88	7.68
<b>Total</b>			<b>173</b>	<b>3460.00</b>	<b>100.00</b>	<b>368.00</b>	<b>100.00</b>	<b>17.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de valor de importancia										

El valor de importancia más alto en el estrato arbóreo de la vegetación de Mangle lo presente la especie *Rhizophora mangle* "Mangle colorado" lo cual se debe a su alto valor de densidad y dominancia. Era de esperar que la especie "Mangle colorado" presentara el mayor valor de importancia, al ser una especie característica de la vegetación, por lo que se puede concluir que la vegetación se encuentra estable.

#### Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos calculados para el estrato arbustivo del tipo de vegetación Manglar dentro del SA.

**Tabla 4. 16 Datos ecológicos del estrato arbustivo del Manglar presente en SA**

ID	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs ha	Rel %	Abs m <sup>2</sup>	Rel %	Abs n	Rel %	
1	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle colorado	46	1533.33	34.33	30.20	31.07	2.00	25.00	90.40
2	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	55	1833.33	41.04	32.00	32.92	1.00	12.50	86.47
3	<i>Thrinax radiata</i>	Guano de costa	22	733.33	16.42	26.50	27.26	1.00	12.50	56.18
4	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotera	4	133.33	2.99	2.40	2.47	1.00	12.50	17.95
5	<i>Cyperus planifolius</i>	Xtup-Suk	3	100.00	2.24	2.10	2.16	1.00	12.50	16.90
6	<i>Scaevola taccada</i>	Mokal de la India	2	66.67	1.49	2.00	2.06	1.00	12.50	16.05
7	<i>Terminalia catappa</i>	Almendra Malabar	2	66.67	1.49	2.00	2.06	1.00	12.50	16.05
<b>Total</b>			<b>134</b>	<b>4466.67</b>	<b>100.00</b>	<b>97.20</b>	<b>100.00</b>	<b>8.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de valor de importancia										

El valor de importancia más alto en el estrato arbóreo de la vegetación de Mangle lo presente la especie *Rhizophora mangle* "Mangle colorado", seguido de *Laguncularia racemosa* "Mangle blanco" lo cual se debe a su alto valor de densidad y dominancia. Era de esperar que la especie "Mangle colorado" presentara el mayor valor de importancia, al ser una especie característica de la vegetación, por lo que se puede concluir que la vegetación se encuentra estable.

#### Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos calculados para el estrato arbustivo del tipo de vegetación Manglar dentro del SA.

**Tabla 4. 17 Datos ecológicos del estrato herbáceo del Manglar presente en SA**

ID	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs ha	Rel %	Abs m2	Rel %	Abs n	Rel %	
1	<i>Ambrosia hispida</i>	S/N	75	3750.00	98.68	60.00	96.77	1.00	50.00	245.46
2	<i>Melothria pendula</i>	Sandía de Ratón	1	50.00	1.32	2.00	3.23	1.00	50.00	54.54
<b>Total</b>			<b>76</b>	<b>3800.00</b>	<b>100.00</b>	<b>62.00</b>	<b>100.00</b>	<b>2.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de valor de importancia										

#### Área de Influencia

#### Manglar

#### Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos calculados para el estrato arbóreo del tipo de vegetación Manglar dentro del AI.

**Tabla 4. 18 Datos ecológicos del estrato arbóreo del Manglar presente en AI**

ID	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs ha	Rel %	Abs m2	Rel %	Abs n	Rel %	
1	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle colorado	507	10140.00	89.58	771.00	81.50	2.00	16.67	187.74
2	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	25	500.00	4.42	84.00	8.88	3.00	25.00	38.30
3	<i>Thrinax radiata</i>	Guano de costa	13	260.00	2.30	26.00	2.75	2.00	16.67	21.71
4	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle prieto	13	260.00	2.30	39.00	4.12	1.00	8.33	14.75
5	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotera	2	40.00	0.35	12.00	1.27	1.00	8.33	9.96
6	<i>Forestiera spp.</i>	S/N	4	80.00	0.71	8.00	0.85	1.00	8.33	9.89
7	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uvero	1	20.00	0.18	3.00	0.32	1.00	8.33	8.83
8	<i>Metopium brownei</i>	Chechen prieto	1	20.00	0.18	3.00	0.32	1.00	8.33	8.83

ID	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs ha	Rel %	Abs m2	Rel %	Abs n	Rel %	
Total			566.00	11320.00	100.00	946.00	100.00	12.00	100.00	300.00
N= Individuos del muestreo total, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = índice de valor de importancia										

El valor de importancia más alto en el estrato arbóreo de la vegetación de Mangle lo presente la especie *Rhizophora mangle* "Mangle colorado", seguido de *Conocarpus erectus* "Mangle botoncillo" lo cual se debe a su alto valor de densidad y dominancia. Era de esperar que la especie "Mangle colorado" presentara el mayor valor de importancia, al ser una especie característica de la vegetación, por lo que se puede concluir que la vegetación se encuentra estable.

#### Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos calculados para el estrato arbustivo del tipo de vegetación Manglar dentro del AI.

**Tabla 4. 19 Datos ecológicos del estrato arbustivo del Manglar presente en AI**

ID	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs ha	Rel %	Abs m2	Rel %	Abs n	Rel %	
1	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	3010	75250.00	68.80	308.00	57.29	1.00	8.33	134.43
2	<i>Thrinax radiata</i>	Guano de costa	563	14075.00	12.87	90.00	16.74	1.00	8.33	37.94
3	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle prieto	500	12500.00	11.43	50.00	9.30	1.00	8.33	29.06
4	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle colorado	228	5700.00	5.21	46.80	8.71	1.00	8.33	22.25
5	<i>Scaevola taccada</i>	Mokal de la India	21	525.00	0.48	19.80	3.68	2.00	16.67	20.83
6	<i>Cyperus planifolius</i>	Xtup-Suk	18	450.00	0.41	12.60	2.34	1.00	8.33	11.09
7	<i>Myrmecophila christinae</i>	S/N	20	500.00	0.46	4.00	0.74	1.00	8.33	9.53
8	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotera	8	200.00	0.18	1.60	0.30	1.00	8.33	8.81
9	<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	1	25.00	0.02	2.00	0.37	1.00	8.33	8.73
10	<i>Morinda citrifolia</i>	Noni asiático	1	25.00	0.02	1.80	0.33	1.00	8.33	8.69
11	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	Espada sudafricana	5	125.00	0.11	1.00	0.19	1.00	8.33	8.63
Total			4375.00	109375.00	100.00	537.60	100.00	12.00	100.00	300.00
N= Individuos del muestreo total, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = índice de valor de importancia										

El valor de importancia más alto en el estrato arbóreo de la vegetación de Mangle lo presente la especie *Conocarpus erectus* "Mangle botoncillo", seguido de *Thrinax radiata* y por debajo dos especies de mangle *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle* los cuales se debe a su alto valor de densidad y dominancia. Era de esperar que la especie "Mangle colorado". Al presentar un alto valor

de importancia las especies características de los manglares se puede concluir que la vegetación se encuentra estable.

#### Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos calculados para el estrato arbustivo del tipo de vegetación Manglar dentro del AI.

**Tabla 4. 20 Datos ecológicos del estrato herbáceo del Manglar presente en AI**

ID	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs ha	Rel %	Abs m2	Rel %	Abs n	Rel %	
1	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Azucena de agua	606	30300.00	71.89	121.20	65.87	2.00	25.00	162.76
2	<i>Megathyrsus maximus</i>	S/N	120	6000.00	14.23	24.00	13.04	1.00	12.50	39.78
3	<i>Cenchrus echinatus</i>	Zacate cadillo	50	2500.00	5.93	10.00	5.43	1.00	12.50	23.87
4	<i>Ageratum gaumeri</i>	Flor de San Juan	28	1400.00	3.32	11.20	6.09	1.00	12.50	21.91
5	<i>Eustachys petraea</i>	S/N	25	1250.00	2.97	10.00	5.43	1.00	12.50	20.90
6	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa	6	300.00	0.71	6.00	3.26	1.00	12.50	16.47
7	<i>Bidens odorata</i>	Aceitilla	8	400.00	0.95	1.60	0.87	1.00	12.50	14.32
<b>Total</b>			<b>843.00</b>	<b>42150.00</b>	<b>100.00</b>	<b>184.00</b>	<b>100.00</b>	<b>8.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, n = Individuos, Abs = Absoluta, Rel = Relativa										

#### Área de Proyecto

#### Manglar

#### Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos calculados para el estrato arbóreo del tipo de vegetación Manglar dentro del AP.

**Tabla 4. 21 Datos ecológicos del estrato arbóreo del Manglar presente en AP**

ID	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs ha	Rel %	Abs m2	Rel %	Abs n	Rel %	
1	<i>Thrinax radiata</i>	Guano de costa	64	1066.67	55.65	133.30	45.17	6.00	24.00	124.82
2	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uvero	18	300.00	15.65	51.70	17.52	4.00	16.00	49.17
3	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotera	11	183.33	9.57	48.00	16.27	4.00	16.00	41.83
4	<i>Ficus maxima</i>	S/N	7	116.67	6.09	25.00	8.47	1.00	4.00	18.56
5	<i>Vitex trifolia</i>	S/N	7	116.67	6.09	13.00	4.41	2.00	8.00	18.49



ID	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs ha	Rel %	Abs m2	Rel %	Abs n	Rel %	
6	<i>Metopium brownei</i>	Chechen prieto	2	33.33	1.74	3.00	1.02	2.00	8.00	10.76
7	<i>Astrocasia aff. tremula</i>	Trompillo	1	16.67	0.87	6.00	2.03	1.00	4.00	6.90
8	<i>Bougainvillea glabra</i>	Bugambilia mamey	1	16.67	0.87	4.00	1.36	1.00	4.00	6.23
9	<i>Simarouba amara</i>	Aceituna	1	16.67	0.87	4.00	1.36	1.00	4.00	6.23
10	<i>Manilkara aff. Chicle</i>	Chichozapote	1	16.67	0.87	3.50	1.19	1.00	4.00	6.06
11	<i>Terminalia catappa</i>	Almendra Malabar	1	16.67	0.87	2.00	0.68	1.00	4.00	5.55
12	<i>Callicarpa aff. acuminata</i>	Granadillo	1	16.67	0.87	1.60	0.54	1.00	4.00	5.41
<b>Total</b>			<b>115</b>	<b>1916.67</b>	<b>100.00</b>	<b>295.10</b>	<b>100.00</b>	<b>25.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia										

Las especies que presenta en mayor valor de importancia en el estrato arbóreo es *Thrinax radiata*, seguido de *Coccoloba uvifera* y *Cocos nucifera*, las cuales no son especies características de los manglares, algunas de las especies presentes son nativas, pero en su mayoría son introducidas de mayor uso ornamental.

#### Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos calculados para el estrato arbustivo del tipo de vegetación Manglar dentro del AP.

**Tabla 4. 22 Datos ecológicos del estrato arbustivo del Manglar presente en AP**

ID	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs ha	Rel %	Abs m2	Rel %	Abs n	Rel %	
1	<i>Thrinax radiata</i>	Guano de costa	1051	17516.67	75.94	163.90	33.32	6.00	25.00	134.26
2	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotera	58	966.67	4.19	138.50	28.16	5.00	20.83	53.18
3	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	Espada sudafricana	180	3000.00	13.01	90.00	18.30	1.00	4.17	35.47
4	<i>Cyperus planifolius</i>	Xtup-Suk	64	1066.67	4.62	47.00	9.55	2.00	8.33	22.51
5	<i>Scaevola taccada</i>	Mokal de la India	12	200.00	0.87	21.10	4.29	2.00	8.33	13.49
6	<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	5	83.33	0.36	9.20	1.87	2.00	8.33	10.56
7	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uvero	3	50.00	0.22	3.70	0.75	2.00	8.33	9.30
8	<i>Cyperus alternifolius</i>	Paragüitas de Madagascar	8	133.33	0.58	12.00	2.44	1.00	4.17	7.18
9	<i>Metopium brownei</i>	Chechen prieto	1	16.67	0.07	4.00	0.81	1.00	4.17	5.05
10	<i>Vitex trifolia</i>	S/N	1	16.67	0.07	1.50	0.30	1.00	4.17	4.54

ID	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs ha	Rel %	Abs m2	Rel %	Abs n	Rel %	
11	<i>Simarouba amara</i>	Aceituna	1	16.67	0.07	1.00	0.20	1.00	4.17	4.44
<b>Total</b>			<b>1384</b>	<b>23066.67</b>	<b>100.00</b>	<b>491.90</b>	<b>100.00</b>	<b>24.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia										

Las especies que presenta en mayor valor de importancia en el estrato arbóreo es *Thrinax radiata*, seguido por *Cocos nucifera* y *Sansevieria hyacinthoides* las cuales no son especies características de los manglares, algunas de las especies presentes son nativas, pero en su mayoría son introducidas de mayor uso ornamental.

#### Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos calculados para el estrato arbustivo del tipo de vegetación Manglar dentro del AP.

**Tabla 4. 23 Datos ecológicos del estrato herbáceo del Manglar presente en AP**

ID	Nombre científico	Nombre común	N	Densidad		Dominancia		Frecuencia		IVI
				Abs ha	Rel %	Abs m2	Rel %	Abs n	Rel %	
1	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Pasto pata de pollo	290	5800.00	64.30	76.00	75.40	2.00	16.67	156.37
2	<i>Megathyrsus maximus</i>	S/N	70	1400.00	15.52	14.00	13.89	1.00	8.33	37.74
3	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Azucena de agua	40	800.00	8.87	4.00	3.97	1.00	8.33	21.17
4	<i>Bidens odorata</i>	Aceitilla	11	220.00	2.44	2.00	1.98	2.00	16.67	21.09
5	<i>Euphorbia cozumelensis</i>	S/N	12	240.00	2.66	1.20	1.19	2.00	16.67	20.52
6	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	10	200.00	2.22	1.50	1.49	1.00	8.33	12.04
7	<i>Flaveria aff. linearis</i>	S/N	8	160.00	1.77	0.80	0.79	1.00	8.33	10.90
8	<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i>	Alfombra de arena costera	7	140.00	1.55	0.70	0.69	1.00	8.33	10.58
9	<i>Nymphaea ampla</i>	Flor de agua	3	60.00	0.67	0.60	0.60	1.00	8.33	9.59
<b>Total</b>			<b>451</b>	<b>9020.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.80</b>	<b>100.00</b>	<b>12.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
N= Individuos del muestreo total, Abs = Absoluta, Rel = Relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia										

#### Diversidad de la vegetación

Además de la riqueza específica (S) la cual es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, (número de especies presentes), se calculó el índice mediante el Índices de equidad, Shannon o índice de Shannon-Wiener, el cual mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de cada estrato de cada tipo de vegetación, ya que este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia de todas las especies de la muestra de comunidad. Por lo tanto, a mayor valor del índice de Shannon, la uniformidad en los

valores refleja una distribución equilibrada de las especies, y por lo tanto una buena diversidad de especies, sin embargo, al arrojar valores en cero o cerca del cero cuando la diversidad es baja y existe presencia solo de una o unas cuantas especies.

#### Sistema Ambiental

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la diversidad de la vegetación de Mangle presente en el Sistema ambiental, conforme al índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener.

#### Mangle

En la siguiente tabla se presentan los índices de diversidad calculados por estrato, para el tipo de vegetación Mangle.

**Tabla 4. 24 Datos ecológicos de diversidad de la vegetación de Mangle en el SA**

Árboreo		Arbustivo		Herbáceo	
Párametro	Valor	Párametro	Valor	Párametro	Valor
Riqueza (S)	<b>8</b>	Riqueza (S)	<b>7</b>	Riqueza (S)	<b>2</b>
H Calculada	<b>1.00</b>	H Calculada	<b>1.34</b>	H Calculada	<b>0.07</b>
H max = Ln S	<b>2.08</b>	H max = Ln S	<b>1.95</b>	H max = Ln S	<b>0.69</b>
Equidad = H/Hmax	<b>0.48</b>	Equidad = H/Hmax	<b>0.69</b>	Equidad = H/Hmax	<b>0.10</b>

Los resultados obtenidos del índice de diversidad calculada resultaron altos para el estrato arbustivo en el cual la dominancia y abundancia lo presenta las especies de Mangle las cuales son características de la vegetación, seguido del arbóreo con una mediana abundancia y dominancia de especies de mangles, la equidad máxima lo obtuvo el estrato arbustivo, seguido del arbóreo los cuales conforme a los parámetros los valores cuando son cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 representa la dominancia de una sola especie, por tanto, el estrato arbóreo presenta la dominancia mayor de la especie *Rhizophora mangle* y el estrato arbustivo un equilibrio regular con la abundancia equilibrada entre sus especies de mangle. La diversidad promedio con base en el índice de Shannon es de **0.80**.

#### Área de Influencia

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la diversidad de la vegetación de Mangle presente en el Área de Influencia, conforme al índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener.

#### Mangle

En la siguiente tabla se presentan los índices de diversidad calculados por estrato, para el tipo de vegetación Mangle.

**Tabla 4. 25 Datos ecológicos de diversidad de la vegetación de Mangle en AI**

Árboreo		Arbustivo		Herbáceo	
Párametro	Valor	Párametro	Valor	Párametro	Valor
Riqueza (S)	<b>8</b>	Riqueza (S)	<b>11</b>	Riqueza (S)	<b>7</b>
H Calculada	<b>0.49</b>	H Calculada	<b>1.01</b>	H Calculada	<b>0.97</b>
H max = Ln S	<b>2.08</b>	H max = Ln S	<b>2.40</b>	H max = Ln S	<b>1.95</b>
Equidad = H/Hmax	<b>0.24</b>	Equidad = H/Hmax	<b>0.42</b>	Equidad = H/Hmax	<b>0.50</b>

Los resultados obtenidos del índice de diversidad calculada resultaron altos para el estrato arbóreo en el cual la dominancia y abundancia lo presenta las especies de Mangle las cuales son características de la vegetación, la equidad máxima lo obtuvo el estrato herbáceo, seguido del arbustivo los cuales conforme a los parámetros los valores cuando son cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 representa la dominancia de una sola especie, por tanto, el estrato arbóreo presenta la dominancia mayor de la especie Mangles, las cuales son características de la vegetación el estrato arbustivo un equilibrio regular con una alta abundancia de especies de mangle. La diversidad promedio con base en el índice de Shannon es de **0.82**.

#### Área de proyecto

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la diversidad de la vegetación de Mangle presente en el Área de proyecto conforme al índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener.

#### Mangle

En la siguiente tabla se presentan los índices de diversidad calculados por estrato, para el tipo de vegetación Mangle.

**Tabla 4. 26 Datos ecológicos de diversidad de la vegetación de Mangle en AP**

Árboreo		Arbustivo		Herbáceo	
Párametro	Valor	Párametro	Valor	Párametro	Valor
Riqueza (S)	<b>12</b>	Riqueza (S)	<b>11</b>	Riqueza (S)	<b>9</b>
H Calculada	<b>1.50</b>	H Calculada	<b>0.87</b>	H Calculada	<b>1.23</b>
H max = Ln S	<b>2.48</b>	H max = Ln S	<b>2.40</b>	H max = Ln S	<b>2.20</b>
Equidad = H/Hmax	<b>0.60</b>	Equidad = H/Hmax	<b>0.36</b>	Equidad = H/Hmax	<b>0.56</b>

Los resultados obtenidos del índice de diversidad calculada resultaron altos para el estrato arbóreo en el cual la dominancia y abundancia lo presenta las especies *Thrinax radiata* la cual es una especie de palma, la equidad máxima lo obtuvo el estrato arbóreo, seguido por el estrato herbáceo el cual presenta una abundancia de especies consideradas malezas y otras especies introducidas las cuales son de uso ornamental, cuando son cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 representa la dominancia de una sola especie, por



tanto, el estrato arbóreo presenta la dominancia mayo de la especie *Thrinax radiata*. La diversidad promedio con base en el índice de Shannon es de **1.12**.

### *Conclusión*

La composición y estructura registrada de la vegetación dentro del SA corresponde a la esperada para el tipo de vegetación analizada, dada la predominancia de especies como *Conocarpus erectus* "Mangle bolita", *Laguncularia racemosa* " Mangle blanco ", *Avicennia germinans* " Mangle prieto y *Rhizophora mangle* "Mangle rojo", al igual que en el AI se registraron especies de Mangle las cuales son: *Conocarpus erectus* "Mangle bolita", *Avicennia germinans* " Mangle prieto y *Rhizophora mangle* "Mangle rojo". Para el caso de la vegetación en el área del proyecto no se presentan especies de Mangle, por lo que se descarta la posibilidad de poner en riesgo las especies ya que se encuentran bien representadas y distribuidas tanto en el AI, así como, con mayor diversidad y abundancia de especies de mangle en el SA.

A pesar de que ya mayo riqueza de especies la presenta el AP así como una mayor diversidad, cabe de destacar que en era área no se encuentran distribuidas y registradas ninguna especies de mangle, así como especies características o distintivas de la vegetación, las especies como se menciono anteriormente son especies en su mayoría introducidas de uso ornamental, la única especie que se llega a encontrar bajo una régimen de categoría según la Nom-059 SEMARNAT 2010 es la especie llamada comúnmente como Guano de costa *Thrinax radiata* la cual no será tocada ni modificada de su hábitat natural, al igual este especie se encuentro muy buen distribuida y representada con una mayor abundancia y dominancia en el Área de Influencia.

Respecto al diagnóstico ambiental de la vegetación se concluye que la vegetación analizada en el SA y AI se encuentra en mejores condiciones en comparación con el Área del Proyecto la cual presenta más especies introducidas y no características de la vegetación principal la cual es Manglar.

#### IV.II.II.II Fauna

##### *Metodología de muestreo*

Con el fin de determinar la fauna en el predio del proyecto, se realizaron recorridos tomando registros directos e indirectos de la vertebradofauna, así como con el apoyo de registros bibliográficos para generar el listado faunístico. Los muestreos consistieron en caminar todo el terreno en busca de fauna y/o sus rastros como huellas, mudas, nidos, cadáveres, cantos, excretas, etc.), aunado a esto se realizaron puntos de radio fijo con una amplitud de 20 metros para obtener un mayor registro de aves, lo anterior derivado a que durante la búsqueda de fauna en el predio se realizan movimientos de material forestal y rocas la cual genera ruido que puede intimidar a las aves. A continuación, se presenta la ubicación del predio y los puntos de radio fijo que se realizaron mediante el trabajo de campo y posteriormente se describen las actividades realizadas con la metodología empleada:



**Figura 4. 51. Ubicación del predio donde se realizó la búsqueda de fauna.**



**Figura 4. 52. Ubicación de los puntos de radio fijo.**

Cabe mencionar que se realizaron recorridos no solo al interior del predio, si no también en el área de influencia y sistema ambiental delimitado para el proyecto, esto para obtener mayores registros de la fauna en la zona derivado a la posibilidad de que dicha fauna tenga alguna interacción con el predio y sus colindancias, principalmente las aves que presentan un desplazamiento aéreo y pueden perchar en el arbolado existente en el terreno y/o sus colindancias, sin embargo a continuación, se desglosan las actividades realizadas en el predio como objeto principal del presente estudio:

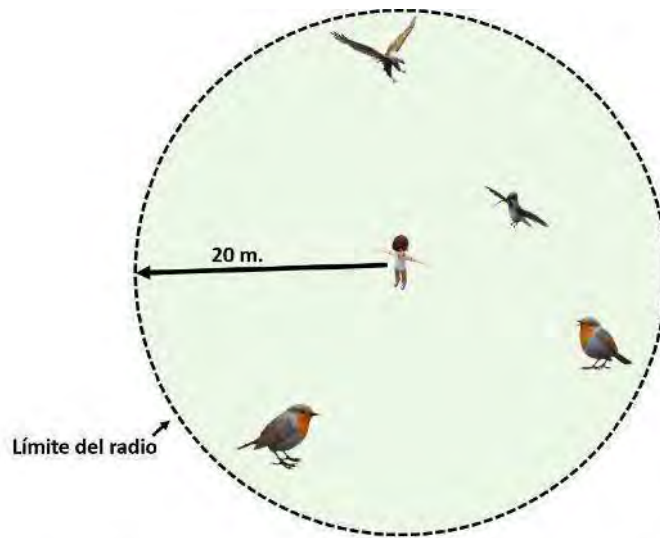
### **Actividades realizadas**

**Búsqueda intensiva:** durante el recorrido del predio se cubre toda la superficie posible sin restricción de movimiento, esto con la finalidad de incrementar la probabilidad de detección del mayor número de especies. Para el caso de los reptiles, anfibios y mamíferos mediante la remoción de rocas, troncos, hojas y ramas, con el fin de buscar en todos los hábitats posibles, aunado a esto a lo largo del recorrido también se registraron los rastros indirectos como plumas, huellas, excretas, nidos, etc.). Cada organismo capturado se determinó a nivel de especie con el apoyo de guías de campo y literatura especializada.

**Puntos de radio fijo:** consistió en detenerse en los diferentes puntos a lo largo del predio para permanecer en silencio y poder registrar todos los animales para determinar las especies, en este tipo de muestreos es necesaria la cautela ya que solo de esa forma el observador puede lograr un acercamiento mayor a los animales. Para el caso de las aves esta es una de las mejores técnicas para realizar observaciones y determinar las especies en ese momento con ayuda de una cámara con



zoom y/o binoculares, a continuación, se representa el radio fijo en el cual se realiza el conteo y determinación de las especies que se aprecian en dicho buffer:



**Figura 4. 53. Representación del punto de radio fijo.**

**Listado de especies:** Es importante mencionar que además de los registros de campo, se realizaron listados de las especies potencialmente presentes dentro del predio y sus colindancias, para esto se revisaron datos y registros realizados con anterioridad en el área y zonas homólogas o aledañas, así mismo se tomaron en cuenta criterios de distribución como latitud, altitud, afinidad biogeográfica, tipo de vegetación, fragmentación del hábitat y la existencia de elementos bióticos y abióticos necesarios para la presencia de las especies, argumentando así una similitud de hábitat y otros factores en la zona. A continuación, se presentan ilustraciones de la metodología utilizada, así como fotografías de las zonas muestreadas:

#### Búsqueda y registro de la fauna



Búsqueda intensiva en el predio y toma de fotografías de la fauna observada



Revisión de elementos potenciales donde la fauna se puede refugiar y/o dejar rastros

## Búsqueda y registro de la fauna



Búsqueda de animales entre oquedades, en el arbolado y nidos sobre las ramas



Búsquedas bajo las rocas y troncos, así como las aves que sobrevuelan el predio



Revisión en cuerpo de agua del predio



Búsqueda de rastros entre arbustos y palmeras



## Búsqueda y registro de la fauna



Búsqueda en la parte posterior del predio en dirección a la playa



Búsqueda en la parte frontal del predio sobre la vialidad de acceso



Búsqueda en la arena



Búsqueda entre la vegetación en el sistema ambiental delimitado



Búsqueda en cuerpos de agua ubicados en el área de influencia



Búsqueda en el área de playa colindante

### Composición faunística (Reptiles, Anfibios, mamíferos y Aves).

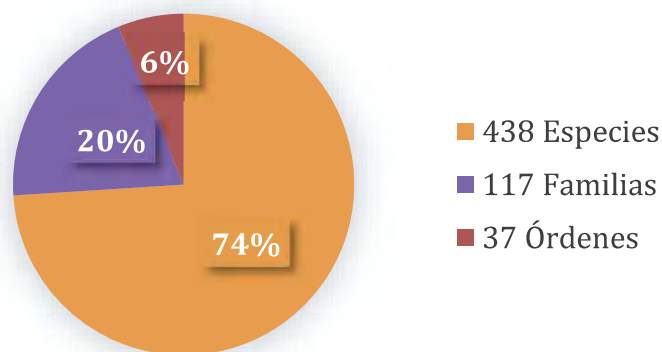
En el sistema ambiental delimitado existen diversas características para que las especies que posteriormente se enlistan puedan alimentarse, refugiarse, reproducirse y desplazarse ya que se cuenta con superficies costeras, cuerpos de agua dulce, vegetación de selva, manglar y de sucesión secundaria que en conjunto generan un mosaico de hábitats para la fauna silvestre en la zona, dicho esto, mediante lo observado en campo y la bibliografía se considera potencialmente un total de 438

especies de los diferentes grupos faunísticos de la vertebradofauna en dicho sistema ambiental delimitado en la cual se encuentra enclavado el predio del proyecto contemplando las condiciones actuales:

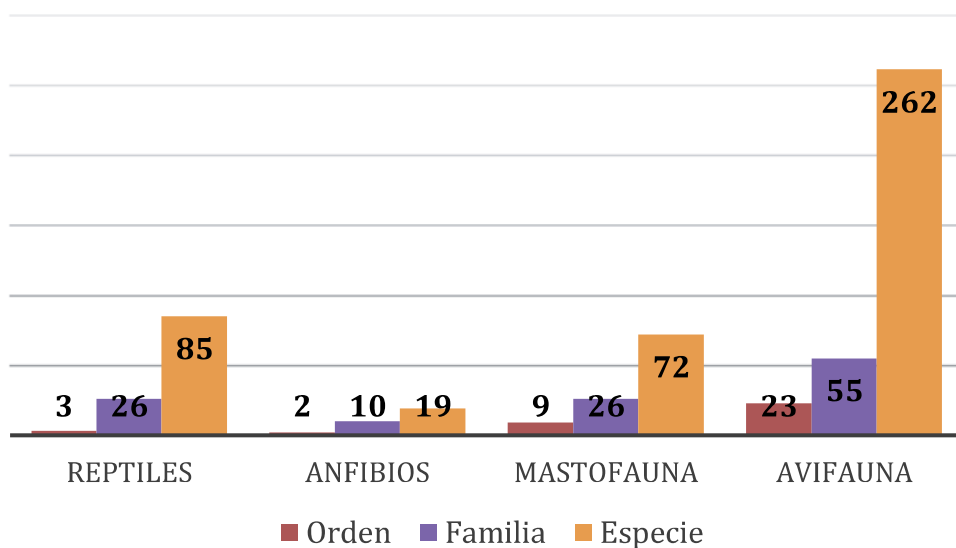
Grupo	Especies
Aves	262
Mamíferos	72
Anfibios	19
Reptiles	85
<b>Totales</b>	<b>438</b>

Como se mencionó anteriormente el sistema ambiental sustenta características variables que forman los hábitats de las especies de fauna silvestre, mismas que se asocian a los tipos de vegetación, humedad, cuerpos de agua y hasta al nivel de perturbación con el que cuenta la zona, lo anterior derivado a que la zona que se analiza se encuentra inmersa en un área que presenta la vegetación original, así como zonas alteradas por la urbanización y/o construcción y diversas actividades antrópicas, sin embargo, la fauna presente en el predio es principalmente las de mayor tolerancia a ruidos, movimientos y en algunos casos olores, en el transcurso del trabajo de campo al interior del predio se observaron invertebrados como lepidópteros, hormigas, arañas y cangrejos, así como vertebrados representativos del grupo de las aves y algunos nidos. Sin embargo al realizar el recorrido al exterior de la propiedad hacia las zonas con mayor cobertura vegetal y presencia de cuerpos de agua dulce se observaron una mayor cantidad de nidos, reptiles entre troncos y piedras, en cuanto a los mamíferos son aún más frecuentes pero poco visibles durante el día a causa de sus hábitos nocturnos principalmente mapaches, zorras, tlacuaches, murciélagos y zorrillos, por la cual en el día solo se pueden observar algunos rastros como huellas, madrigueras y/o excretas en las cercanías del predio como rastro directo de su presencia, sin embargo cabe mencionar que también se observó evidencia del paso de perros que cruzan por la playa en la parte posterior del predio como parte de la fauna doméstica de los visitantes y/o habitantes de la zona.

Derivado de lo observado mediante trabajo de campo, rastros y literatura es posible mencionar que la dominancia del espacio aéreo por el vuelo activo de las aves juega un papel fundamental ya que son organismos que pueden desplazarse de un lugar a otro sin depender de un “corredor biológico continuo” por lo que las aves son el grupo más conspicuo en la zona de estudio, la cercanía del predio con áreas abiertas y cuerpos de agua les permite acceder a otras zonas donde encuentren refugio y/o alimento. Con fundamento en lo antes descrito, la composición faunística de vertebrados registrados aunados a los potenciales en la zona de estudio consiste en 72 especies de mamíferos en la cual se presentan 09 órdenes y 26 familias, los reptiles en 03 órdenes, 26 familias y 85 especies, los anfibios en 02 orden, 10 familias y 19 especies mientras que para las aves se registra un total de 262 especies, incluidas en 55 familias y 23 órdenes. A continuación, se presenta el total de la composición taxonómica de la vertebradofauna en el área de estudio y posteriormente el desglose de la composición taxonómica de los diferentes grupos.



**Figura 4. 54. Total, de la composición taxonómica de la vertebradofauna presente en el sistema ambiental.**



**Figura 4. 55. Desglose de la composición taxonómica de la vertebradofauna presente en el sistema ambiental.**

A continuación, se presenta el listado de la vertebradofauna registrada a lo largo de los recorridos realizados con la búsqueda intensiva, puntos de radio fijo, así como la literatura consultada:

Tabla 2. Referencia del registro de fauna.

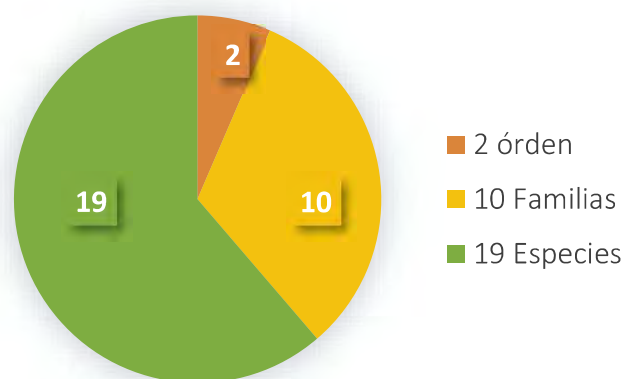
Registro	Observada	Rastro	Potencial
	O	R	P

#### **Anfibios:**

Es México se registran 376 especies de anfibios, lo cual lo posiciona como el quinto país con mayor riqueza de anfibios en el mundo después de Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. Los niveles de endemismo son altos con un total de 252 especies, lo que equivale al 67% de la riqueza nacional (Flores-Villela, 1993; Parra-Olea et al., 2014; CONABIO, 2021). En Quintana Roo se distribuyen 22

especies de anfibios que representan el 95.6% de las especies registradas en la Península de Yucatán (23 especies) y el 6% a nivel nacional (Cedeño-Vázquez y Calderón-Mandujano, 2011) y en particular para el sitio del proyecto solo se observó una especie en el área verde acuática que presenta el predio, sin embargo la presencia de este grupo zoológico en particular depende en gran medida de la temporalidad por lo que en los meses secos a falta de humedad en la vegetación y/o formación de charcos los anfibios se encuentran estiviendo por lo que se dificulta encontrarlos, cabe mencionar que al interior del sistema ambiental delimitado existen cuerpos de agua perenes por lo que existe un alto potencial de que en dichos cuerpos de agua principalmente durante la noche se observen anfibios:

A continuación, se muestra la composición taxonómica del grupo de los anfibios.



**Figura 4. 56. Desglose de la composición taxonómica de los anfibios.**

**Tabla 3. Anfibios en el sistema ambiental.**

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	END/EX	EVS	Registro
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	-	LC	-	-	B (6)	P
			<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo gigante	-	NE	-	-	B (3)	P
		Craugastoridae	<i>Craugastor yucatanensis</i>	Rana ladadora yucateca	Pr	NT	-	EN	A (17)	P
		Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus planirostris</i>	Rana chirriadora de invernadero	-	-	-	EXO	-	P
		Hylidae	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Rana de árbol amarilla	-	LC	-	-	B (7)	P
			<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda	-	LC	-	-	B (4)	P
			<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	-	LC	-	-	B (3)	P
			<i>Tlalocohyla loquax</i>	Rana arbórea locuaz	-	LC	-	-	B (7)	P
			<i>Tlalocohyla picta</i>	Ranita grillo	-	LC	-	-	B (8)	P
			<i>Trachycephalus vermiculatus</i>	Rana arborícola lechosa	-	LC	-	-	B (4)	P
			<i>Triprion petasatus</i>	Rana cabeza de pala	Pr	LC	-	-	M (10)	P
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana de bigotes	-	LC	-	-	B (5)	P



Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	END/EX	EVS	Registro
			<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita hojarasca	-	LC	-	-	B (6)	P
		Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera	-	LC	-	-	B (4)	P
		Phyllomedusidae	<i>Agalychnis callidryas</i>	Rana-de árbol ojos rojos	-	LC	II	-	M (11)	P
		Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>	Rana leopardo	Pr	NE	-	-	B (8)	O
			<i>Lithobates vaillanti</i>	Rana Verde	-	LC	-	-	B (9)	P
		Rhinophrynidae	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Sapo excavador mexicano	Pr	LC	-	-	B (8)	P
	Caudata	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa yucatanica</i>	Salamandra lengua de hongo yucateca	Pr	LC	-	-	A (15)	P

Abreviaturas: Pr (Bajo protección especial), EN (Endémico), EXO (Exótico), LC (Preocupación menor), NE (No evaluada), NT (Casi amenazado), A (Vulnerabilidad alta), M (Vulnerabilidad media), B (Vulnerabilidad baja). Apéndice II: figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación.

## Reptiles:

En México se registran 864 especies de reptiles, por lo que es el segundo país con más especies después de Australia (880 especies). La proporción de los reptiles que habitan en el país es sobresaliente, ya que se distribuye el 45% de las familias de reptiles del mundo, y el 14% de los géneros. Adicionalmente, más de la mitad de estas especies son endémicas a nuestro territorio (57%) (Flores-Villela, 1993; Flores-Villela y García-Vázquez, 2014, CONABIO, 2020). Quintana Roo cuenta con 106 especies de reptiles de las 140 reportadas para la península de Yucatán (Calderón Mandujano y Cedeño-Vázquez, 2011). Específicamente en el sistema ambiental delimitado contemplando los tipos de vegetación existentes, cuerpos de agua y zona de playa se considera un total de 85 especies de reptiles entre las observadas mediante trabajo de campo mismas que se enlistan en la siguiente tabla:

Tabla 4. Reptiles en el área de estudio.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	END/EX	EVS	Registro
Reptilia	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano	Pr	LC	II	-	M (13)	P
	Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	-	LC	-	-	B (7)	p
			<i>Corytophanes cristatus</i>	Turipache cabeza lisa	Pr	LC	-	-	M (11)	p
			<i>Corytophanes hernandezii</i>	Turipache de montaña	Pr	LC	-	-	M (13)	p
			<i>Laemanctus serratus</i>	Toloque coronado	Pr	LC	-	-	B (8)	p
		Dactyloidae	<i>Anolis biporcatus</i>	Abaniquillo verde	Pr	NE	-	-	M (10)	p

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	END/EX	EVS	Registro
			<i>Anolis lemurinus</i>	Anolis fantasma	-	NE	-	-	B (8)	p
			<i>Anolis rodriguezii</i>	Anolis liso del sureste	-	NE	-	-	M (10)	O
			<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo Pardo del Caribe	-	-	-	EX	-	p
			<i>Anolis tropidonotus</i>	Abaniquillo escamoso mayor	-	NE	-	-	B (9)	p
			<i>Anolis ustus</i>	Anolis sedoso	-	NE	-	-	B (8)	p
		Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Geco yucateco de bandas	A	LC	-	-	B (9)	p
		Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Geco de casa	-	-	-	EX	-	p
		Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra	A	LC	-	-	B (8)	O
			<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr	NE	II	-	M (12)	p
		Mabuyidae	<i>Marisora brachypoda</i>	Mabuya centroamericana	-	LC	-	-	B (6)	p
		Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa de puntos amarillos	-	LC	-	-	M (13)	p
			<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr	LC	-	EN	A (15)	p
			<i>Sceloporus lundelli</i>	Lagartija espinosa yucateca	-	LC	-	-	A (14)	p
		Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus tuberculosus</i>	Salamanquesa vientre amarillo	-	LC	-	-	B (8)	p
			<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Geco cola de nabo	Pr	NE	-	-	M (10)	p
		Scincidae	<i>Mesoscincus schwartzei</i>	Eslizón yucateco	-	LC	-	-	M (11)	p
			<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Eslizón listado del sureste	-	LC	-	-	M (12)	p
		Sphaerodactylidae	<i>Aristelliger georgeensis</i>	Gecko de la isla San Jorge	Pr	LC	-	-	M (13)	p
			<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarejo	Pr	LC	-	-	M (12)	p
		Teiidae	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico yucateco	-	LC	-	-	M (13)	p
			<i>Holcosus gaigeae</i>	Lagartija arcoiris	-	NE	-	EN	A (15)	p
		Xantusiidae	<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	Lagartija Nocturna de Puntos Amarillos	Pr	LC	-	-	B (8)	p
		Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	A	NE	II	-	M (10)	p
		Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra arroyera de cola negra	-	LC	-	-	B (6)	p
			<i>Drymobius margaritiferus</i>	Culebra corredora de Petatillos	-	NE	-	-	B (6)	p

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	END/EX	EVS	Registro
			<i>Ficimia publia</i>	Culebra naricilla manchada	-	LC	-	-	B (9)	P
			<i>Lampropeltis abnorma</i>	Falsa coralillo real centroamericana	A	NE	-	-	B (9)	P
			<i>Leptophis ahaetulla</i>	Ranera Perico	A	NE	-	-	M (10)	P
			<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	A	LC	-	-	B (6)	p
			<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra chirriadora neotropical	A	LC	-	-	B (6)	P
			<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	-	LC	-	-	B (6)	P
			<i>Oxybelis aeneus</i>	Culebra bejuquilla mexicana	-	NE	-	-	B (5)	P
			<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	-	NE	-	-	B (9)	P
			<i>Phrynonax poecilonotus</i>	Culebra Resoplona Norteña	-	LC	-	-	M (10)	P
			<i>Pseudelaphe flavirufa</i>	Culebra ratonera amarillo-rojiza	-	LC	-	-	M (10)	P
			<i>Pseudelaphe phaescens</i>	Ratonera yucateca	Pr	NE	-	EN	A (16)	P
			<i>Senticolis triaspis</i>	Culebra ratonera	-	LC	-	-	B (6)	P
			<i>Spilotes pullatus</i>	Serpiente tigre	-	NE	-	-	B (6)	P
			<i>Stenorrhina freminvillei</i>	Culebra alacranera de sangre	-	LC	-	-	B (7)	P
			<i>Symphimus mayae</i>	Culebra labios blancos maya	Pr	LC	-	-	A (14)	P
			<i>Tantilla cuniculator</i>	Culebrita de collar de Petén	Pr	LC	-	-	M (13)	P
			<i>Tantilla moesta</i>	Culebra ciempiés de panza negra	-	LC	-	-	M (13)	P
			<i>Tantillita canula</i>	Culebra ciempiés yucateca	-	LC	-	-	M (12)	P
		Dipsadidae	<i>Coniophanes bipunctatus</i>	Culebra dos puntos	-	LC	-	-	M (10)	P
			<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayas negras	-	LC	-	-	B (8)	P
			<i>Coniophanes meridanus</i>	Culebra sin rayas peninsular	-	LC	-	EN	A (15)	p
			<i>Coniophanes schmidtii</i>	Culebra rayada yucateca	-	LC	-	-	M (13)	p
			<i>Conophis lineatus</i>	Culebra guardacamino lineada	-	LC	-	-	B (9)	P
			<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra caracolera chata	Pr	LC	-	-	A (15)	P

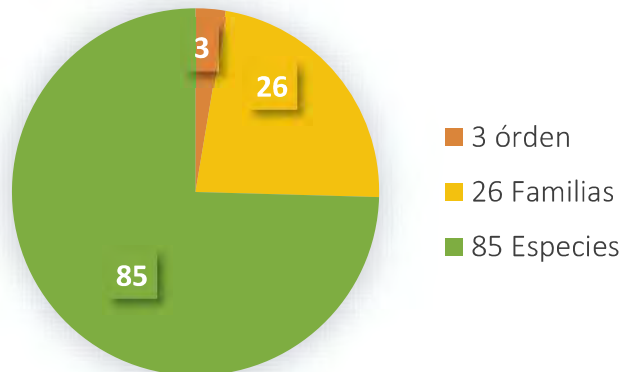
Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	END/EX	EVS	Registro
			<i>Imantodes cenchoa</i>	Culebra cordelilla chata	Pr	NE	-	-	B (6)	P
			<i>Imantodes tenuissimus</i>	Culebra cordelilla yucateca	Pr	LC	-	-	M (13)	P
			<i>Leptodeira frenata</i>	Culebra ojo de gato de selva	-	LC	-	-	M (12)	P
			<i>Leptodeira septentrionalis</i>	Escombrera manchada	-	NE	-	-	B (8)	P
			<i>Ninia sebae</i>	Culebra de cafetal espalda roja	-	LC	-	-	B (5)	P
			<i>Pliocercus elapoides</i>	Culebra imita coral común	A	LC	-	-	M (10)	P
			<i>Sibon nebulatus</i>	Culebra caracolera jaspeada	-	NE	-	-	B (5)	P
			<i>Sibon sanniolus</i>	Culebra caracolera pigmea	-	LC	-	-	M (12)	P
			<i>Tropidodipsas fasciata</i>	Culebra caracolera de bandas	-	NE	-	-	M (13)	P
			<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Culebra caracolera de oriente	Pr	LC	-	-	B (9)	P
			<i>Xenodon rabdocephalus</i>	Sorda de tierra	-	NE	-	-	M (13)	P
		Elapidae	<i>Micrurus apiatus</i>	Serpiente coralillo del sureste	Pr	LC	-	-	B (8)	P
		Natricidae	<i>Thamnophis marcianus</i>	Sochuate	A	LC	-	-	M (10)	P
			<i>Thamnophis proximus</i>	Culebra acuática centroamericana	A	LC	-	-	B (7)	P
		Sibynophiidae	<i>Scaphiodontophis annulatus</i>	Coralillo falso	-	LC	-	-	M (11)	P
		Typhlopidae	<i>Amerotyphlops microstomus</i>	Serpiente ciega yucateca	-	NE	-	-	M (12)	P
			<i>Indotyphlops braminus</i>	Serpiente ciega afroasiática	-	-	-	EX	-	P
		Viperidae	<i>Agkistrodon russeolus</i>	Cantil yucateco	Pr	NE	-	-	A (15)	P
			<i>Bothrops asper</i>	Terciopelo	-	NE	-	-	M (12)	P
			<i>Crotalus tzabcan</i>	Cascabel yucateco	Pr	LC	-	-	A (16)	P
			<i>Porthidium yucatanicum</i>	Nauyaca Nariz de Cerdo Yucateca	Pr	LC	-	EN	A (17)	P
	Testudines	Emydidae	<i>Trachemys venusta</i>	Tortuga de Guadalupe	-	VU	-	-	A (19)	P
		Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	A	NT	-	-	M (13)	P
		Kinosternidae	<i>Kinosternon creaseri</i>	Tortuga de pantano yucateca	-	LC	-	EN	A (15)	P



Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	END/EX	EVS	Registro
			Kinosternon leucostoma	Tortuga pecho quebrado labios blancos	Pr	NE	-	-	M (10)	P
			Kinosternon scorpioides	Tortuga pecho quebrado escorpión	Pr	NE	-	-	M (10)	p
		Cheloniidae	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga Carey	P	CR	I	-	ND	P
			<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga Verde	P	T	I	-	ND	P
			<i>Caretta caretta</i>	Tortuga Caguama	P	T	I	-	ND	P
		Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga Laúd	P	VU	I	-	ND	P

Abreviaturas: A (Amenazada), Pr (Bajo protección especial), EN (Endémico), EX (Exótico), VU (Vulnerable), LC (Preocupación menor), NE (No evaluada), NT (Casi amenazado), A (Vulnerabilidad alta), M (Vulnerabilidad media), B (Vulnerabilidad baja), T (En riesgo), CR (En peligro crítico) Apéndice II: figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación.

A continuación, se muestra la composición taxonómica del grupo de los reptiles.



**Figura 4. 57. Desglose de la composición taxonómica de los reptiles.**

#### Aves:

Las aves son uno de los grupos de vertebrados más exitosos y diversos del mundo, derivado a su gran capacidad de adaptación ocupan prácticamente todos los ambientes del planeta. México en cuanto a ornitofauna, ocupa el undécimo lugar en número de especies, con 1,124 que representa el 10.6% del total de especies del mundo, de las cuales 109 son endémicas (CONABIO, 2021). Las selvas de Quintana Roo son hábitat para diversas especies de aves que no se encuentran en otras partes de la Península de Yucatán por ser más seco. Se han registrado 483 especies residentes y migratorias, que equivalen al 88% de las especies de la Península de Yucatán. Dicho número representa casi el 43% de las especies registradas en México (Correa y MacKinnon, 2011). En específico, para el sistema ambiental delimitado contemplando los tipos de vegetación, cuerpos de agua dulce, así como la

línea costera se contempla un total de 262 especies de aves contemplando las observadas mediante trabajo de campo, así como las especies potenciales y a continuación, se presenta el listado:

Tabla 5. Aves en el área de estudio.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	CITES	END/EX	Registro
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus boucardi</i>	Tinamú canelo	A	LC	-	R	P
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije alas blancas	-	LC	III	R	P
		<i>Cairina moschata</i>	Pato real	P	LC	-	R	P
		<i>Spatula discors</i>	Cerceta alas azules	-	LC	-	M	P
		<i>Spatula cyanoptera</i>	Cerceta canela	-	LC	-	T	P
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	-	LC	III	R	O
		<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	A	VU	III	R	P
	Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	A	NT	III	R	P
	Odontophoridae	<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	-	LC	-	R	P
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopiterus ruber</i>	Flamenco del caribe	A	LC	II	R	P
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	-	LC	-	R	P
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma común	-	LC	-	EX	P
		<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma corona blanca	A	NT	-	R	P
		<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	-	LC	-	R	P
		<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma habanera	-	LC	-	EX	P
		<i>Columbina passerina</i>	Tortolito pico rojo	-	LC	-	R	P
		<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	-	LC	-	R	P
		<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	-	LC	-	R	P
		<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña	-	LC	-	R	P
		<i>Zenaida macroura</i>	Paloma güilota	-	LC	-	R	P
		<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	-	LC	-	R	P
		<i>Zenaida aurita</i>	Güilota caribeña	Pr	LC	-	R	P

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	CITES	END/EX	Registro
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	-	LC	-	R	O
		<i>Tapera naevia</i>	Cucillo rayado	-	LC	-	R	P
		<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	-	LC	-	R	P
		<i>Coccyzus minor</i>	Cucillo manglero	-	LC	-	R	P
		<i>Coccyus americanus</i>	Cucillo pico amarillo	-	LC	-	R	P
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	-	LC	-	R	P
		<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón	-	LC	-	R	P
		<i>Nyctidromus albigollis</i>	Chotacabras pauraque	-	LC	-	R	P
		<i>Antrostomus badius</i>	Tapacaminos yucateco	-	LC	-	R	P
	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de vaux	-	LC	-	R	P
		<i>Chaetura pelagica</i>	Vencejo de chimenea	-	NT	-	T	P
Apodiformes	Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí garganta negra	-	LC	II	R	P
		<i>Doricha eliza</i>	Colibrí tijereta mexicano	P	NT	II	En	P
		<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	-	LC	II	M	P
		<i>Cynanthus forficatus</i>	Esmeralda de Cozumel	-	LC	II	En	P
		<i>Cynanthus canivetii</i>	Esmeralda oriental	-	LC	II	R	P
		<i>Pampa curvipennis</i>	Fandanguero mexicano	-	LC	II	R	P
		<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí vientre canela	-	LC	II	R	P
		<i>Chlorestes candida</i>	Colibrí cándido	-	LC	-	-	P
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides albiventris</i>	Rascón nuca canela	-	NR	-	R	P
		<i>Porzana carolina</i>	Polluela sora	-	LC	-	M	P
		<i>Gallinula galeata</i>	Gallineta frente roja	-	LC	-	M	O
		<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	-	LC	-	R	P
		<i>Porphyrio martinicus</i>	Gallineta morada	-	LC	-	M	P
	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	A	LC	-	R	P
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita americana	-	LC	-	M	P
		<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana	-	LC	-	M	P
	Charadriidae	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dorado americano	-	LC	-	M	P
		<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito tildio	-	LC	-	M	P
		<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado	A	NT	-	M	P
	Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana nortea	-	LC	-	R	O
	Scolopacidae	<i>Numenius tahitiensis</i>	Zarapito trinador	-	LC	-	M	P

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	CITES	END/EX	Registro
		<i>Numenius americanus</i>	Zarapito pico largo	-	LC	-	M	P
		<i>Calidris himantopus</i>	Playero zancón	-	LC	-	M	P
		<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	-	LC	-	M	P
		<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario	-	LC	-	M	P
		<i>Tringa brevipes</i>	Pata amarilla mayor	-	LC	-	M	P
		<i>Tringa semipalmata</i>	Playero pihuiui	-	LC	-	M	P
		<i>Phalaropus tricolor</i>	Falaropo pico largo	-	LC	-	M	P
Suliformes	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Aninga americana	-	LC	-	R	P
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejón	-	LC	-	R	P
		<i>Nannopterum brasilianum</i>	Cormorán neotropical	-	LC	-	R	O
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus sinensis</i>	Avetoro menor	Pr	LC	-	R	P
		<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	Pr	LC	-	R	P
		<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	-	LC	-	M	P
		<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	-	LC	-	R	P
		<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	-	Lc	-	R	P
		<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	-	LC	-	R	P
		<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	-	LC	-	M	P
		<i>Egretta rufescens</i>	Garza rojiza	-	NT	-	M	P
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	-	LC	-	EX	O
		<i>Butorides virescens</i>	Garza verde	-	LC	-	R	O
		<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna	-	LC	-	R	P
		<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza cucharon	-	LC	-	R	P
	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano café	-	LC	-	R	O
	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	-	LC	-	R	P
		<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis cara oscura	-	LC	-	R	P
		<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada	-	LC	-	M	P
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote rey	P	LC	III	R	P
		<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	-	LC	-	R	O
		<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	-	LC	-	R	P
		<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	Pr	LC	-	R	P
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico de gancho	Pr	LC	II	R	P
		<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	Pr	LC	II	R	P
		<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijereta	Pr	LC		M	P
		<i>Spizaetus tyrannus</i>	Águila tirana	P	LC	II	R	P
		<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila elegante	P	NT	II	R	P
		<i>Ictinia plumbea</i>	Milano plumizo	Pr	LC	II	M	P
		<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	A	LC	II	R	P



Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	CITES	END/EX	Registro
		<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Pr	LC	II	R	P
		<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Pr	LC	II	R	O
		<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	Pr	LC	II	R	P
		<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	Pr	LC	II	R	P
		<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Pr	LC	II	R	P
		<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	-	LC	-	R	P
		<i>Buteo platypterus</i>	Aguillillas alas anchas	Pr	LC	II	M	P
		<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	-	LC	II	R	P
		<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Pr	LC	II	M	P
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	-	LC	II	R	P
		<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	-	LC	II	R	P
		<i>Ciccaba nigrolineata</i>	Búho barrado albinegro	A	LC	II	R	P
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	coa cabeza negra	-	LC	-	R	P
		<i>Trogon caligatus</i>	coa violácea norteña	-	LC	-	R	P
		<i>Trogon collaris</i>	Coa de collar	Pr	LC	-	R	P
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus lessonii</i>	Momoto corona negra	-	LC	-	R	P
		<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto cejas azules	-	LC	-	R	P
	Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martin pescador norteño	-	LC	-	M	P
		<i>Chloroceryle aenea</i>	Martin pescador enano	-	LC	-	R	P
		<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	-	LC	-	R	P
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo collarejo	Pr	LC	-	R	P
	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	-	LC	-	R	P
		<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	-	LC	-	R	O
		<i>Sphyrapicus varius</i>	Carpintero moteado	-	LC	-	R	P
		<i>Dryobates fumigatus</i>	Carpintero café	-	LC	-	R	P
		<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero olivo	-	LC	-	R	P
		<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	-	LC	-	R	P
		<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plateado	Pr	LC	-	R	P
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Alcón guaco	-	LC	II	R	P
		<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	-	LC	-	R	P
		<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón	-	LC	II	M	P
		<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Pr	LC	I	M	P

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	CITES	END/EX	Registro
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Pr	NT	II	R	O
		<i>Amazona albifrons</i>	Loro de frente blanca	Pr	LC	II	R	P
		<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	A	LC	II	R	P
		<i>Amazona oratrix</i>	Loro cabeza amarilla	P	EN	I	R	P
Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada	-	LC	-	R	P
		<i>Tityra inquisitor</i>	Titira pico negro	-	LC	-	R	P
		<i>Pachyramphus major</i>	Cabezón mexicano	-	LC	-	R	P
		<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Cabezón degollado	-	LC	-	R	P
	Onychorhynchidae	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	Mosquero real	P	LC	-	R	P
	Tyrannidae	<i>Platyrinchus canrominus</i>	Mosquerito pico chato	Pr	LC	-	R	P
		<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Mosquero pico curvo	-	LC	-	R	P
		<i>Todirostrum cinereum</i>	Mosquero espatulilla común	-	LC	-	R	P
		<i>Tolmomyias sulphureus</i>	Mosquero ojos blancos	-	LC	-	R	P
		<i>Myiopagis viridicata</i>	Mosquerito verdoso	-	LC	-	R	P
		<i>Elaenia martinica</i>	Mosquero elenia caribeño	-	LC	-	R	P
		<i>Elaenia flavogaster</i>	Mosquero copetón	-	LC	-	R	P
		<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco	-	LC	-	R	P
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	-	LC	-	R	P
		<i>Myiarchus crinitus</i>	Papamoscas viajero	-	LC	-	M	P
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas gritón	-	LC	-	M	P
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	-	LC	-	R	O
		<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	-	LC	-	R	P
		<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	-	LC	-	R	O
		<i>Myiodynastes maculatus</i>	Papamoscas rayado cheje	-	LC	-	M	P
		<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas rayado común	-	LC	-	M	P
		<i>Legatus leucophaeus</i>	Papamoscas rallado común	-	LC	-	M	P
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	-	LC	-	R	P
		<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano cuir	-	LC	-	R	P
		<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano dorso negro	-	LC	-	M	P
		<i>Contopus virens</i>	Papamoscas del este	-	LC	-	M	P
		<i>Contopus cinereus</i>	Papamoscas tropical	-	LC	-	R	P
		<i>Empidonax flaviventris</i>	Papamoscas vientre amarillo	-	LC	-	M	P

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	CITES	END/EX	Registro
		<i>Empidonax virescens</i>	Papamoscas verdoso	-	LC	-	M	P
		<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas chico	-	LC	-	M	P
		<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas fibi	-	LC	-	M	P
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	-	LC	-	R	O
	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	-	LC	-	R	P
	Formicariidae	<i>Formicarius analis</i>	Hormiguero cholino cara negra	-	LC	-	R	P
	Furnariidae	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	Pr	LC	-	R	P
		<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	-	LC	-	R	P
	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireo cejas canela	-	LC	-	R	P
		<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojos blancos	-	LC	-	M	P
		<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr	LC	-	R	P
		<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla	-	LC	-	M	P
		<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojos rojos	-	LC	-	M	P
		<i>Vireo flavoviridis</i>	vireo verdeamarillo	-	LC	-	M	P
		<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	-	LC	-	R	P
	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara negra	-	LC	-	R	P
		<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	-	LC	-	R	P
		<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	-	LC	-	R	O
	Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	-	LC	-	R	P
		<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	-	LC	-	R	P
		<i>Progne subis</i>	Golondrina azul negra	-	LC	-	M	P
		<i>Progne chalybea</i>	Golondrina pecho gris	-	LC	-	M	P
		<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	-	LC	-	M	P
		<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	-	LC	-	M	P
		<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera	-	LC	-	R	P
	Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Chinito	-	LC	-	M	P
	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azul gris	-	LC	-	R	P
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Salta pared común	-	LC	-	R	P
		<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Salta pared de carolina	-	LC	-	R	P
		<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Salta pared moteado	-	LC	-	R	P
	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Maullador negro	Pr	Nt	-	R	P
		<i>Dumetella carolinensis</i>	Maullador gris	-	LC	-	M	P
		<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	-	LC	-	R	O

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	CITES	END/EX	Registro
	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de anteojos	-	LC	-	M	P
		<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal moteado	-	LC	-	M	P
		<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	-	LC	-	R	P
	Motacillidae	<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita norteamericano	-	LC	-	M	P
	Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	-	LC	-	R	P
		<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia garganta amarilla	-	LC	-	R	P
		<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	-	LC	-	R	P
	Passerellidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	-	LC	-	R	P
		<i>Arremonops chloronotus</i>	rascador dorso verde	-	LC	-	R	P
		<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido	-	LC	-	M	P
	Icteriidae	<i>Icteria virens</i>	Chipe grande	-	LC	-	M	P
		<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo cabeza amarilla	-	LC	-	M	P
		<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro	-	LC	-	R	P
		<i>Icterus prosthemelas</i>	Calandria caperuza negra	-	LC	-	R	P
		<i>Icterus spurius</i>	Calandria castaña	-	LC	-	M	P
		<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor	-	LC	-	R	O
		<i>Icterus chrysater</i>	Calandria dorso amarillo	-	LC	-	R	P
		<i>Icterus mesomelas</i>	Calandria cola amarilla	-	LC	-	R	P
		<i>Icterus auratus</i>	Calandria dorso naranja	-	LC	-	R	P
		<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro	-	LC	-	R	P
		<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore	-	LC	-	M	P
		<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo sudamericano	-	LC	-	R	P
		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	-	LC	-	R	P
		<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	-	LC	-	R	P
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	-	LC	-	R	O
	Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe suelero	-	LC	-	M	P
		<i>Helmitheros vermivorum</i>	Chipe gusanero	-	LC	-	M	P
		<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe arroyero	-	LC	-	M	P
		<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe charquero	-	LC	-	M	P
		<i>Vermivora cyanoptera</i>	Chipe alas azules	-	LC	-	M	P
		<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	-	LC	-	M	P
		<i>Protonotaria citrea</i>	Chipe dorado	-	LC	-	M	P
		<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Chipe corona café	Pr	LC	-	M	P

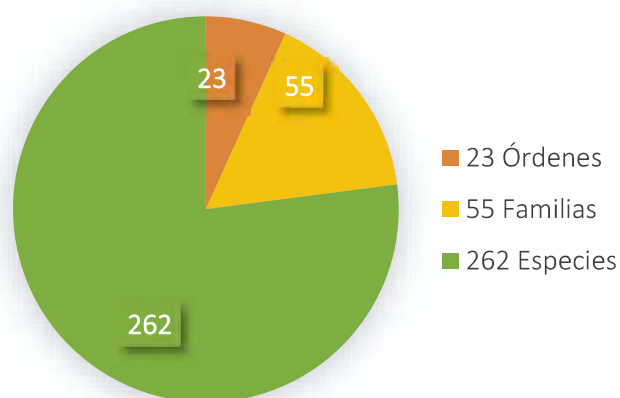
Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	CITES	END/EX	Registro
		<i>Leiothlypis peregrina</i>	Chipe peregrino	-	LC	-	M	P
		<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	Chipe cabeza gris	-	LC	-	M	P
		<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	-	LC	-	R	P
		<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	-	LC	-	M	P
		<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	-	LC	-	M	P
		<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito migratorio	-	LC	-	M	P
		<i>Setophaga tigrina</i>	Chipe atigrado	-	LC	-	M	P
		<i>Setophaga cerulea</i>	Chipe celeste	-	NT	-	M	P
		<i>Setophaga americana</i>	Chipe pecho manchado	-	LC	-	M	P
		<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolias	-	LC	-	M	P
		<i>Setophaga fusca</i>	Chipe garganta naranja	-	LC	-	M	P
		<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	-	LC	-	M	P
		<i>Setophaga pensylvanica</i>	Chipe flancos castaños	-	LC	-	M	P
		<i>Setophaga caerulescens</i>	Chipe azul negro	-	LC	-	M	P
		<i>Setophaga coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla	-	LC	-	M	P
		<i>Setophaga dominica</i>	Chipe garganta amarilla	-	LC	-	M	P
		<i>Setophaga discolor</i>	Chipe de pradera	-	LC	-	M	P
		<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	-	LC	-	M	P
	Cardinalidae	<i>Piranga roseogularis</i>	Piranga yucateca	-	LC	-	R	P
		<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	-	LC	-	R	P
		<i>Piranga olivacea</i>	Piranga escarlata	-	LC	-	M	P
		<i>Habia rubica</i>	Piranga hormiguera corona roja	-	LC	-	R	P
		<i>Habia fuscicauda</i>	Piranga hormiguera garganta roja	-	LC	-	R	P
		<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	-	LC	-	R	P
		<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo degollado	-	LC	-	M	P
		<i>Granatellus sallaei</i>	Granatelo yucateco	-	LC	-	R	P
		<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín azul negro	-	LC	-	R	P
		<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	-	LC	-	M	P
		<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	-	LC	-	M	P
		<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores	Pr	Nt	-	M	P
	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azul gris	-	LC	-	R	P
		<i>Thraupis abbas</i>	Tangara alas amarillas	-	LC	-	R	P



Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	CITES	END/EX	Registro
		<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	-	LC	-	R	P
		<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabeza gris	Pr	LC	-	R	P
		<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero patas rojas	-	LC	-	R	P
		<i>Coereba flaveola</i>	Reinita mielera	-	LC	-	R	P
		<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero oliváceo	-	LC	-	R	P
		<i>Sporophila moreletii</i>	Semillero de collar	-	LC	-	R	P
		<i>Saltator atriceps</i>	Saltador cabeza negra	-	LC	-	R	P
		<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador gris	-	LC	-	R	P
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	<i>Fragata tijereta</i>	-	LC	-	R	O

Abreviaturas: A (Amenazada), Pr (Bajo protección especial), EN (Endémico), EXO (Exótico), VU (Vulnerable), LC (Preocupación menor), NE (No evaluada), NT (Casi amenazado), A (Vulnerabilidad alta), M (Vulnerabilidad media), B (Vulnerabilidad baja). R (Residente) M (Migratorio) Apéndice II: figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio.

A continuación, se muestra la composición taxonómica del grupo de las aves.



**Figura 4. 58. Desglose de la composición taxonómica de la avifauna.**

### Mamíferos:

Los mamíferos son uno de los grupos más conspicuos de las comunidades terrestres de vertebrados y poseen una serie de características internas y externas que los han llevado a ser exitosos en prácticamente todos los ecosistemas del mundo. En México los mamíferos forman un grupo altamente diverso, ubicando al país en el tercer lugar mundial con 564 especies silvestres, alcanzando aproximadamente el 10% de la diversidad total (Sánchez-Cordero et al., 2014; CONABIO, 2020). En la Península de Yucatán, la historia biogeográfica ha configurado la composición de la mastofauna actual, ya que se distribuyen tanto familias de origen Neártico como ardillas, felinos y

tapires, como de origen Neotropical representados por primates, marsupiales, murciélagos, pilosos y algunos roedores. Las 123 especies de mamíferos terrestres registradas en la Península de Yucatán representan aproximadamente el 26% de la mastofauna terrestre reconocida para México (Sosa-Escalante et al., 2013). De manera específica en Quintana Roo se han reportado 114 especies de mamíferos terrestres, más del 90% de las especies registradas en la Península de Yucatán y más del 20% en México. Las familias más diversas del estado pertenecen a los murciélagos de las familias (Phyllostomidae, Vespertilionidae y Molossidae) y roedores (Muridae). También los géneros con mayor número de especies pertenecen a los quirópteros (Escobedo, 2011). En lo específico para el sistema ambiental delimitado contemplando las condiciones actuales por sus tipos de vegetación, cuerpos de agua dulce, así como la existencia de rastros como oquedades, cuevas, zonas de percha y posibles pasos de fauna como parte del desplazamiento del corredor biológico de La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an es posible mencionar que se estima un total de 72 especies mediante lo observado en trabajo de campo, así como las especies potenciales y a continuación se desglosa el listado:

Tabla 6. Mamíferos en el área de estudio.

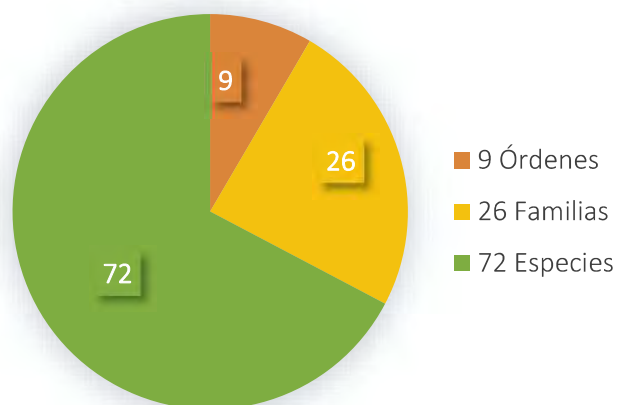
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya	-	Preocupación menor (L)
		<i>Didelphis virginiana</i>	Zarigüeya	-	Preocupación menor (L)
		<i>Marmosa mexicana</i>	Raton tlacuache	-	Preocupación menor (L)
		<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatro ojos	-	Preocupación menor (L)
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	-	Preocupación menor (L)
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	E	Preocupación menor (L)
Primates	Atelidae	<i>Alouatta villosa</i>	Mono aullador negro	P	En peligro (EN)
		<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	P	En peligro (EN)
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	-	Preocupación menor (L)
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque	-	Preocupación menor (L)
	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puerco espin	A	Preocupación menor (L)
	Geomyidae	<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza	-	Preocupación menor (L)
	Heteromyidae	<i>Heteromys gaumeri</i>	Rata espinosa	-	Preocupación menor (L)
	Muridae	<i>Mus musculus</i>	Ratón casero eurasiático	-	Preocupación menor (L)
		<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Rata arrocera pigmea	-	Preocupación menor (L)
		<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrocera	-	Preocupación menor (L)
		<i>Otonyctomys hatti</i>	Rata arborícola yucateca	A	Preocupación menor (L)
		<i>Ototylomys phyllotis</i>	Rata trepadora orejas grandes	-	Preocupación menor (L)
		<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	-	Preocupación menor (L)
		<i>Reithrodontomys Pgracilis</i>	Ratón cosechero delgado	-	Preocupación menor (L)
		<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera	-	Preocupación menor (L)
	Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla	-	Preocupación menor (L)
		<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	-	Preocupación menor (L)
Soricomorpha	Soricidae	<i>Cryptotis mayensis</i>	Musaraña	Pr	Preocupación menor (L)
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorrita gris	-	Preocupación menor (L)
	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	jaguarundi	A	Preocupación menor (L)
		<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	P	En peligro (EN)
		<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	P	Casi amenazado (NT)
		<i>Panthera onca</i>	Jaguar	P	Casi amenazado (NT)
		<i>Puma concolor</i>	Puma	-	Preocupación menor (L)

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo de espalda blanca sureño	-	Preocupación menor (LC)
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Cabeza de viejo	P	Preocupación menor (LC)
		<i>Galictis vittata</i>	Grisón	A	Preocupación menor (LC)
		<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	-	Preocupación menor (LC)
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Potos flavus</i>	Martucha	P	Preocupación menor (LC)
		<i>Procyon lotor</i>	Mapache	-	Preocupación menor (LC)
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Temazate	-	Datos insuficientes (DD)
		<i>Mazama pandora</i>	Venado temazate café	-	Vulnerable (VU)
		<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	-	Preocupación menor (LC)
	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de collar	-	Preocupación menor (LC)
Chiroptera	Antrozidae	<i>Bauerus dubiaquercus</i>	Murciélago desértico sureño	-	Casi amenazado (NT)
	Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago perro menor	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago rayado menor	-	Preocupación menor (LC)
	Molossidae	<i>Molossus rufus</i>	Murciélago mastín negro	-	Preocupación menor (LC)
	Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago lomo pelón menor	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago-bigotudo de Parnell	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Pteronotus personatus</i>	Murciélago bigotudo	-	Preocupación menor (LC)
	Natalidae	<i>Natalus mexicanus</i>	Murciélago mexicano oreja de embudo	-	Preocupación menor (LC)
	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frugívoro gigante	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago cola corta de Sebas	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago frugívoro de cola corta	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Centurio senex</i>	Murciélago cara arrugada	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago ojón peludo	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Chrotopterus auritus</i>	Vampiro falso lanudo	A	Preocupación menor (LC)
		<i>Dermanura phaeotis</i>	Murciélago frugívoro pigmeo	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Diphylla ecaudata</i>	Vampiro pata peluda	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Lamproncycteris brachyotis</i>	Murciélago orejón de garganta amarilla	A	Preocupación menor (LC)

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN
		<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago nariz de espada	A	Preocupación menor (LC)
		<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago orejón brasileño	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Micronycteris schmidtorum</i>	Murciélago orejón centroamericano	A	Preocupación menor (LC)
		<i>Mimon cozumelae</i>	Murciélago lanza de Cozumel	A	Preocupación menor (LC)
		<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de charreteras menor	-	Preocupación menor (LC)
	Vespertilionidae	<i>Eptesicus furinalis</i>	Murciélago pardo argentino	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago cola peluda amarillo	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Myotis keaysi</i>	Miotis de piernas peludas	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Rhogeessa aeneus</i>	Murciélago amarillo yucateco	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Rhogeessa parvula</i>	Murciélago amarillo menor	-	Preocupación menor (LC)
		<i>Rhogeessa tumida</i>	Murciélago amarillo ala negra	-	Preocupación menor (LC)



A continuación, se muestra la composición taxonómica del grupo de los mamíferos.



**Figura 4. 59. Desglose de la composición taxonómica de la mastofauna.**

A continuación, se muestran fotografías de organismos observados en el predio y sus colindancias.

#### Mamíferos



Mapache (*Procyon lotor*)



Excreta de mapache en el predio vecino en dirección Oeste

#### Herpetofauna

## Herpetofauna



*Rana leopardo (Lithobates brownorum)*



*Iguana negra (Ctenosaura similis)*



*Anolis Liso del Sureste (Anolis rodriguezii)*



Restos de cascaron de huevo de tortuga marina al exterior del predio en colindancia con la playa

## Aves



*Centzontle tropical (Mimus gilvus)*



*Playero zancón (Calidris himantopus)*



## Aves



Aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*)



Zopilote (*Coragyps atratus*)



Cormorán neotropical (*Nannopterum brasilianum*)



Garcita verde (*Butorides virescens*)



Chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*)



Zanate (*Quiscalus mexicanus*)

## Aves



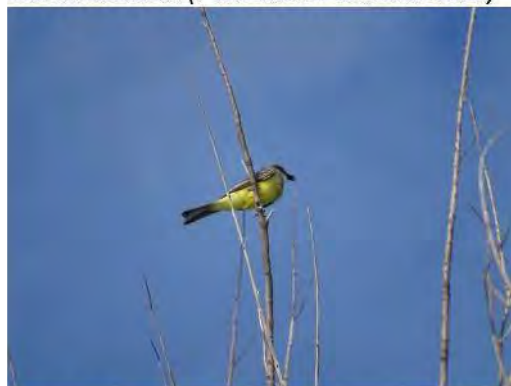
Pecho sucio (*Eupsittula nana*)



Pelicano café (*Pelecanus occidentalis*)



Chachalaca oriental (*Ortalis vetula*)



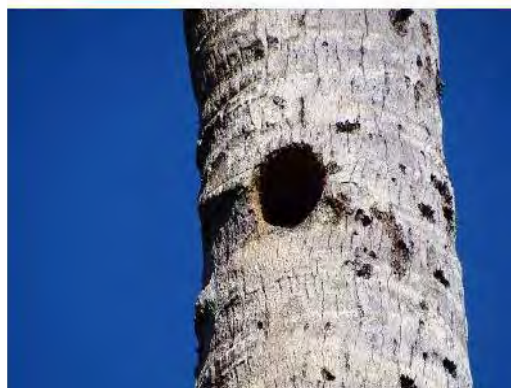
Luisito común (*Myiozetetes similis*)



Calandria dorso negro menor (*Icterus cucullatus*)



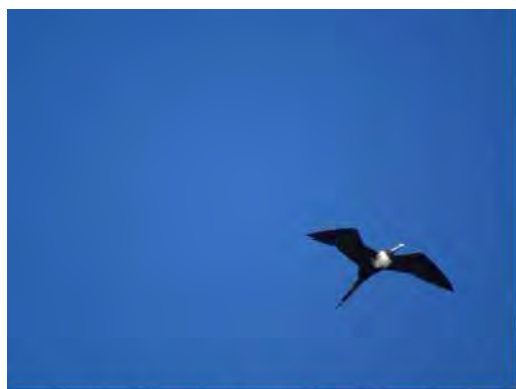
Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*)





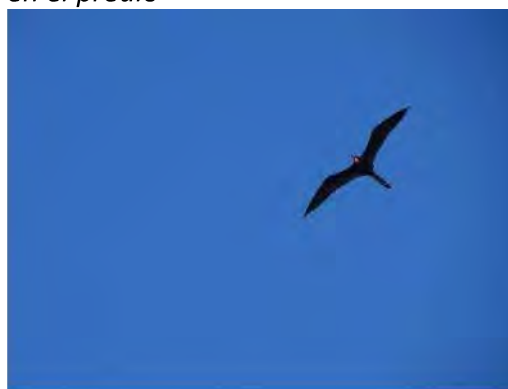
## Aves

Pato Real (*Cairina moschata*)



Fragata tijereta (*Fregata magnificens*)

Evidencia de la presencia de pájaro carpintero en el predio



Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*)



Jacana Norteña (*Jacana spinosa*) y Cerceta canela (*Spatula cyanoptera*)



Gallineta Frente Roja (*Gallinula galeata*)



Garrapatero (*Crotophaga sulcirostris*)



## Aves



Garza Ganadera (*Bubulcus ibis*)



Carpintero Cheje (*Melanerpes aurifrons*)

Derivado a la búsqueda intensiva de la fauna al interior del predio cabe señalar que se observaron especies de vertebrados pequeños (peces) e invertebrados como arañas, moluscos, cangrejos, mariposas, polillas y termitas de los cuales a continuación se desglosan y posteriormente se presentan algunas fotografías:

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	Registro
Actinopterygii	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poeciliopsis sp.</i>	Peces de agua dulce	-	LC	O
Arachnida	Araneae	Araneidae	<i>Trichonephila clavipes</i>	Araña de seda dorada	-	LC	O
			<i>Argiope argentata</i>	Araña plateada de jardín	-	LC	O
Insecta	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Heliconius erato</i>	Mariposa de alas largas de bandas	-	LC	O
			<i>Heliconius charithonia</i>	Mariposa cebra de alas largas	-	LC	O
		Erebidae	<i>Eudesmia menea</i>	Polilla de bandas naranja	-	LC	O
	Blattodea	Termitidae	<i>Nasutitermes corniger</i>	Termita cabeza de cono	-	LC	O
Gastropoda	Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Pomacea canaliculata</i>	Caracol manzana	-	LC	O
Malacostraca	Decapoda	Gecarcinidae	<i>Cardisoma guanhumi</i>	Cangrejo azul de tierra	-	LC	O

## Peces





## Peces

Peces del género *Poeciliopsis*

## Invertebrados



Araña de seda dorada (*Trichonephila clavipes*)



Araña plateada de jardín (*Argiope argentata*)



Mariposa de alas largas de bandas (*Carmesí Heliconius erato*)



Mariposa cebra de alas largas (*Heliconius charithonia*)



## Invertebrados



Caracol manzana (*Pomacea canaliculata*)



Cangrejo azul de tierra (*Cardisoma guanhumi*)



Polilla de bandas naranja (*Eudesmia menea*)



Termita cabeza de cono (*Nasutitermes corniger*)

Derivado de la búsqueda de fauna en el predio del proyecto y área de influencia mediante los recorridos en el trabajo de campo se presenta de manera gráfica la ubicación de algunas especies de la vertebradofauna registrada en la zona mediante la siguiente ilustración:



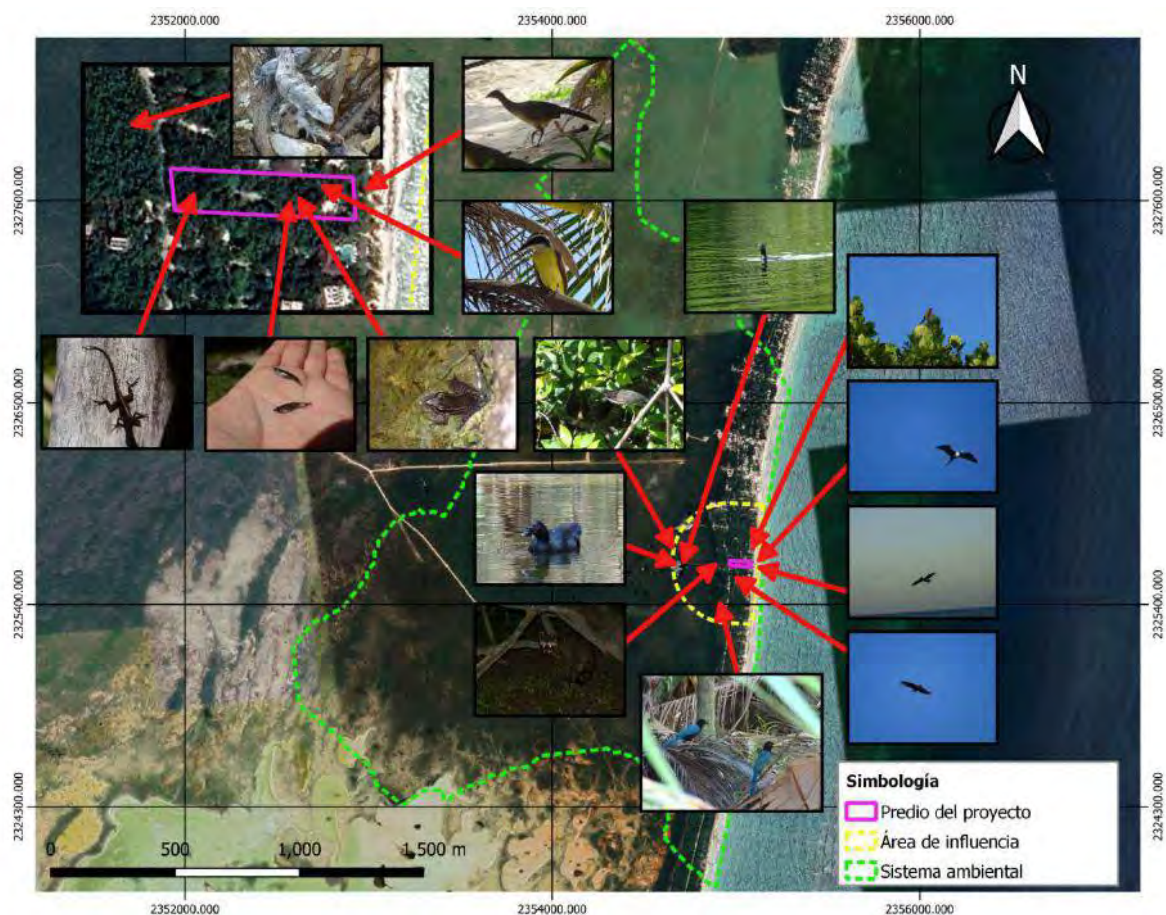


Figura 4. 60. Registro de fauna en el área de influencia y predio del proyecto.

### Especies migratorias

De las especies registradas para el área de estudio las especies del orden passeriformes presentan mayor probabilidad de encontrarse en las temporalidades de migración. Cabe mencionar que en lo específico para la zona donde se ubica el sistema ambiental delimitado en el que se enclava el predio existen reportes de ruta migratoria para las aves que se dirigen a los cuerpos de agua dulce y vegetación de selva y manglar que sustenta La Reserva de La Biosfera Sian Ka'an generalmente conocida como la ruta migratoria central, en la cual se tiene registro de organismos migratorios dicha observación de aves es en temporadas de la migración de primavera la cual comienza desde finales de febrero cuando los pájaros empiezan a remontar cerros, costas y llanuras para llegar a su punto máximo de vuelo migratorio hacia el 15 de abril. Las aves migratorias de Estados Unidos y Canadá invernan generalmente en México y América Central y llegan a su destino, mediados de noviembre ya sólo pasan algunas auras, las más rezagadas, que migran por la región; por mencionar algunas especies que se pueden observar temporalmente son: *Spatula discors*, *Archilochus colubris*, *Porzana carolina*, *Gallinula galeata*, *Porphyrio martinicus*, *Himantopus mexicanus*, *Recurvirostra americana*, *Pluvialis dominica*, *Charadrius vociferus*, *Charadrius nivosus*, *Numenius tahitiensis*, *Numenius americanus*, *Calidris himantopus*, *Actitis macularius*, *Tringa solitaria*, *Tringa brevipes*, *Tringa semipalmata*, *Phalaropus tricolor*, *Ardea herodias*, *Egretta tricolor*, *Egretta rufescens*, *Platalea ajaja*, *Elanoides forficatus*, *Ictinia plúmbea*, *Buteo platypterus*, *Buteo albonotatus*, *Megasceryle alcyon*, *Falco columbarius*, *Falco peregrinus*, *Myiarchus crinitus*, *Myiarchus tyrannulus*, *Myiodynastes*

*maculatus*, *Myiodynastes luteiventris*, *Legatus leucophaius*, *Tyrannus tyrannus*, *Contopus virens*, *Empidonax flaviventris*, *Empidonax virescens*, *Empidonax minimus*, *Sayornis phoebe*, *Vireo griseus*, *Vireo flavifrons*, *Vireo olivaceus*, *Vireo flavoviridis*, *Progne subis*, *Progne chalybea*, *Petrochelidon pyrrhonota*, *Bombcilla cedrorum*, *Dumetella carolinensis*, *Catharus ustulatus*, *Hylocichla mustelina*, *Anthus rubescens*, *Spizella pallida*, *Icteria virens*, *Xanthocephalus xanthocephalus*, *Icterus spurius*, *Icterus gálbula*, *Seiurus aurocapilla*, *Helmitheros vermivorum*, *Parkesia motacilla*, *Parkesia noveboracensis*, *Vermivora cyanoptera*, *Mniotilta varia*, *Protonotaria citrea*, *Limnothlypis swainsonii*, *Leiothlypis peregrina*, *Leiothlypis ruficapilla*, *Geothlypis trichas*, *Setophaga citrina*, *Setophaga ruticilla*, *Setophaga tigrina*, *Setophaga cerúlea*, *Setophaga americana*, *Setophaga magnolia*, *Setophaga fusca*, *Setophaga petechia*, *Setophaga pensylvanica*, *Setophaga caerulescens*, *Setophaga coronata*, *Setophaga dominica*, *Setophaga discolor*, *Setophaga virens*, *Piranga olivácea*, *Pheucticus ludovicianus*, *Passerina caerulea*, *Passerina cyanea* y *Passerina ciris*.



**Figura 4. 61. Rutas de las aves migratorias (Fuente: Audubon).**

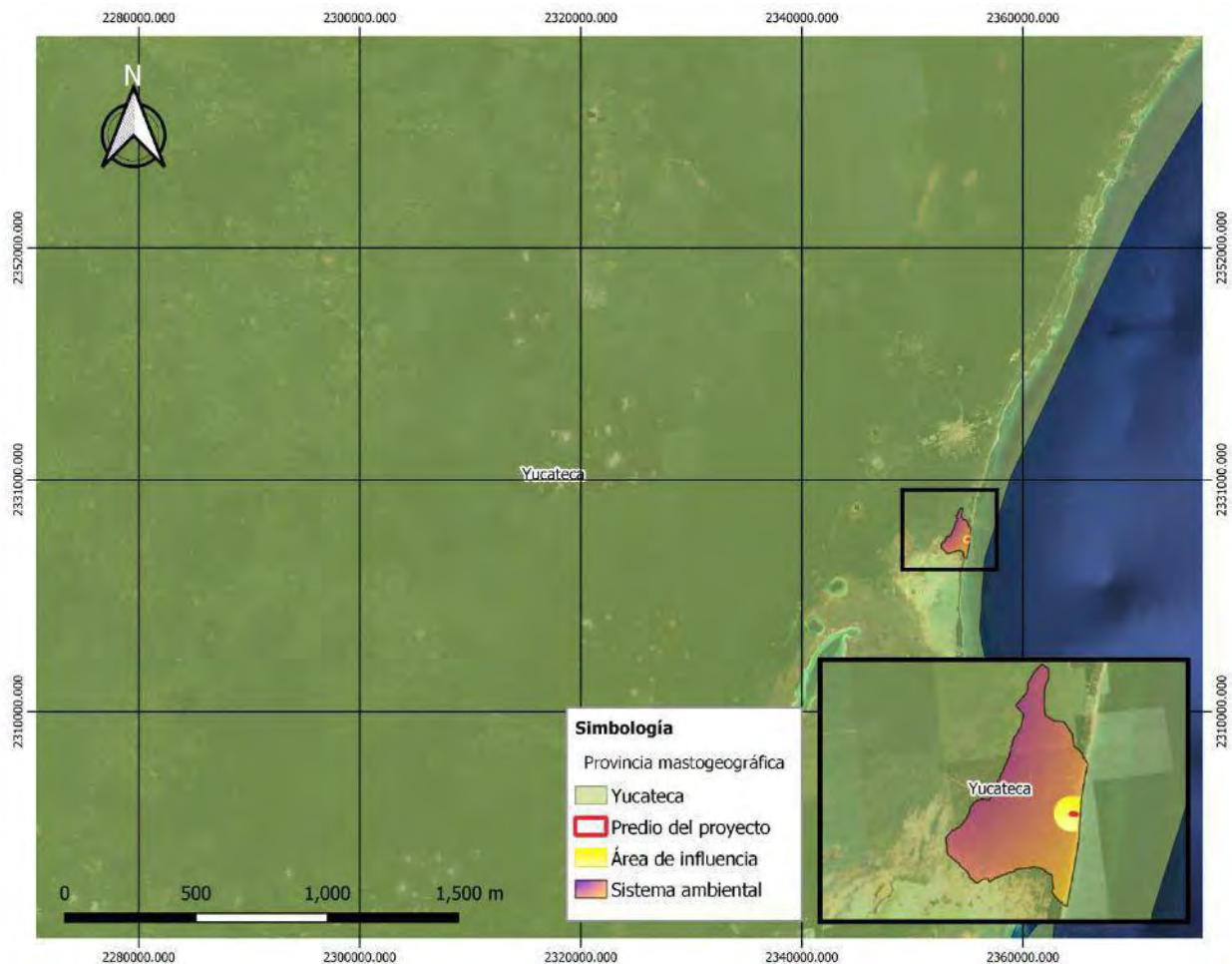
#### **Provincias pertenecientes a los grupos de anfibios, reptiles y mamíferos.**

Para el grupo de los reptiles, anfibios y mamíferos no se tienen registros de rutas migratorias, lo anterior derivado a su forma de desplazamiento terrestre la cual utilizan corredores biológicos, sin embargo el país está dividido en 20 Provincias Mastofaunísticas agrupadas en 02 regiones mediante un criterio de división basada en un análisis multivariado aglomerado, utilizando como unidades taxonómicas operacionales 121 cuadrantes, registrando la presencia o ausencia de cada una de las especies de mamíferos conocidas en México, también se cuenta con un total de 15 Provincias Herpetofaunísticas basado en la presencia de reptiles y anfibios, dicho lo anterior se presentan la Provincias en la cual se ubica el sistema ambiental delimitado donde se enclava el predio del proyecto en la cual se realizó el trabajo de campo:



### Provincias Mastofaunísticas

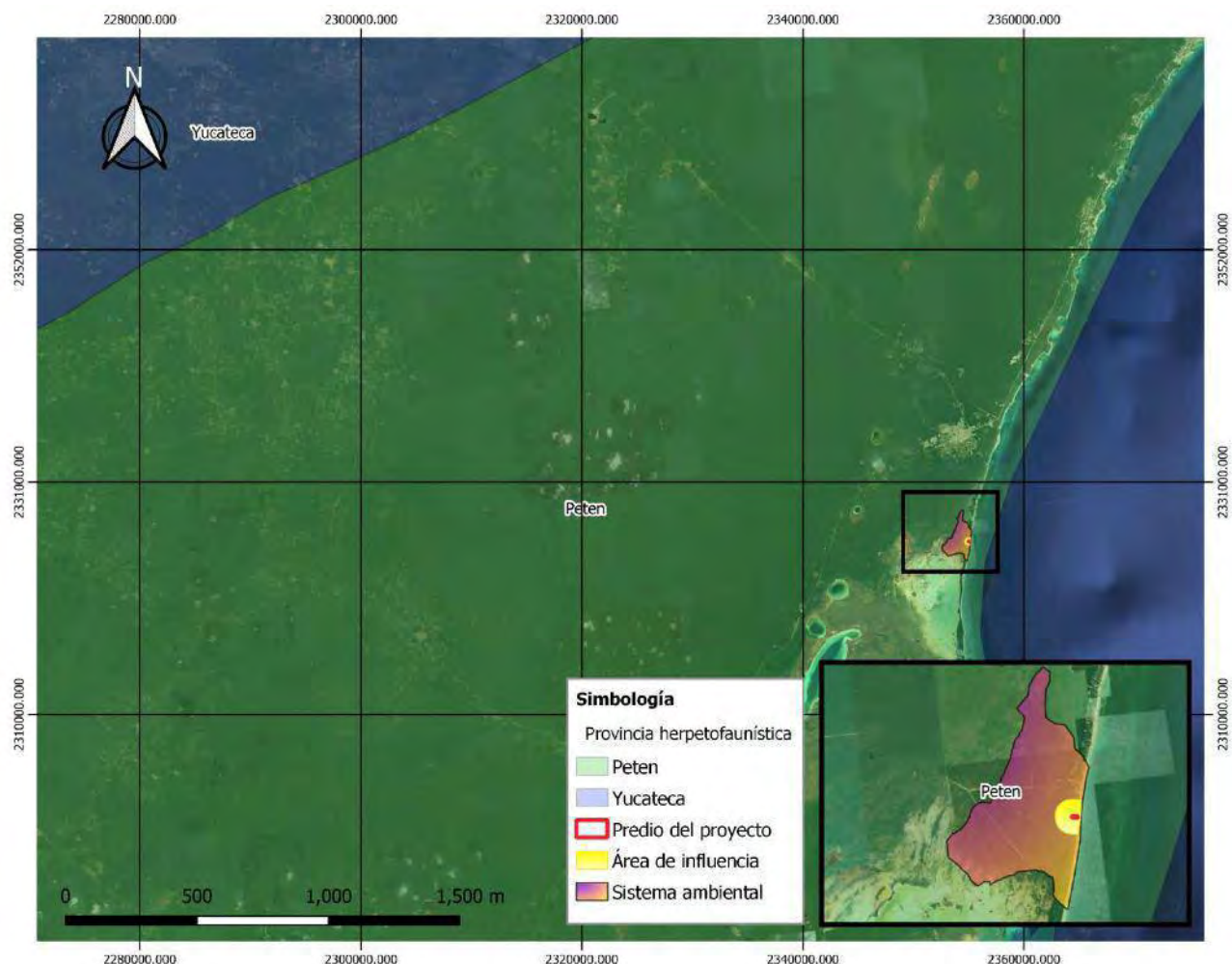
En particular para el sistema ambiental y sus alrededores se ubica en la Provincia Mastofaunísticas “Yucateca”, es importante mencionar que la extensión geográfica de los estados no tiene relación directa con su riqueza mastozoológica y la densidad sólo es un indicador de cómo se encuentran distribuidas las especies. Las diferencias en la riqueza y densidad, reflejan la diversidad de hábitats disponibles en la geografía estatal y se relacionan con las regiones de riqueza mastozoológica y las Provincias Mastofaunísticas que se observan en la siguiente ilustración:



**Figura 4. 62. Provincias Mastofaunísticas donde se localizan los transectos realizados.**

### Provincia Herpetofaunística

El predio del proyecto y sus alrededores se posiciona sobre la Provincia Herpetofaunística denominada “Peten”, a continuación, se presenta la ubicación del terreno donde se señala dicha Provincia Herpetofaunística:



**Figura 4. 63. Provincia herpetofaunística donde se localizan los transectos realizados.**

#### **Especies en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Con base en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010, PROTECCION AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MEXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES-CATEGORIAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSION, EXCLUSION O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO, se determinó que 04 especies de la fauna observadas y 103 potenciales presentan alguna categoría de riesgo, a continuación, se enlistan las especies y su categoría:

Tabla 7. Referencia del registro de fauna.

Registro	Observada	Rastro	Potencial
	O	R	P

Tabla 8. Categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Categoría en la NOM-059	Sujeta a protección especial	Amenazada	En peligro de extinción	Probablemente extinta en el medio silvestre
	Pr	A	P	E

Tabla 9. Especies de fauna observada y potencial registrada con categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Anfibios									
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	END/EX	EVS	Registro
Anura	Craugastoridae	<i>Craugastor yucatanensis</i>	Rana ladadora yucateca	Pr	NT	-	EN	A (17)	P
	Hylidae	<i>Tripurion petasatus</i>	Rana cabeza de pala	Pr	LC	-	-	M (10)	P
	Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>	Rana leopardo	Pr	NE	-	-	B (8)	O
	Rhinophrynidae	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Sapo excavador mexicano	Pr	LC	-	-	B (8)	P
Caudata	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa yucatanensis</i>	Salamandra lengua de hongo yucateca	Pr	LC	-	-	A (15)	P

E: Probablemente extinta en el medio silvestre, P: En peligro de extinción, A: Amenazada, Pr: Sujetas a protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Reptiles									
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	END/EX	EVS	Registro
Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano	Pr	LC	II	-	M (13)	P
Squamata	Corytophanidae	<i>Corytophanes cristatus</i>	Turipache cabeza lisa	Pr	LC	-	-	M (11)	p
		<i>Corytophanes hernandezii</i>	Turipache de montaña	Pr	LC	-	-	M (13)	p
		<i>Laemancus serratus</i>	Toloque coronado	Pr	LC	-	-	B (8)	p
	Dactyloidae	<i>Anolis biporcatus</i>	Abaniquillo verde	Pr	NE	-	-	M (10)	p
	Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Geco yucateco de bandas	A	LC	-	-	B (9)	p
	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra	A	LC	-	-	B (8)	O
		<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr	NE	II	-	M (12)	p
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	Pr	LC	-	EN	A (15)	p
	Phyllodactylidae	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Geco cola de nabo	Pr	NE	-	-	M (10)	P
	Sphaerodactylidae	<i>Aristelliger georgeensis</i>	Gecko de la isla San Jorge	Pr	LC	-	-	M (13)	P
		<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarejo	Pr	LC	-	-	M (12)	P

Reptiles									
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	END/EX	EVS	Registro
	Xantusiidae	<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	Lagartija Nocturna de Puntos Amarillos	Pr	LC	-	-	B (8)	P
	Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	A	NE	II	-	M (10)	P
	Colubridae	<i>Lampropeltis abnorma</i>	Falsa coralillo real centroamericana	A	NE	-	-	B (9)	P
		<i>Leptophis ahaetulla</i>	Ranera Perico	A	NE	-	-	M (10)	P
		<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	A	LC	-	-	B (6)	P
		<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra chirriadora neotropical	A	LC	-	-	B (6)	P
		<i>Pseudelaphe phaescens</i>	Ratonera yucateca	Pr	NE	-	EN	A (16)	P
		<i>Symphimus mayae</i>	Culebra labios blancos maya	Pr	LC	-	-	A (14)	P
		<i>Tantilla cuniculator</i>	Culebrita de collar de Petén	Pr	LC	-	-	M (13)	P
	Dipsadidae	<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra caracolera chata	Pr	LC	-	-	A (15)	P
		<i>Imantodes cenchoa</i>	Culebra cordelilla chata	Pr	NE	-	-	B (6)	P
		<i>Imantodes tenuissimus</i>	Culebra cordelilla yucateca	Pr	LC	-	-	M (13)	P
		<i>Pliocercus elapoides</i>	Culebra imita coral común	A	LC	-	-	M (10)	P
		<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Culebra caracolera de oriente	Pr	LC	-	-	B (9)	P
	Elapidae	<i>Micrurus apiatus</i>	Serpiente coralillo del sureste	Pr	LC	-	-	B (8)	P
	Natricidae	<i>Thamnophis marcianus</i>	Sochuate	A	LC	-	-	M (10)	P
		<i>Thamnophis proximus</i>	Culebra acuática centroamericana	A	LC	-	-	B (7)	P
	Viperidae	<i>Agkistrodon russeolus</i>	Cantil yucateco	Pr	NE	-	-	A (15)	P
		<i>Crotalus tzabcan</i>	Cascabel yucateco	Pr	LC	-	-	A (16)	P
		<i>Porthidium yucatanicum</i>	Nauyaca Nariz de Cerdo Yucateca	Pr	LC	-	EN	A (17)	P
Testudines	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	A	NT	-	-	M (13)	P

Reptiles									
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	END/EX	EVS	Registro
	Kinosternidae	<i>Kinosternon leucostoma</i>	Tortuga pecho quebrado labios blancos	Pr	NE	-	-	M (10)	P
		<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga pecho quebrado escorpión	Pr	NE	-	-	M (10)	P
	Cheloniidae	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga Carey	P	CR	I	-	ND	P
		<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga Verde	P	T	I	-	ND	P
		<i>Caretta caretta</i>	Tortuga Caguama	P	T	I	-	ND	P
	Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga Laúd	P	VU	I	-	ND	P

E: Probablemente extinta en el medio silvestre, P: En peligro de extinción, A: Amenazada, Pr: Sujetas a protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Aves								
Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	END/EX	Registro
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus boucardi</i>	Tinamú canelo	A	LC	-	R	P
Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	Pato real	P	LC	-	R	P
Galliformes	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	A	VU	III	R	P
	Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	A	NT	III	R	P
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopiterus ruber</i>	Flamenco del caribe	A	LC	III	R	P
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma corona blanca	A	NT	-	R	P
		<i>Zenaida aurita</i>	Güilota caribeña	Pr	LC	-	R	P
Apodiformes	Trochilidae	<i>Doricha eliza</i>	Colibrí tijereta mexicano	P	NT	II	En	P
Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	A	LC	-	R	P
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado	A	NT	-	M	P
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus sinensis</i>	Avetoro menor	Pr	LC	-	R	P
		<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	Pr	LC	-	R	P
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote rey	P	LC	III	R	P
		<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	Pr	LC	-	R	P
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico de gancho	Pr	LC	II	R	P
		<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	Pr	LC	II	R	P
		<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijereta	Pr	LC	II	M	P
		<i>Spizaetus tyrannus</i>	Águila tirana	P	LC	II	R	P
		<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila elegante	P	NT	II	R	P
		<i>Ictinia plumbea</i>	Milano plumizo	Pr	LC	II	M	P



Aves								
Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	END/EX	Registro
		<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	A	LC	II	R	P
		<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Pr	LC	II	R	P
		<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Pr	LC	II	R	O
		<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	Pr	LC	II	R	P
		<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	Pr	LC	II	R	P
		<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Pr	LC	II	R	P
		<i>Buteo platypterus</i>	Aguillitas alas anchas	Pr	LC	II	M	P
		<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Pr	LC	II	M	P
Strigiformes	Strigidae	<i>Ciccaba nigrolineata</i>	Búho barrado albinegro	A	LC	II	R	P
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Coa de collar	Pr	LC	-	R	P
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo collarejo	Pr	LC	-	R	P
	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plateado	Pr	LC	-	R	P
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Pr	LC	I	M	P
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Pr	NT	II	R	O
		<i>Amazona albifrons</i>	Loro de frente blanca	Pr	LC	II	R	P
		<i>Amazona xantholara</i>	Loro yucateco	A	LC	II	R	P
		<i>Amazona oratrix</i>	Loro cabeza amarilla	P	EN	I	R	P
Passeriformes	Onychorhynchidae	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	Mosquero real	P	LC	-	R	P
	Furnariidae	<i>Platyrinchus cancrominus</i>	Mosquerito pico chato	Pr	LC	-	R	P
		<i>Dendrocicla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	Pr	LC	-	R	P
	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr	LC	-	R	P
	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Maullador negro	Pr	Nt	-	R	P
	Parulidae	<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Chipe corona café	Pr	LC	-	M	P
	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores	Pr	Nt	-	M	P
	Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabeza gris	Pr	LC	-	R	P

E: Probablemente extinta en el medio silvestre, P: En peligro de extinción, A: Amenazada, Pr: Sujetas a protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Mamíferos								
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	END/EX	Registro
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	P	LC	-	-	P
Primates	Atelidae	<i>Alouatta villosa</i>	Mono aullador negro	P	EN	I	-	P
		<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	P	EN	II	-	P

Mamíferos								
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	END/EX	Registro
Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puerco espín	A	LC	-	-	P
	Muridae	<i>Otonyctomys hatti</i>	Rata arborícola yucateca	A	LC	-	-	P
Soricomorpha	Soricidae	<i>Cryptotis mayensis</i>	Musaraña	Pr	LC	-	-	P
Carnivora	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	jaguarundi	A	LC	I	-	P
		<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	P	EN	I	-	P
		<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	P	NT	I	-	P
		<i>Panthera onca</i>	Jaguar	P	NT	I	-	P
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Cabeza de viejo	P	LC	-	-	P
		<i>Galictis vittata</i>	Grisón	A	LC	-	-	P
	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martucha	P	LC	-	-	P
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chrotopterus auritus</i>	Vampiro falso lanudo	A	LC	-	-	P
		<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	Murciélago orejón de garganta amarilla	A	LC	-	-	P
		<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago nariz de espada	A	LC	-	-	P
		<i>Micronycteris schmidtorum</i>	Murciélago orejón centroamericano	A	LC	-	-	P
		<i>Mimon cozumelae</i>	Murciélago lanza de Cozumel	A	LC	-	-	P

E: Probablemente extinta en el medio silvestre, P: En peligro de extinción, A: Amenazada, Pr: Sujetas a protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010).

### Perturbación

Como se mencionó anteriormente en algunas zonas del sistema ambiental que engloba al predio del proyecto se observan superficies alteradas por abertura de nuevos caminos, paso constante de personas y avances en las actividades de urbanización y construcción que generan perturbación y aunado a esto la presencia de fauna domestica como perros y gatos, cabe mencionar que algunos de los animales domésticos son descuidados por el humano en el lugar comienzan a habitar entre los manchones de vegetación y se pueden convertir en fauna feral, este término se refiere al establecimiento de esas poblaciones de especies exóticas que se adaptan al medio natural sin embargo constituyen un problema al competir por el recurso y el territorio con especies de la región, a continuación se presentan fotos de lo antes mencionado:



Huellas de perro en la arena observadas en colindancia del predio con la playa



Excretas de perro en la colindancia sur del predio.

**Figura 4. 64. Rastros de fauna doméstica observada en colindancias del predio.**

### Anidación y refugio

Durante el recorrido de la búsqueda intensiva de fauna en el predio, puntos de radio fijo y caminatas al exterior del terreno dentro del área de influencia y sistema ambiental delimitado se observaron diversas zonas potenciales de refugio y anidación para la fauna y continuación, se presenta evidencia de algunos de estos sitios:



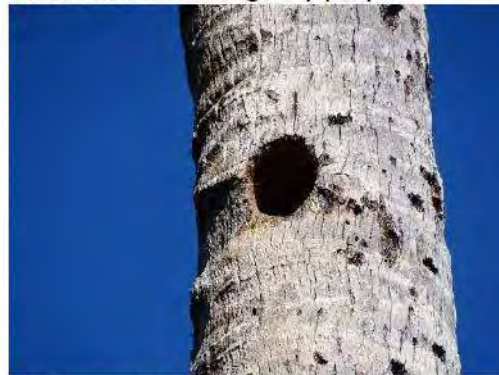
Termitero en diferentes arboles observado en el sistema ambiental



Múltiples refugios de cangrejos principalmente en la zona de manglar y playa



Evidencia de anidación de pájaros carpinteros al interior del sistema ambiental



Evidencia de anidación de pájaro carpintero en el predio del proyecto.

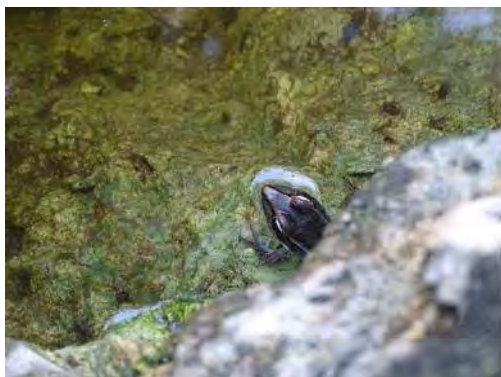


Refugio de lagartijas principalmente del género anolis entre los troncos que delimita el predio



Refugio de iguana negra en las oquedades de los muros y árboles en el sistema ambiental





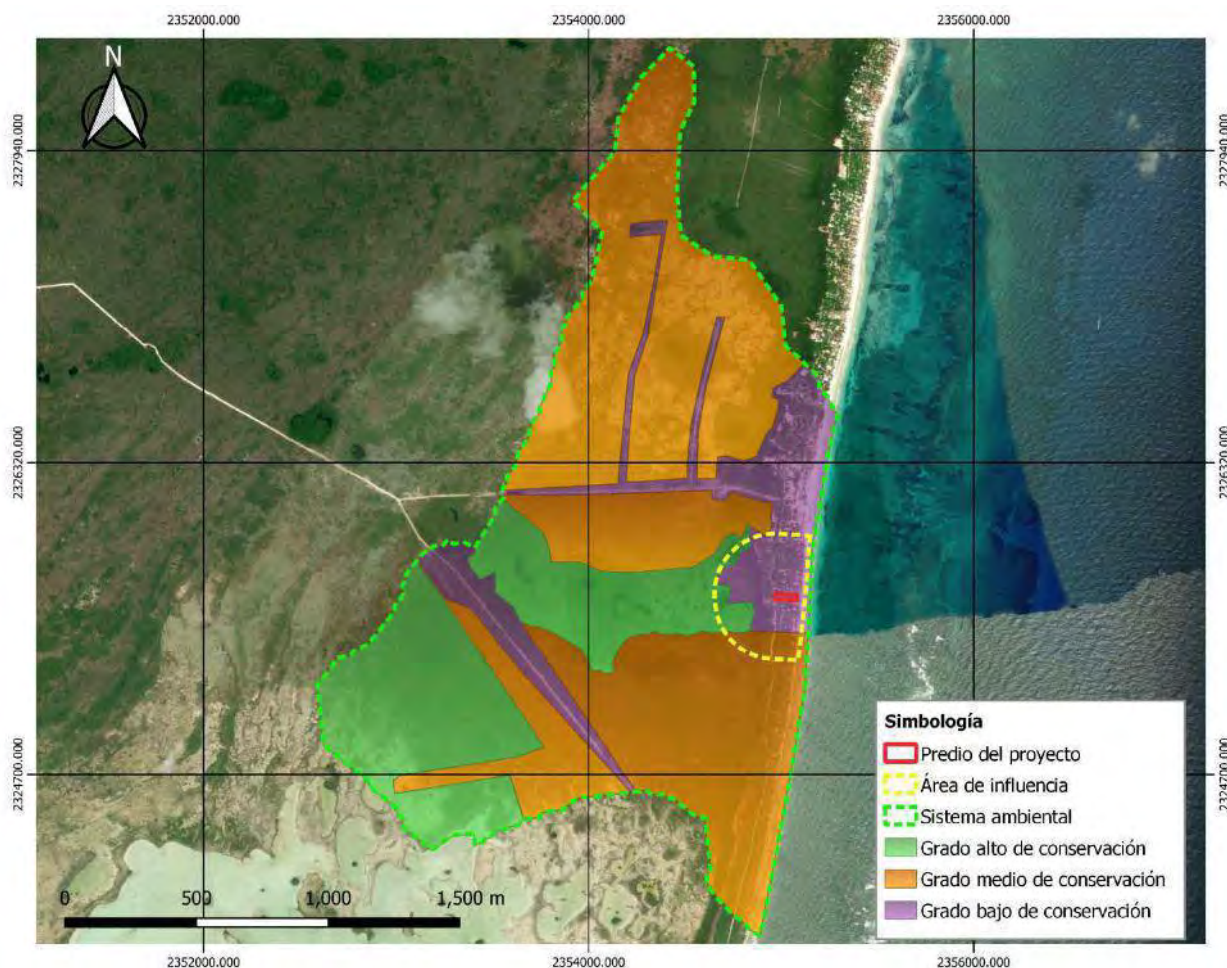
Refugio de ranas en los sitios con agua dulce al interior del predio del proyecto y sistema ambiental



Madrigueras entre rocas y en el suelo utilizadas por mamíferos pequeños como roedores

### **Estado de conservación de la zona para la fauna**

Dentro del sistema ambiental delimitado mismo que engloba el área de influencia y predio del proyecto presenta de manera general un buen estado de conservación en las zonas donde se sustenta el manglar, selva y cuerpos de agua con vegetación riparia, cabe mencionar que en particular para la franja donde se localiza el predio del proyecto presenta un alto grado de perturbación derivado a la fragmentación que se ha realizado en los últimos años por acciones de urbanización, construcción y operación de actividades turísticas, las cuales ejerce una presión a la fauna, misma que se ha desplazado hacia dichas zonas con un mejor estado de conservación en dirección Este y Sur con respecto a la ubicación del sitio del proyecto, por lo que sobre la franja urbanizada en la que se encuentra el predio motivo del presente estudio sustenta fauna con alta tolerancia a los factores de ruidos, olores, vibraciones y movimientos como parte de la dinámica antropogénica. Dicho lo anterior se desglosan 03 estados de conservación en el sistema ambiental delimitado, donde es posible mencionar que el predio se ubica en una sección con un bajo estado de conservación donde se observan especies tolerantes a los factores de perturbación, así como la existencia de especies de carácter exótico que se asocian a dichos factores perturbadores derivados de las actividades antropogénica. A continuación, se presenta de manera gráfica el estado de conservación de la fauna en el sistema ambiental:



**Figura 4. 65. Estado de conservación en el sistema ambiental.**

Con base al análisis de la composición faunística de la zona, sitios observados con potencial para el desplazamiento de la fauna, así como superficie del proyecto y sus colindancias directas es posible desglosar los siguientes apartados:

**a) Alteración de los hábitats, de lugares de reposo, alimentación y refugio.**

El predio del proyecto sustenta vegetación compuesta principalmente de palmeras y vegetación arbustiva de ornato como parte de las áreas verdes que conforman el terreno por lo que el predio no es considerado como una superficie con alto valor de conservación donde habite, repose y se alimente la fauna silvestre de la zona, esto derivado a que la vegetación existente no presenta características disponibles para gran parte de la fauna silvestre del sistema ambiental y es utilizada principalmente con área de percha temporal para la avifauna que sobrevuela la línea costera (en dirección Oeste al predio) en conexión con el área de mangle (en dirección Este del predio), aunado a esto el predio colinda hacia el norte y sur con otros terrenos con usos similares con palmeras así como la introducción de flora exótica para ornato, por lo que al momento de iniciar alguna modificación en el predio del proyecto durante la etapa de preparación y construcción se considera una alta oportunidad de que la fauna se desplazara a predios colindantes principalmente hacia la zona sur donde las condiciones del predio vecino son muy similares y posteriormente en esa misma



dirección se ubica el corredor biológico de la Reserva de La Biosfera Sian ka'an donde existe una mayor cobertura vegetal y menor perturbación, por lo que los animales son capaces de encontrar nuevos hábitats, zonas de reposo, áreas de alimentación y refugio en la zona.



Colindancia norte con el predio visto desde la vialidad de ingreso



Colindancia sur con el predio visto desde la vialidad de ingreso

#### **b) Eliminación o reducción de especies endémicas.**

En el sitio del proyecto desde años pasados ya contaba con un alto nivel de perturbación por el uso que ha tenido y la fragmentación que se tiene en la zona por la existencia hoteles, restaurantes, comercios, así como la vialidad por la que se ingresa al predio y construcciones de los vecinos colindantes, dicho lo anterior es posible mencionar que no se cuenta con la presencia y reconocimiento de alguna especie endémica en el área del predio ni sus colindancias, tampoco se tienen registros en las páginas de internet del municipio, portales de la SEMARNAT, CONABIO, CONANP, o bases de datos de Naturalista, The Reptil Database, IUCN entre otras.

#### **c) Desplazamiento de individuos o poblaciones.**

Por acciones del movimiento, ruido, luces y retiro de la capa orgánica del terreno en la sección que se pretende intervenir mediante la etapa de preparación del sitio, así como el uso de maquinaria, vehículos transportistas y trabajadores en distintas áreas del terreno en la etapa de construcción, es probable que algunos organismos sensibles a estos factores se desplacen alejados del proyecto principalmente en dirección Oeste y Sur.

- En dirección Oeste al cruce la vialidad de terracería y construcciones con uso de hotel sustenta una mayor cobertura de vegetal, así como la existencia de cuerpos de agua por lo que existe una alta posibilidad de que el desplazamiento se pueda realizar en dicha dirección.



Construcción con uso de hotel al cruce de la vialidad de terracería en dirección Oeste



Vialidad de terracería de acceso al predio en dirección Oeste



Condiciones actuales en dirección Oeste respecto al predio del proyecto posterior a la vialidad de terracería y hotel, mismo que se observa con cuerpos de agua y vegetación original



- En dirección norte existe una menor posibilidad del desplazamiento derivado a que se ubican terrenos donde se observan fincas con plantas de luz que operan durante horas continuas y actividades turísticas, mientras que en dirección Este se observa la playa por lo que no todo tipo de fauna se puede adentrar al mar y/o caminar por la arena sin zonas de refugio temporal.



Colindancia Norte del predio.







Colindancia Este del predio.



Se consideran las posibilidades del desplazamiento de la fauna contemplando un corredor biológico en dirección sur con respecto al predio del proyecto mismo que conecta hacia La Reserva de la Biosfera de Sian ka'an, mismo que se representa en la siguiente ilustración:

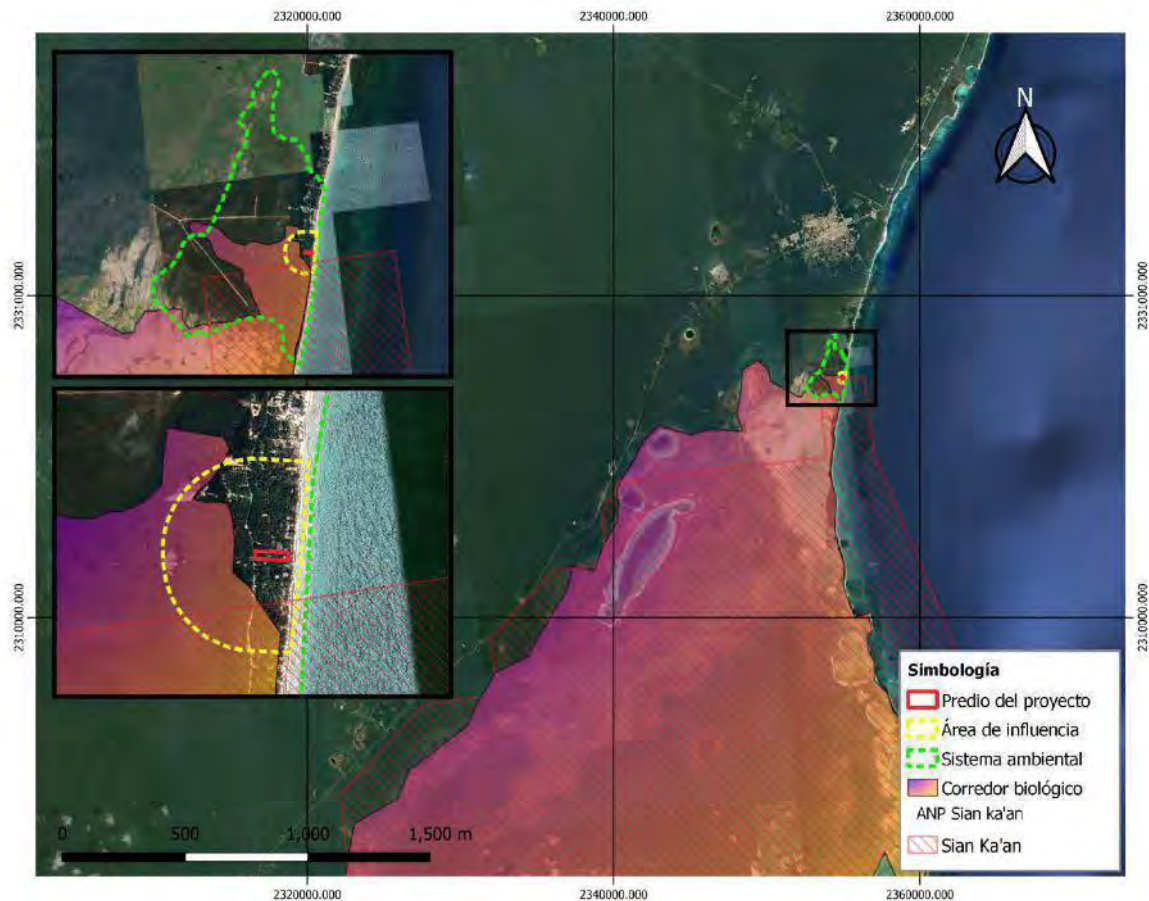


Figura 4. 66. Desplazamiento de la fauna y conexión con el corredor biológico.

### c) Modificación de la densidad poblacional.

Es importante mencionar que el predio presenta perturbaciones derivadas al uso constante como casa de campo, la existencia de flora ornamental y colindancia de predios con los mismos usos, por lo que todo el tiempo presenta factores como el constante paso de personas, mantenimientos a las

fincas y acciones de jardinería que impiden que el predio presente un alto grado de tranquilidad y la fauna anide en dicha superficie, Dicho lo anterior mediante los recorridos que se realizaron en el trabajo de campo es posible mencionar que no se observaron poblaciones de fauna habitando el sitio y aunado a lo anterior el proyecto en la etapa operativa no prevé afectación a la densidad poblacional de los organismos que conforman los diferentes grupos faunísticos de la zona, ya que no sustentará fauna invasiva o subproductos que pudieran influir en las normas de bioseguridad de la región.

#### d) Aislamientos de especies o individuos.

El proyecto colinda con otros terrenos que sustentan delimitación con troncos y malla ciclónica, aunado a esto en dirección a la playa no cuenta con alguna delimitación de tipo cerrada o barrera física por lo que la fauna silvestre puede cruzar en cualquier momento el predio de manera libre y no se verá afectado ningún individuo animal para realizar sus actividades cotidianas, tal como se mencionó en el apartado del desplazamiento de fauna se resaltaron las posibles rutas principales por la cual la fauna puede desplazarse sin contemplar aislamientos.

#### e) Especies invasoras.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) determina que se les llama especies exóticas a aquellas que no son nativas de un país o una región (en este caso México) a la que llegaron de manera intencional o accidental, generalmente como resultado de actividades humanas. Las especies exóticas que se establecen en un nuevo sitio, se reproducen y se dispersan sin control, causando daños al ecosistema, a las especies nativas, a la salud o a la economía, son llamadas especies exóticas invasoras la cual presentan las características que se muestra en la siguiente ilustración:



**Figura 4. 67. Características de los organismos invasores.**

En particular para el sistema ambiente y área de influencia del proyecto mediante trabajo de campo se observó 01 especie con categoría de organismo invasor en México como parte de los vertebrados que conforman el registro de la avifauna y se describen a continuación:

#### Fauna invasora

**Paloma (*Columba livia*):** actualmente en uno o más análisis de riesgo identifican a la especie como invasora de alto impacto en cualquier país o está reportada como invasora/plaga en México, aunado



a lo anterior la paloma ha sido identificada como reservorio natural para *Chlamydia psittaci*, responsable de la enfermedad que en los pericos se denomina psitacosis y en otras aves ornitosis (Acha y Szyfres 1977). La enfermedad puede ser contraída por los humanos al exponerse a sitios con acumulaciones de excremento de esta especie (Benenson 1978).



*Columba livia*

**Figura 4. 68. Especies invasoras registradas en el sistema ambiental.**

#### **IV.II.III Medio Perceptual**

La siguiente evaluación paisajística se basa en determinar la calidad, visibilidad y fragilidad visual del paisaje. La fragilidad visual se define como “la susceptibilidad de un paisaje al cambio o cuando se desarrolla un uso sobre él” (Cifuentes, 1979). Es la expresión del grado de deterioro que un paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. Mientras que la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio que se analiza, la fragilidad depende del tipo de actividad que se piensa desarrollar.

##### Visibilidad.

La principal zona visual sobre la que se enmarcará el proyecto será una zona turística con cierto grado de conservación, inmerso en vegetación la cual aun cuando no puede considerarse como vegetación forestal, cumple con condiciones que incrementan la calidad visual del sitio. El paisaje en general se clasifica como de topografía plana, en donde la densidad de la vegetación impide una visibilidad a grandes distancias; sin embargo las actividades antropogénicas que se han venido desarrollando durante los últimos años han ido eliminando la cubierta vegetal del área, generando espacios descubiertos como caminos o desarrollos turísticos, además de otras zonas con una menor densidad vegetal, permitiendo una visibilidad a mayores distancias.

##### Calidad paisajística.

Para la evaluación de la calidad visual del entorno paisajístico antes de la intervención del proyecto se utilizará el método del Visual Resource Management Program Bureau of Land Management (Smardon y col., 1986), la calidad visual se aplica a unidades de paisaje, definidas según la fisiografía y vegetación de la zona objeto de estudio. En cada unidad se valoran aspectos diversos como

morfología del terreno, vegetación, agua, etc., obteniéndose de acuerdo a su clasificación la calidad visual:

**Tabla 4. 27. Tabla de calidad visual**

<b>CALIDAD VISUAL</b>			
<b>Criterios</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
Formas del terreno	5	X	x
Vegetación	5	X	X
Agua	X	2	X
Color	5	X	X
Contexto Escénico	X	2	X
Rareza	X	2	X
Actuación Humana	X	X	5
<b>Valor numérico</b>	<b>26</b>		
<b>Valor Nominal</b>	<b>Clase A: el paisaje es de calidad ALTA, áreas con mucha variedad en la forma, color, línea y textura (de 20 en adelante).</b>		

Valor Nominal Clase A: el paisaje es de calidad Alta, áreas con mucha variedad en la forma, color, línea y textura (20 puntos en adelante).

#### **IV.II.IV. Diagnóstico ambiental**

Para complementar la caracterización del medio biótico y abiótico dentro del Sistema Ambiental (SA), se elaboró un Diagnóstico Ambiental (DA), a través del cual se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto.

La descripción de los componentes ambientales en el sitio del Proyecto, son una recopilación de la información obtenida y la generada en el sitio, con la que se ofrece una caracterización pre-operacional del área donde se establecerá el Proyecto, y que además funge como base para la identificación de los impactos potenciales, para el establecimiento de medidas de control, prevención, mitigación y compensación; y para los pronósticos ambientales.

El Diagnóstico Ambiental, es un complemento de esa caracterización del medio biótico y abiótico dentro del Sistema Ambiental, delimitado para el estudio y evaluación de impactos derivados de la ejecución del Proyecto; a través del cual, se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en su Área de Influencia.

El objetivo que pretende el DA es plasmar tanto de forma descriptiva como en imágenes y planos georreferenciados un modelo de estimación del estado actual y de la calidad de los componentes ambientales con los que interactuará el Proyecto, de acuerdo a la metodología empleada y los criterios profesionales del equipo de especialistas involucrados en el desarrollo de esta MIA.

### Metodología para la elaboración del DA

En el contexto ambiental demarcado por el Sistema Ambiental del Proyecto, el DA se desarrolló mediante la aplicación de criterios ambientales a la información geográfica de los componentes presentes, de manera que se valorara la importancia de los recursos bióticos y abióticos.

Cabe mencionar que, para el análisis estructurado del medio, el ambiente fue dividido en dos Sistemas: Físico y Socioeconómico, y cinco Subsistemas: Inerte, Biótico, Perceptual, Sociocultural y Económico. A cada uno de estos Subsistemas pertenecen una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, es decir, los elementos o cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por las acciones impactantes del proyecto.

**Tabla 10. Componentes del entorno**

Sistema	Subsistema	Componente
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera
		Geomorfología
		Hidrología
		Suelo
	Medio Biótico	Flora
		Fauna
	Medio Perceptual	Paisaje
Medio Socio-Económico	Medio Sociocultural	Infraestructura
		Sociocultural
	Medio Económico	Medio Económico

Posteriormente, se procedió a realizar una valoración de los componentes ambientales, de forma que esta ponderación sea contemplada a la hora de realizar la pre evaluación de los impactos ambientales.

La valoración de los componentes ambientales Atmósfera, Suelos, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje, Socioeconómico y Cultural, comenzó con una ponderación global de cada uno respecto a su influencia dentro de la dinámica local, de forma que a cada componente se le asignó su propio peso con base a la metodología de Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés –*Analytic Hierarchy Process*).

El AHP, es una metodología de análisis multicriterio desarrollada a fines de la década del 70 por Thomas L. Saaty (Saaty, 1994; Saaty & Vargas, 1994; Bhushan & Rai, 2004). A grandes rasgos, la

metodología emplea matrices cuadradas de comparación por pares, para evaluar la importancia de un componente sobre otro en consideración de un criterio a la vez.

1. Se plantea la meta global, que para este caso es la jerarquización de los componentes ambientales en el SA según su importancia, y se especifican los criterios empleados para comparar y evaluar los componentes. Los criterios que han sido considerados en este estudio son los siguientes:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- Fragilidad: endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural

2. Se establece la importancia relativa de cada criterio, mediante la comparación por pares de cada criterio; para ello el mismo Saaty desarrollo una escala fundamental para las comparaciones por pares, con valores comprendidos entre el 1 y el 9, asociados a una importancia comparativa, tal como se presenta en la siguiente Tabla.

**Tabla 11. Escalas de comparación de Saaty**

Valor	Significado	Descripción
9	Absolutamente más importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo
7	Mucho más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo
5	Más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo
3	Ligeramente más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo
1	Igual o diferente a	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo
1/5	Menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo



1/7	Mucho menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo
1/9	Absolutamente menos importante que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo

En la escala también se consideran importancias intermedias, para los cuales se pueden asignar los valores 2, 4, 6 u 8, o sus valores recíprocos (1/2, 1/4, 1/6, 1/8).

3. Las comparaciones por pares de los diversos criterios generados en el paso 2 se organizan en una matriz cuadrada, denominada comúnmente como matriz de comparación por pares, como se ejemplifica en a continuación.

	C1	C2	C3
C1	1		
C2		1	
C3			1

**Figura 4. 69. Matriz de comparación por pares genérica**

4. Se calculan los pesos de los criterios. Para ello se realizan las siguientes operaciones:

i) suma de valores en cada columna de la matriz comparaciones pareadas, ii) división de cada elemento de la matriz entre el total de su columna. Este resultado es referido como la “matriz normalizada de comparaciones pareadas, y iii) cálculo del promedio de los elementos de cada renglón de la matriz normalizada. Esto es, dividir la suma de las calificaciones normalizadas de cada renglón entre el número de criterios. Estos promedios proveen una estimación de los pesos relativos del criterio comparado. Usando este método, los pesos son interpretados como el promedio de todas las maneras posibles de comparar el criterio.

5. Estimación de la consistencia. En este paso se analiza si las comparaciones son consistentes. Para ello se debe determinar el vector de la suma ponderada, multiplicando el peso del primer atributo por la primera columna de la matriz de comparaciones pareadas, el peso del segundo atributo por la segunda columna y el peso del tercer atributo por la tercera columna de la matriz original. Finalmente, se suman estos valores sobre los renglones. Posteriormente se determina el vector de consistencia, para el cual se divide el vector de la suma de pesos entre los pesos de los criterios determinados previamente. Finalmente, se debe calcular el índice de consistencia (IC). Para calcular IC debe obtenerse primero el valor de Lambda ( $\lambda$ ) que es el promedio del vector de consistencia. El cálculo de este índice se basa en la observación de que  $\lambda$  es siempre mayor o igual al número de criterios bajo consideración ( $n$ ) para matrices positivas y recíprocas, y  $\lambda = n$  si la matriz de comparaciones pareadas es consistente. Consecuentemente,  $\lambda - n$  puede considerarse una medida del grado de inconsistencia. Esta medida puede ser normalizada como sigue:

$$IC = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

donde IC es el índice de consistencia. Este índice provee una medida de la consistencia. Ahora se debe calcular la proporción de consistencia PC, mediante la siguiente ecuación:

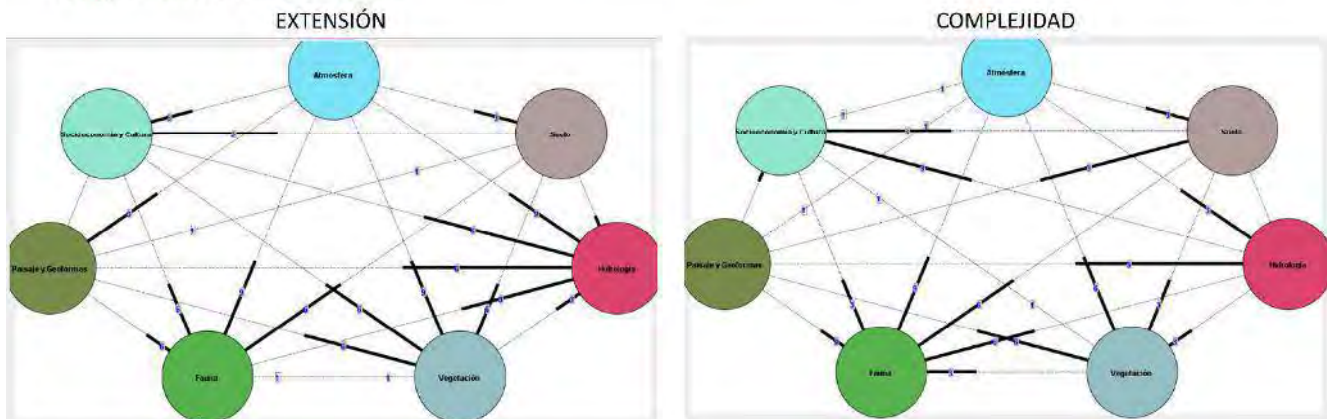
$$PC = \frac{IC}{IA}$$

donde IA es el índice de azar, esto es el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generada aleatoriamente. Saaty también ha determinado una relación de índices en función del número de elementos que son comparados. Un valor de  $PC < 0.10$  indica un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas;  $PC > 0.10$ , indica inconsistencia en los juicios.

Una de las principales ventajas de usar este método de comparaciones pareadas es que sólo se consideran dos criterios a la vez. No obstante, si se comparan muchos criterios, el método se hace muy largo. Con  $n$  criterios se tienen  $n(n-1)/2$  comparaciones. En este caso, con los 8 criterios de evaluación considerados, se requieren 28 comparaciones pareadas. A fin de facilitar el procesamiento de la información, se ha realizado el análisis en un software de uso libre denominado “PriEsT – A Priority Estimation Tool” (Siraj, 2013), basado completamente en el Proceso Analítico Jerárquico.

Conforme a los resultados que arrojó el PriEsT una vez ejecutados todos los pasos de la metodología del AHP, se ha determinado un peso específico para cada uno de los componentes que conforman el Sistema Ambiental del Proyecto, lo que representa su nivel de relevancia a la dinámica local del ecosistema respecto a los demás componentes. La ponderación de los componentes ambientales es la que se presenta en la Tabla más adelante. La proporción o índice de consistencia obtenido con el software es de 0.03, lo que de acuerdo a la metodología, es una jerarquización consistente.

En las siguientes figuras, se muestran los resultados de los análisis de las comparativas por pares bajo cada criterio, de forma que en la siguiente tabla se presentan los pesos ponderados de los componentes ambientales.





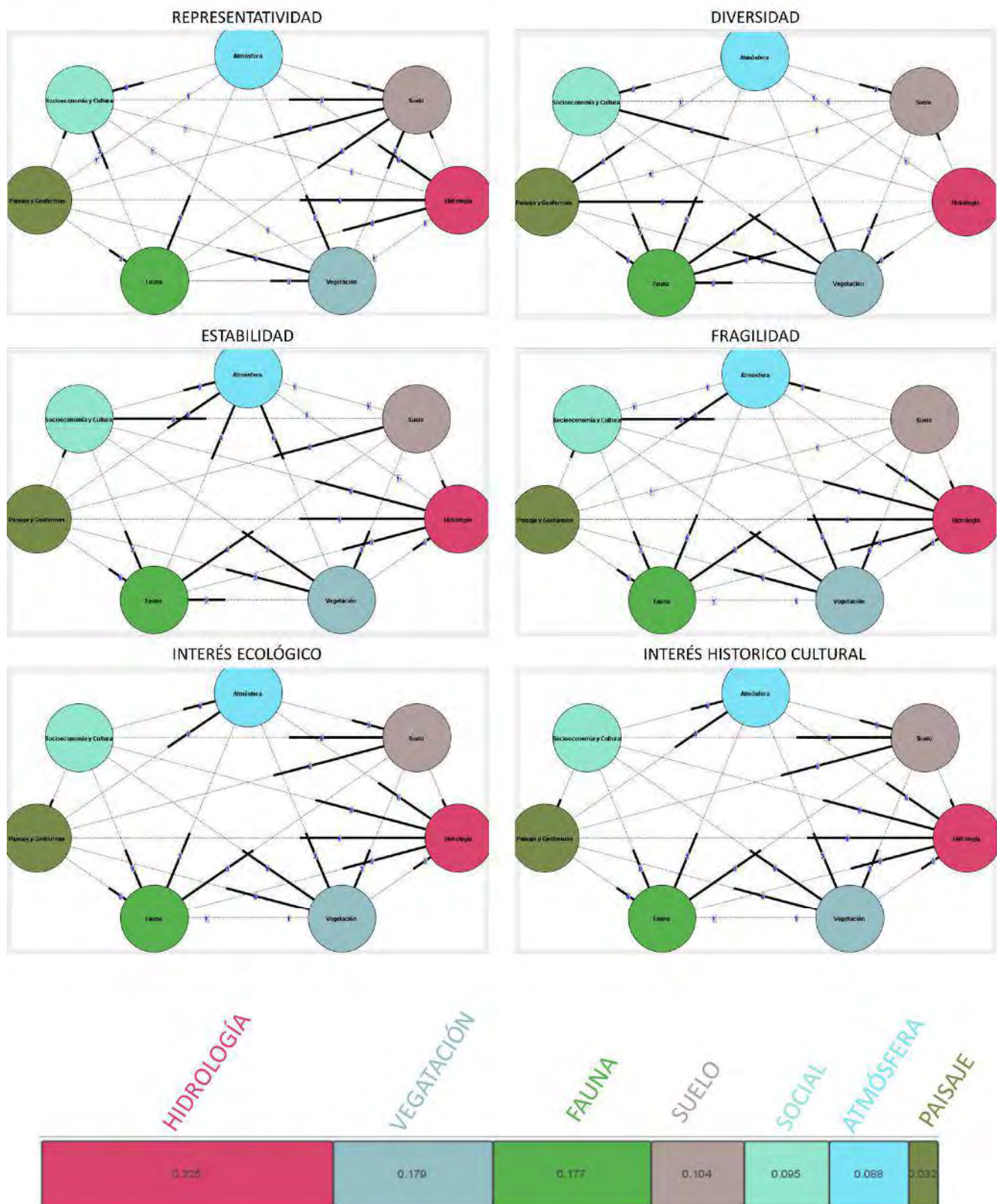


Figura 4. 70. Comparativa por pares y determinación de relevancia ambiental

A fin de facilitar el procesamiento de la información, se ha realizado el análisis en un software de uso libre denominado “*PriEsT – A Priority Estimation Tool*” (Siraj, 2013), basado completamente en el Proceso Analítico Jerárquico.

Conforme a los resultados que arrojó el *PriEsT* una vez ejecutados todos los pasos de la metodología del AHP, se ha determinado un peso específico para cada uno de los componentes que conforman el Sistema Ambiental del Proyecto, lo que representa su nivel de relevancia a la dinámica local del ecosistema respecto a los demás componentes. La ponderación de los componentes ambientales es la que se presenta en la siguiente Tabla.

**Tabla 12. Ponderación de los componentes ambientales respecto a relevancia en el SA**

<b>No.</b>	<b>Componente</b>	<b>Peso Ponderado (%)</b>
1	Hidrología	32.5
2	Vegetación	17.9
3	Fauna	17.7
4	Suelos	10.4
5	Socioeconómico y cultural	9.5
6	Atmósfera	8.8
7	Paisaje y Geoformas	3.2
<b>Proporción de Consistencia (PC) = .035 → Consistente</b>		

Los componentes Hidrología y Vegetación son los que representan mayor importancia en el ambiente en consideración de su extensión, complejidad, representatividad, diversidad, estabilidad, fragilidad, interés ecológico e interés histórico-cultural (criterios considerados para la ponderación). Le sigue la Fauna, Suelo, Social, Atmósfera y Paisaje en la jerarquización de los componentes. Esta información además de ser de importancia para la elaboración del Diagnóstico Ambiental, se utilizará en la asignación de Unidades de Importancia Ambiental (UIP), durante la evaluación de los impactos ambientales generados por el Proyecto.

Se asignó un peso ponderado para los componentes ambientales, el siguiente paso consistió en generar un listado de criterios integrados por diversos factores que influyen directamente sobre la calidad del componente. Estos nuevos criterios también fueron elegidos por el equipo de profesionales que participó en la elaboración de la MIA, y su principal característica es que los factores que los integran son identificables y ubicables en los planos cartográficos, modelos generados para el SA, y/o en las imágenes satelitales cargadas en el Sistema de Información Geográfica del Proyecto. De esta manera, cada criterio constituye una capa (*shape*) que será procesada en el SIG para la definición de los rangos de calidad ambiental estimados.

Una vez definida la lista de criterios y factores a considerar, se repartió el valor del peso ponderado de cada componente entre los criterios que lo integran, de acuerdo al nivel de influencia que tiene el criterio sobre la calidad del componente. Posteriormente, el equipo de trabajo evaluó y designó un valor para cada factor, denominado “Valor de Importancia”, en una escala de 0 a *n*, siendo *n* el



valor del criterio correspondiente, y que además representa el mayor aporte al estado de calidad del componente, respecto al criterio evaluado; mientras que 0 equivale a un nulo aporte al estado de calidad.

A fin de darle una proporcionalidad adecuada a los factores, se multiplicó el Valor de Importancia de cada uno de los factores por el valor del criterio que lo contiene. Al producto de esta operación se la ha denominado “Valor Ponderado”. A continuación, en la aplicación de ArcMap del software ArcGIS, se asignaron los valores ponderados de los factores al vector(es) que los representa digital y geográficamente, por componente ambiental.

Para la obtención del Diagnóstico Individual de cada uno de los componentes, todos los shape que lo conforman fueron sobrepuestos y transformados en operaciones matemáticas (sumatorias) de los Grids (matrices representativas de píxel a 10 metros) en el SIG, resultando diversos valores que fueron clasificados en 5 rangos asociados a una etiqueta lingüística que describe el estado de calidad estimado del componente dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, los cuales van desde un rango bajo a un rango alto, pasando por valores intermedios (medio bajo, medio y medio alto). En otras palabras, el rango de calidad para la clasificación del área por componente, resulta de la sumatoria del valor de las cualidades esperadas, o, por el contrario, la carencia de las mismas, correspondientes a los factores considerados.

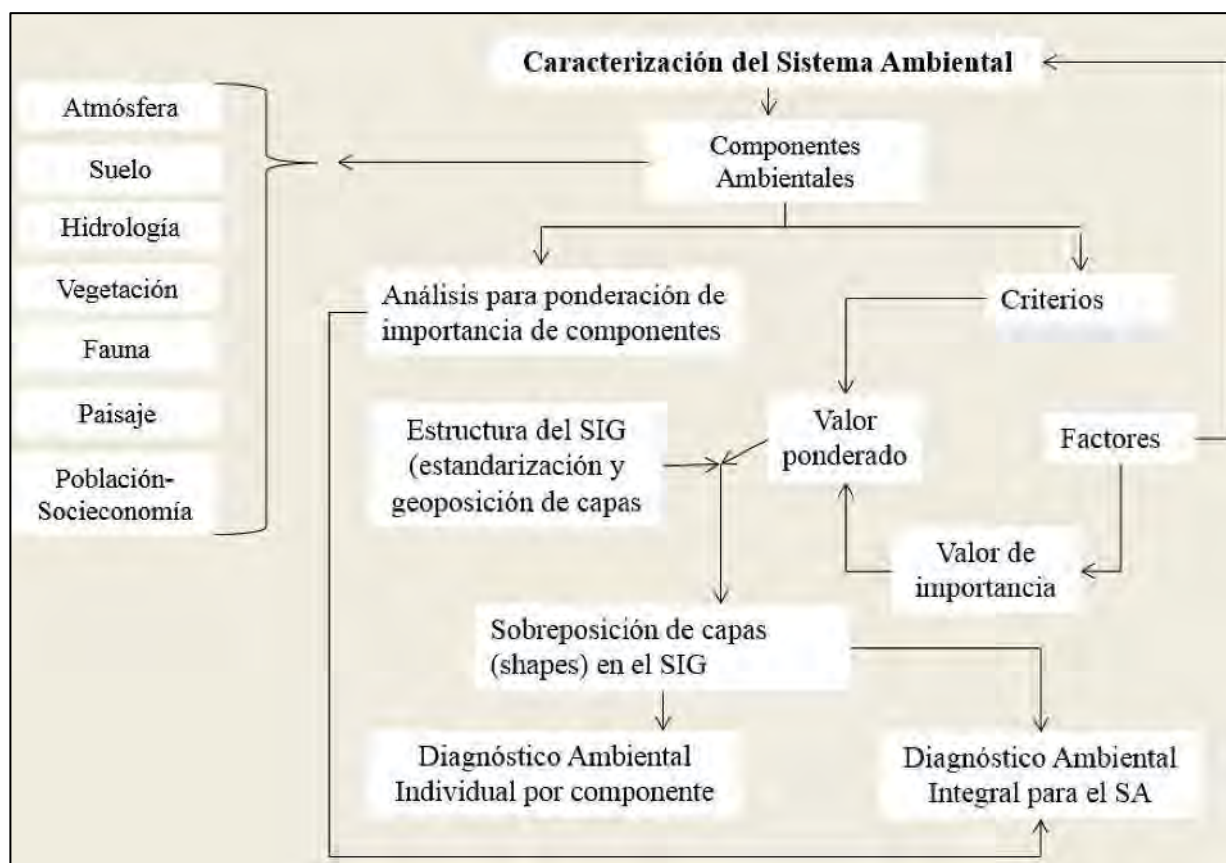
Cabe hacer la aclaración de que la mayoría de los Criterios provienen de planos, modelos o metadatos presentados en la descripción de cada componente ambiental presentada en su respectiva sección del Capítulo IV de la MIA.

Una vez generados los Diagnósticos Individuales de todos los componentes, fueron validados por el equipo antes de pasar al siguiente punto. Luego, se les asignó a cada uno en el SIG su correspondiente peso ponderado, relativo a su relevancia dentro del SA y enseguida se integraron todos en un solo modelo, que se realizó al sobreponer los *shapes* de los Diagnósticos Individuales y luego se sumó con los Grids y se clasificaron los valores resultantes en cinco rangos, se empleó el método de rupturas naturales<sup>1</sup> con lo cual se generó así el Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I) del SA del Proyecto.

Con la finalidad de resumir y esquematizar la metodología empleada para la elaboración del DA-I, se presenta el procedimiento seguido que dio origen a los Diagnósticos Individuales de los componentes ambientales y finalmente al Diagnóstico Ambiental Integrado.

---

<sup>1</sup> Rupturas naturales (Jenks), es un método de clasificación estándar en ArcGis donde las clases de cortes naturales se basan en las agrupaciones naturales inherentes a los datos. Los cortes de clase se caracterizan porque agrupan mejor los valores similares y maximizan las diferencias entre clases. Las entidades se dividen en clases cuyos límites quedan establecidos donde hay diferencias considerables entre los valores de los datos. (Fuente: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/mapping/symbols-and-styles/data-classification-methods.htm#>, recuperada el 10/03/2017)



**Figura 4. 71. Procedimiento para la generación del Diagnóstico Ambiental Integrado**

A continuación, se describen los diagnósticos individuales de los componentes ambientales dentro del Sistema Ambiental del Proyecto; pero antes se presenta un mosaico con los modelos generados en el SIG para los diagnósticos individuales de cada componente. En esta imagen se muestran los valores resultantes del análisis en bruto, del mínimo al máximo valor obtenido y en una escala de grises, con el único fin de mostrar la gama de resultados y el nivel de detalle generado en los modelos conforme a la metodología empleada. La información contenida en estos modelos condujo a la generación de los Diagnósticos Individuales de cada componente, presentados en sus respectivas secciones, que muestran los rangos de calidad resultantes a partir de una partición de rupturas naturales (Jenks) de los valores entre los cinco rangos propuestos, como anteriormente fue descrito, es decir, la escala de valores que resultó para cada componente se dividió en cinco categorías, y se asoció una etiqueta lingüística y un color específico a cada categoría, las cuales van de la Calidad Baja a la Calidad Alta, pasando por valor intermedios (Media Baja, Media y Media Alta).

A continuación, se describe el Diagnóstico Individual de los componentes ambientales dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, y se presentan las imágenes generadas en el SIG que muestran la calidad de cada componente.

### **Diagnóstico Ambiental por componentes**

## Atmósfera

En consideración a los criterios catalogados anteriormente la calidad atmosférica en el Sistema Ambiental es el resultado de los elementos antrópicos y físicos que interactúan en torno a éste, tales como, emisiones de gases contaminantes y polvos fugitivos, además de la capacidad del medio natural para absorber efectos negativos a la atmósfera. Para este componente, las actividades humanas son los factores principales que degradan la calidad de la atmósfera. De esta manera, se consideró la calidad del aire como principal capa de información para determinar la calidad ambiental del sitio.

Conforme a los datos anteriormente mencionados, el modelo resultante de dicho análisis para el Diagnóstico Ambiental específico para el componente Atmósfera, se puede observar en la siguiente Figura que en su mayoría, el SA presenta superficies con calidad Alta, debido principalmente a la cobertura de la vegetación. También se puede apreciar que la zona turística, en donde ha existido una pérdida progresiva de la cubierta vegetal para el desarrollo de complejos turísticos y de obras complementarias como caminos, presenta una calidad ambiental que va de la Media a Mala con referencia al resto del SA.

Por último, se puede apreciar a lo largo del SA algunas zonas con una calidad Media, las cuales corresponden a zonas con menor densidad vegetal, y o cuerpos de agua.

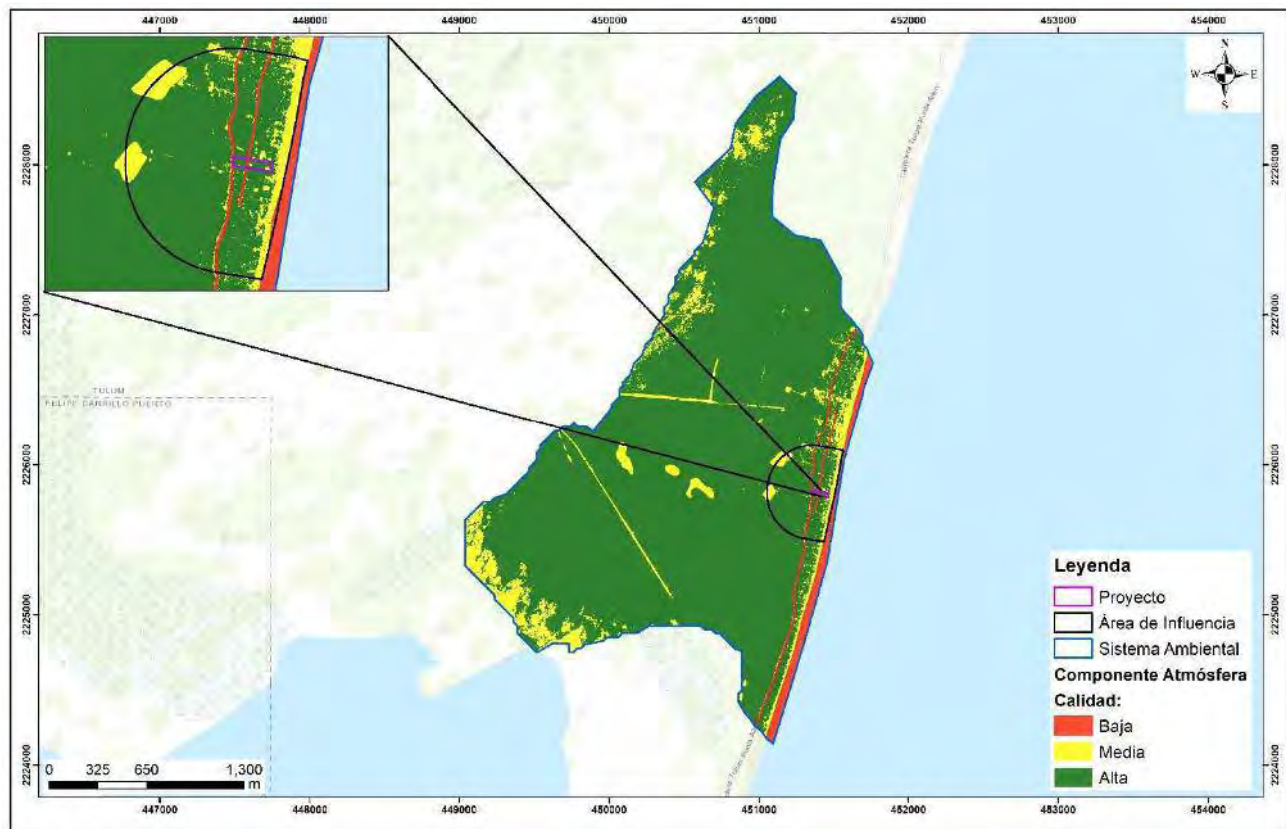


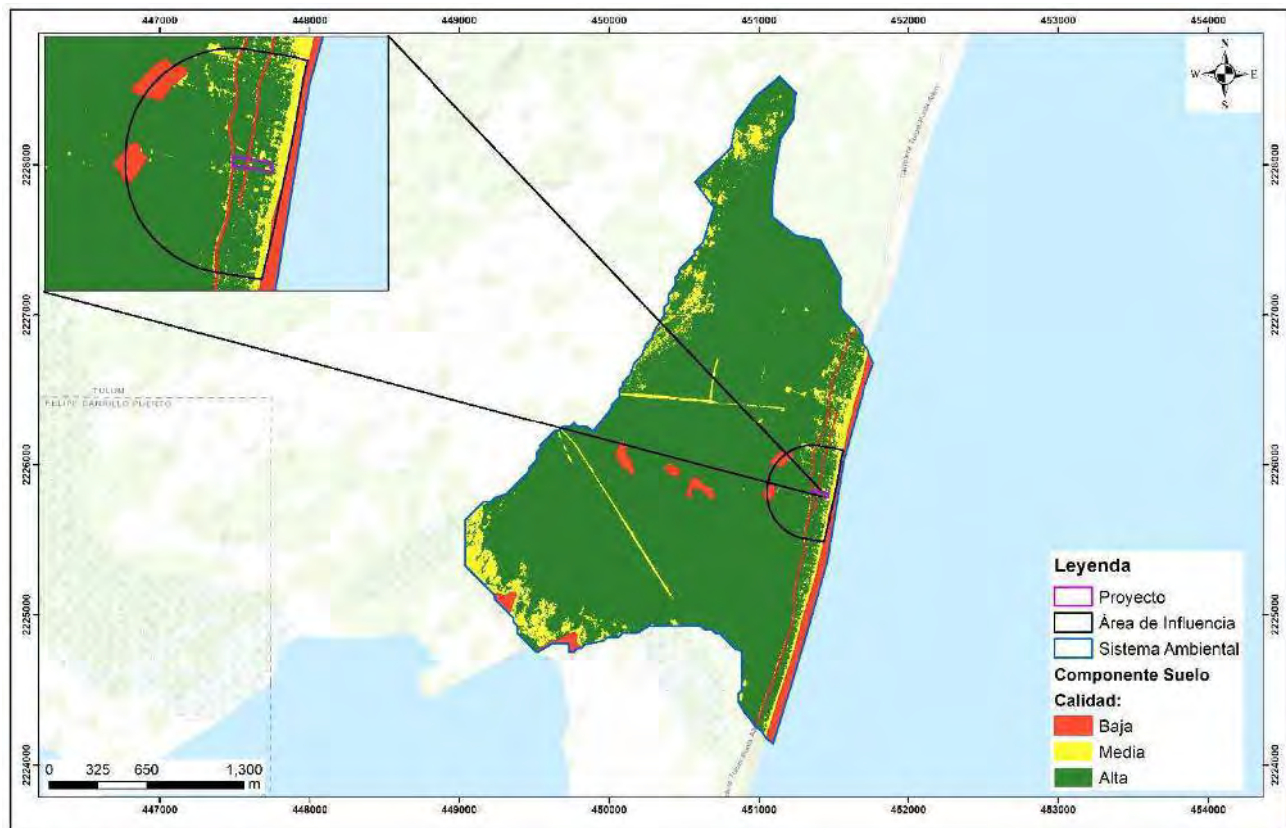
Figura 4. 72. Diagnóstico Individual para el componente Atmósfera

## Suelo

La calidad catalogada al componente suelo está determinada por un factor considerado principalmente; siendo erosión actual del suelo, el cual es un modelo generado a partir de la susceptibilidad del suelo a la lluvia (factor R), erodabilidad del suelo (factor K), longitud de la pendiente (factor LS), tipo de cobertura vegetal (factor C), todo ello obtenido de los distintos muestreos, análisis e interpretación obtenidos de manera bibliográfica y en el sitio del Proyecto.

En forma general en el Sistema Ambiental, se observa la presencia casi en su totalidad de Alta calidad debido a que la mayoría del SA corresponde a zonas conservadas en donde el suelo se encuentra cubierto por vegetación forestal, conservando así sus condiciones naturales. También se puede observar que la franja costera del SA, la cual corresponde a la Zona Hotelera de Tulum, presenta una disminución en su calidad referente al componente Suelo, propiciado principalmente por la pérdida del suelo en sitios donde existe desarrollo urbano, y por las constantes actividades antrópicas que generan una constante presión y degradación del suelo. En cuanto a las áreas con calidad Baja y Media, inmersas en la zona forestal, estas corresponden a cuerpos de agua o zonas en donde existe carencias de suelo.

En la siguiente Figura se presenta el modelo de la erosión actual determinada para el Proyecto “Casa Chachalacas”.



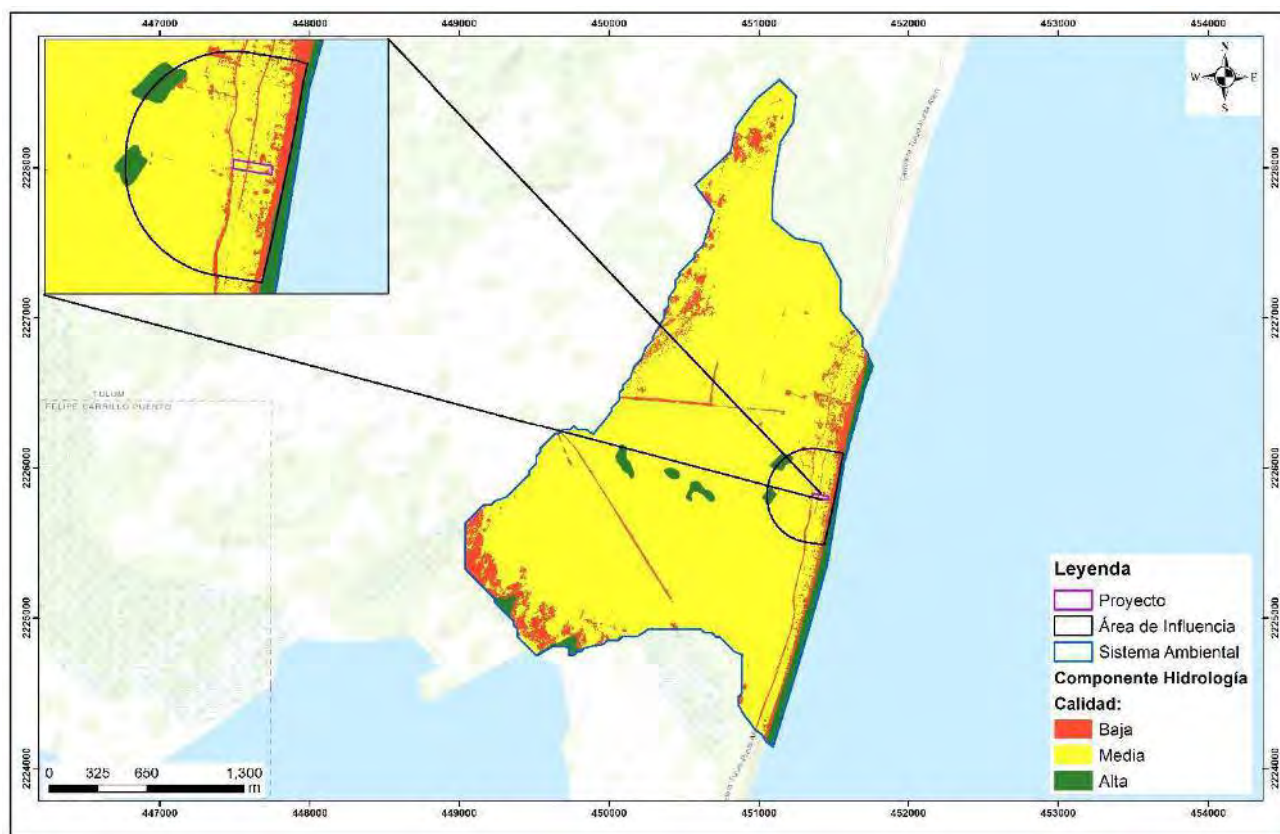


**Figura 4. 73. Diagnóstico Individual para el componente Suelo**

### Hidrología

Para valorar la calidad del componente hidrológico dentro del SA, se ha considerado la disponibilidad superficial. La disponibilidad de agua superficial está relacionada a la presencia de cuerpos de agua y corrientes intermitentes y/o perenes presentes en la huella del Proyecto y en el Sistema Ambiental.

Al conjuntar y procesar la información de los valores asignados para cada elemento considerado en el modelo, en el SA se presenta en forma dominante superficies con rango de Media calidad, esto debido a que aun cuando se consideran áreas que no corresponden a cuerpos de agua, son áreas con tipos de vegetación que se encuentran sumamente asociadas a la hidrología del lugar, como lo es el Manglar. Las zonas que se pueden apreciar como de Alta calidad corresponden a cuerpos de agua como Cenotes, los cuales guardan un alto grado de conservación. Por último, las zonas correspondientes a la Zona Hotelera, presentan calidad Baja, debido a que las actividades antrópicas generan un constante impacto sobre la calidad del agua, generando contaminación del agua disponible. En la siguiente Figura se presenta la valoración de la calidad ambiental del componente Hidrología.



**Figura 4. 74. Diagnóstico Individual para el componente Hidrología**

## Vegetación

La vegetación, de acuerdo a la metodología empleada para la ponderación de los componentes ambientales dentro del SA, es el segundo componente de mayor relevancia relativa, por lo que los criterios considerados para la generación del Diagnóstico Ambiental Individual son igualmente importantes. En ellos se determina básicamente la presencia o ausencia de vegetación, su degradación a causa de actividades antrópicas, el tipo de cobertura que se presenta (cerrada, abierta o dispersa), y una valoración en función de la capacidad de regeneración natural de cada tipo de vegetación presente.

De forma generalizada, el SA presente calidad Alta, debido la cobertura vegetal de las zonas conservadas del manglar, mientras que se puede apreciar de manera muy clara, que la línea costera, la cual corresponde a la zona turística presenta una degradación de la calidad hasta un nivel Bajo. Esta zona se encuentra delimitada por el camino de la zona hotelera, del cual se puede observar una zona de afectación hacia el Oeste de aproximadamente 50 m, los cuales presentan un alto grado de perturbación como consecuencia de la presión que ejercen las actividades antrópicas. Por último, se puede apreciar algunas zonas con calidad Media, las cuales representan zonas con menor densidad vegetal y zonas que presentan cierto grado de perturbación.

A continuación, se presenta el DA individual de la vegetación dentro del SA.

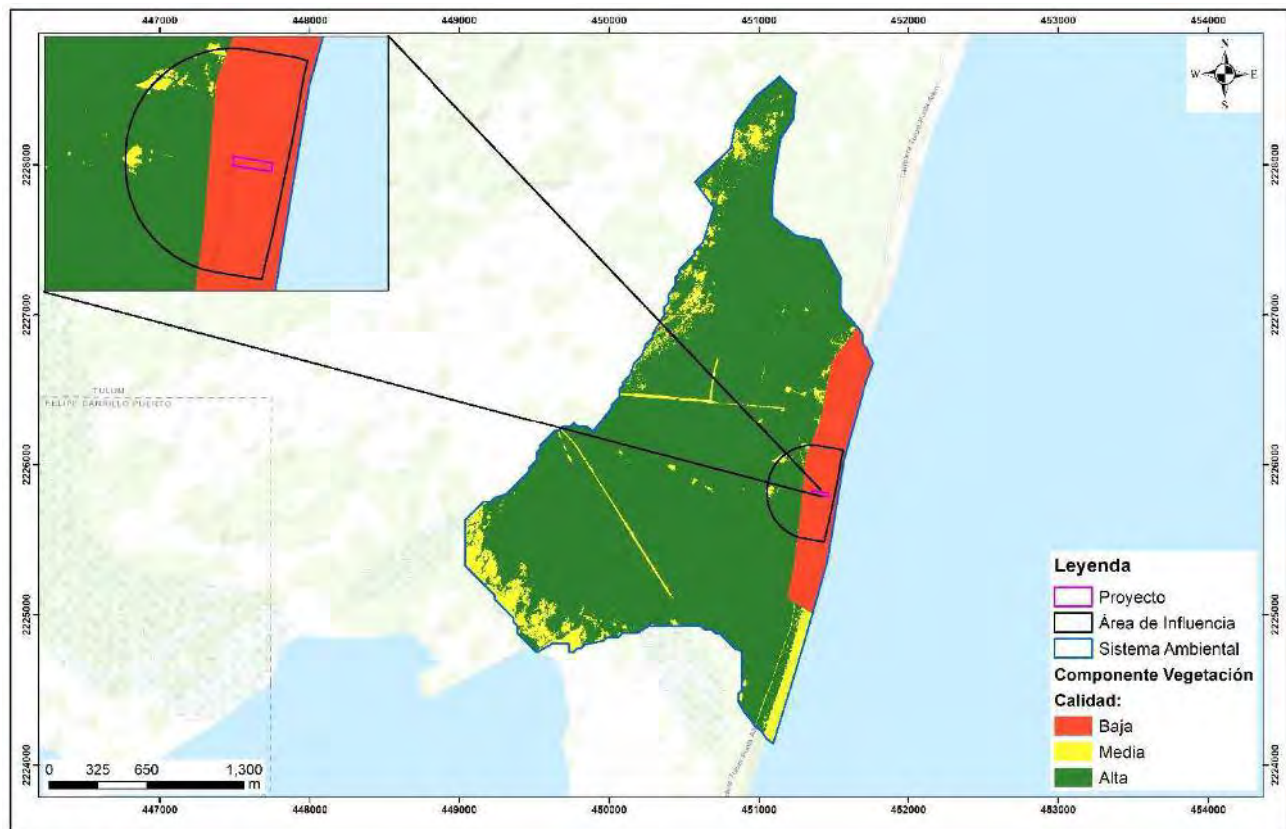


Figura 4. 75. Diagnóstico Individual para el componente Vegetación

## Fauna

La calidad del componente fauna fue evaluada con base en dos criterios; el primero refiere al índice de Shannon y las áreas con mayor potencial de distribución de la fauna.

Tomando lo anterior como base para el análisis de la calidad ambiental actual en la huella del Proyecto, se realizó un modelo en el que se destacan las áreas con una mayor calidad para el desarrollo del componente fauna con respecto al uso de suelo y vegetación, sumado a los distintos resultados de los métodos estadísticos realizados para los distintos grupos zoológicos en el Proyecto.

La aplicación de la información obtenida mediante análisis bibliográfico y la información obtenida con los muestreos en campo, se concluye que para el componente Fauna, el Proyecto cuenta con rangos de calidad ambiental que van desde Baja hasta Alta, distribuidos de forma muy similar al Diagnostico de Flora, puesto que la presencia de vegetación se encuentra altamente relacionado a la presencia de fauna y la creación de hábitats aptos para su desarrollo. En este sentido se puede apreciar que las zonas conservadas de Manglar representan áreas de Alta calidad, mientras que el área turística corresponde a zonas que van desde la calidad Media a Baja. En la siguiente Figura se detalla lo anteriormente descrito.

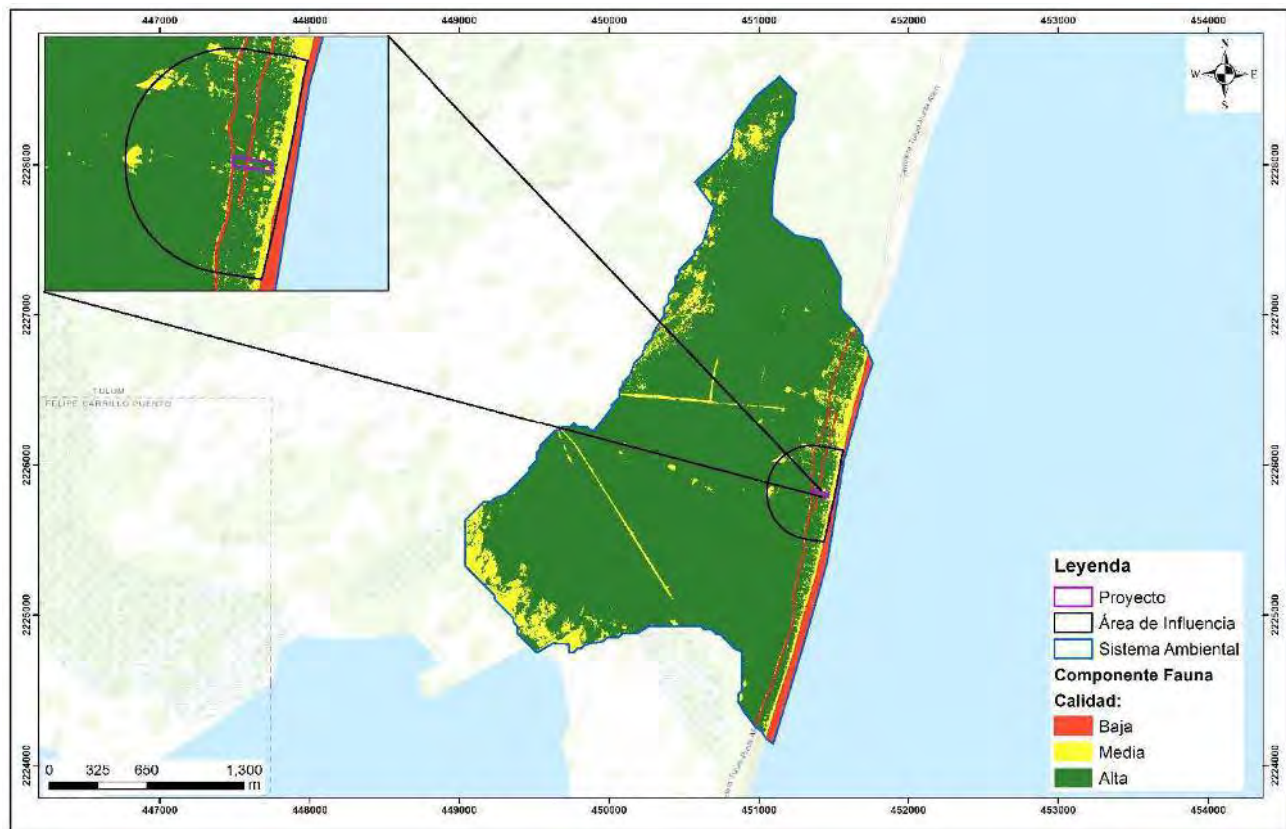


Figura 4. 76. Diagnóstico Individual para el componente Fauna

## Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I)

Para la integración de los diagnósticos individuales que dan origen al diagnóstico ambiental general del Sistema Ambiental, se han tomado los valores de los Grids de los modelos de cada componente y se han multiplicado por su respectivo peso ponderado. Es importante resaltar que la multiplicación se hace con el fin de comparar en la escala adecuada a los valores resultantes en los modelos de cada componente ambiental. En otras palabras, se compatibilizan las escalas de valores mostrados anteriormente y posteriormente se suman para generar el Diagnóstico Ambiental Integrado. Una vez realizadas las operaciones matemáticas sobre los Grids de cada modelo, la escala de valores resultantes se vuelve a dividir en cinco categorías homogéneas naturales, y se asigna un rango de calidad a cada categoría. De esta manera, son los valores de cada modelo y no los grados de calidad mostrados en las figuras de los diagnósticos ambientales individuales de los apartados previos, los que influyen directamente sobre el Diagnóstico Ambiental Integrado, puesto que para el DA-I se ha generado su propia clasificación.

Habiendo empleado la información geográfica disponible y generada para el área de estudio, y procesándola en el Sistema de Información Geográfica mediante el software especializado (ArcGIS), se obtuvo un diagnóstico del estado (estimado o modelado) que guarda el medio ambiente, que servirá de referencia para la modelación de los escenarios futuros, a partir de la estimación de los impactos ambientales generados por el Proyecto una vez que esté en desarrollo, y con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación.

Las características que se presentan en cada una de las clasificaciones de Calidad Ambiental son:

Media Alta y Alta calidad ambiental:

- Alta calidad atmosférica donde la generación de ruido que se genera es de forma natural, donde la generación de polvos no es resultado de actividades humanas.
- Alta calidad del suelo, se encuentran sitios catalogados sin degradación aparente y baja erosión hídrica.
- Alta calidad de la vegetación donde la cobertura vegetal se presenta de forma cerrada y por ende zonas conservadas con nula degradación e influencia antrópica.
- Media-alta y alta calidad en el componente fauna, sitios conservados ideales para el establecimiento de hábitats de especies animales, donde la influencia de actividades antrópicas es baja o nula.
- Medio-alta y alta calidad paisajista donde los componentes ambientales poseen alta calidad por la variedad en la forma, color y línea. La fragilidad ambiental en esta superficie es alta puesto que la capacidad de absorción y respuesta frente a intervenciones antrópicas es baja.

Media calidad ambiental:

- Sitios con cobertura vegetal catalogada como abierta, por ende, zonas moderadamente conservadas.
- Sitios moderadamente conservados para el establecimiento de hábitats de fauna.



- Moderado grado de erosión del suelo, siendo no mayor a 50 toneladas por año.

Media-Baja y Baja calidad ambiental:

- Presencia de baja calidad atmosférica dada a la alta actividad humana donde se genera ruido artificial esporádico y constante, además de generación de polvo, gases, entre otros.
- Baja calidad del suelo puesto a la alta degradación física del suelo por pérdida de la función productiva resultado de urbanización y actividades turísticas. Degradación por erosión hídrica con pérdida del suelo superficial.
- Baja calidad de la vegetación puesto a las intensas y extensas actividades antrópicas que se desarrollan, tales como, caminos, actividades turísticas, etc., y por ende la baja cobertura vegetal.
- Media-baja y baja calidad en el componente fauna, esto en consideración a la alta influencia a zonas donde se desarrollan actividades antrópicas por lo cual existe de forma inevitable el ahuyentamiento a la fauna, dichas zonas se consideran como no aptas para el establecimiento de hábitas para estos (as) especies animales.
- Baja calidad Paisajista en consideración a la baja calidad ambiental dada a las acciones antrópicas que modifican y no añaden calidad visual al escenario paisajista que se presenta. Del mismo modo la moderada fragilidad del paisaje donde la capacidad de absorción y respuesta frente a intervenciones antrópicas es moderada.

En consideración al análisis e integración de los componentes valorados se obtiene como resultado final la calidad ambiental que se presenta en el Proyecto. Como se puede observar en la siguiente Figura, en la mayor parte de la superficie del Proyecto se encuentra en una calidad ambiental Alta, con algunos indicios de calidad Media Alta en el Este del SA, y áreas con menor calidad (Media, Media Baja y Baja) en las zonas con mayor crecimiento urbano y turístico del SA, debido a que estas presentan altos niveles de presión sobre los componentes y recursos naturales presentes, además de generar afectación indirecta sobre la flora y fauna de la región. En la siguiente Figura se presenta el Diagnóstico Ambiental Integrado para el Proyecto “Casa Chachalacas”.

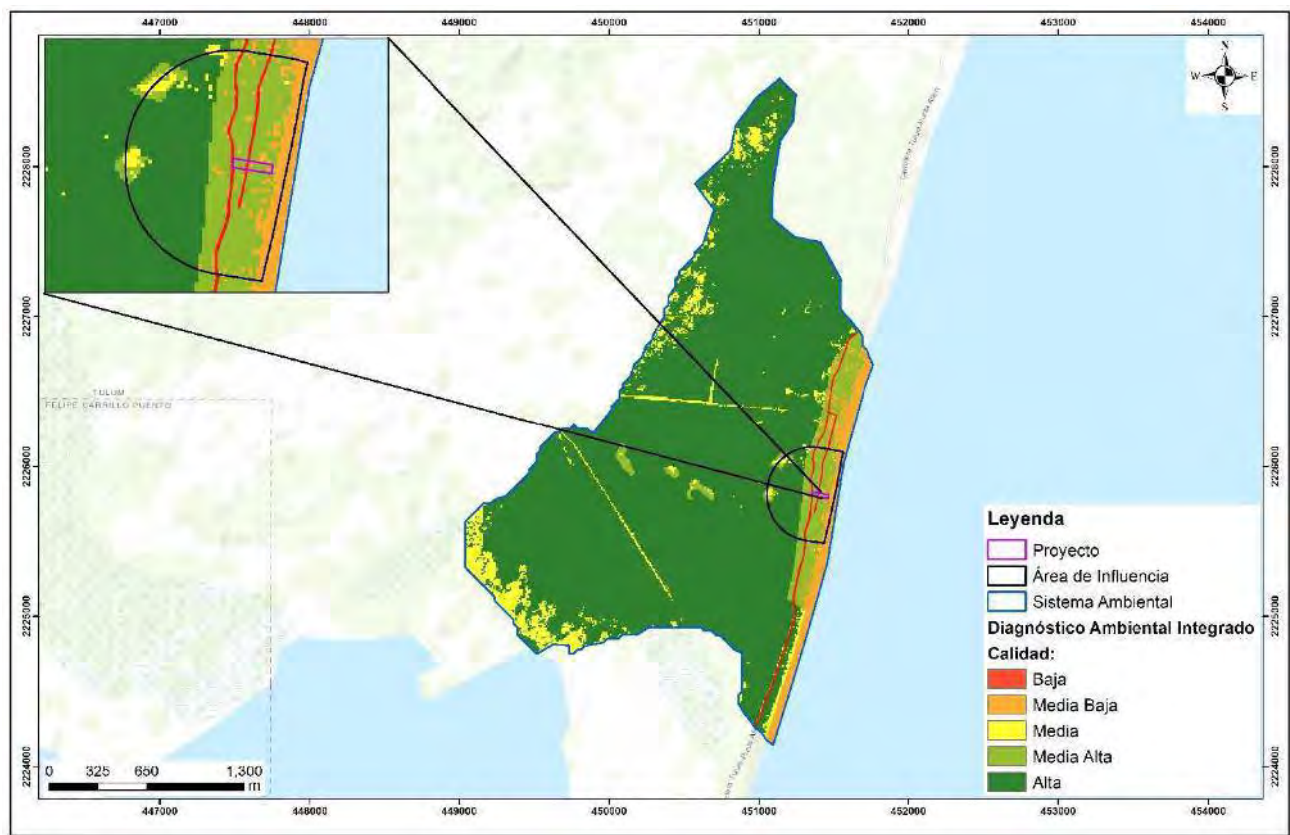


Figura 4. 77. Diagnóstico Ambiental Integrado para el SA

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el Capítulo anterior se realizó una descripción de la situación actual de los recursos ambientales y socioeconómicos existentes en la zona donde se pretende desarrollar el Proyecto Casa Chachalacas. En el presente Capítulo se identifican los factores ambientales que serán afectados y sus respectivos indicadores de calidad; posteriormente se evalúa el impacto de las actividades del proyecto sobre dichos recursos, que pudieran provocar daños al ambiente y/o contribuir en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

### V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

En la predicción de los impactos se analizaron las actividades que se ejecutarán en el proyecto y su relación con cada factor ambiental, estableciendo su comportamiento en forma cualitativa según la opinión conjugada de los expertos de diversas disciplinas, es decir, la evaluación de impactos ambientales se hizo a través de un enfoque interdisciplinario, a través de un grupo de especialistas (Tabla 1.4) que proporcionaron su juicio profesional para el análisis de cada impacto identificado.

#### V.1.1 Factores ambientales

Para el análisis del medio, el ambiente fue dividido en dos Sistemas: Físico y Socioeconómico, y cinco Subsistemas: Inerte, Biótico, Perceptual, Sociocultural y Económico. A cada uno de estos Subsistemas pertenecen una serie de Componentes Ambientales susceptibles de recibir impactos, es decir, los elementos o cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por las acciones impactantes del proyecto (Tabla 5.1).

**Tabla 5.1. Componentes del entorno**

Sistema	Subsistema	Componente
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera
		Geomorfología
		Hidrología
		Suelo
	Medio Biótico	Flora
		Fauna
Medio Socio-Económico	Medio Perceptual	Paisaje
	Medio Sociocultural	Infraestructura
		Cultura
	Medio Económico	Medio Económico

Posteriormente, de cada Componente Ambiental se identificaron y seleccionaron los principales factores ambientales afectados o que serán potencialmente afectados por las obras o actividades del proyecto durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Los factores ambientales fueron identificados de acuerdo a los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto, del impacto total producido por la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias
- De fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o de trabajos de campo
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles y habrá que recurrir a modelos de cuantificación específicos

De los factores ambientales identificados se seleccionaron aquellos que serán potencialmente afectados por las actividades del proyecto, de acuerdo a los siguientes criterios, algunos de los cuales ya fueron empleados anteriormente en la elaboración del diagnóstico ambiental.

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituibilidad: imposibilidad de ser remplazado
- Clímax: proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno

Los Factores ambientales seleccionados se muestran en la Tabla 5.2

**Tabla 5.2. Factores ambientales considerados para el análisis ambiental**

<b>Componente ambiental</b>	<b>Factor ambiental</b>
Atmósfera	Calidad del aire – Material particulado (PST, PM-10)



	Calidad del aire – Emisiones (NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , CO <sub>x</sub> )
	Niveles sonoros
	Niveles lumínicos
	Microclima
Geomorfología	Topografía
Hidrología	Cauces (cambios en el drenaje natural)
	Flujo (cambios en el drenaje natural)
	Calidad del agua superficial – Materia Orgánica
	Calidad del agua superficial – Sedimentos
	Calidad del agua superficial – Química (DAM, DAR, M <sub>tot</sub> )
	Infiltración
	Calidad del agua subterránea
	Nivel freático
Suelo	Disponibilidad
	Distribución de unidades y profundidad
	Potencial de Erosión
	Cobertura
Flora	Características geoquímicas (calidad y/o contaminación)
	Distribución espacial y temporal
	Cobertura vegetal
	Calidad y estado fitosanitario
Fauna	Especies protegidas y/o de interés especial
	Distribución espacial y temporal
	Hábitat
Paisaje	Especies protegidas
	Cualidades estéticas
	Singularidades
Infraestructura	Continuidad paisajística y visibilidad
	Servicios e infraestructura para mina
Cultura	Servicios e infraestructura comunitaria
	Capacitación, educación y programas
Medio Económico	Sitios con valor arqueológico
	Desarrollo económico
	Uso del territorio para actividades productivas
	Vocación del suelo

Una vez identificados los factores del medio susceptibles de ser impactados por las obras y/o actividades del Proyecto Casa Chachalacas, se procedió al reconocimiento de sus indicadores ambientales.

### V.1.2 Identificación de indicadores de impacto ambiental

En el presente estudio, se entiende por Indicador de Impacto Ambiental los elementos cuantificables que en su conjunto son el mecanismo que permite medir el impacto comparando el valor del indicador “con” y “sin” proyecto; lo que arroja un valor numérico para cada uno de los impactos sobre los factores ambientales.

La identificación de los indicadores de impacto ambiental del Proyecto Casa Chachalacas se hizo en base a los siguientes criterios de identificación:

- Tener representatividad y relevancia respecto al impacto de la obra
- Ser medibles en términos cuantitativos
- Ser cuantificables
- De fácil identificación

Los indicadores ambientales identificados se muestran en la Tabla 5.3 y fueron utilizados en la medida en la que fue posible cuantificarlos, para la valoración de cada uno de los impactos ambientales.

### V.1.3 Lista indicativa de indicadores de impacto

Los indicadores ambientales empleados para la identificación y cuantificación se presentan a manera de listado, conforme el factor al cual se les atribuyen:

**Tabla 5.3. Indicadores ambientales**

<b>Factor</b>	<b>Indicador Ambiental</b>
Calidad del aire Material particulado (PST, PM-10)	Número de unidades móviles
	Tamaño de unidades móviles
	Cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras
Calidad del aire Emisiones (NOx, SOx, COx)	Número de unidades móviles
	Tamaño de unidades móviles
	Número de fuentes fijas
	Turnos laborados
Niveles sonoros	Cantidad y tipo de equipos utilizados
	Presencia humana
Niveles lumínicos	Turnos nocturnos
	Instalaciones y edificaciones
	Tráfico nocturno
	Presencia humana
Microclima	Estimación de zonas con microclima (cañada, cañón, ripario, bosque)
Topografía	Pendientes
	Curvas de nivel (corte, excavación, relleno, apilamiento)
Cauces (cambios en el drenaje natural)	Geomorfología de cauce
	Escorrentía (relleno, desviación, cortes)
	Zona Federal
Flujo (cambios en el drenaje natural)	Volumen

Factor	Indicador Ambiental
	Área de captación
Calidad del agua superficial – Materia Orgánica	Cantidad de MO de desmonte
Calidad del agua superficial – Sedimentos	Cantidad de SST y SDT
Calidad del agua superficial – Química	Parámetros Fisicoquímicos (drenaje ácido y lixiviación de metales)
Infiltración	Área de captación por nanocuenca
	Pendiente
	Permeabilidad
	Textura de suelo
Calidad del agua subterránea	Parámetros Fisicoquímicos (drenaje ácido y lixiviación de metales)
Nivel freático	Profundidad del nivel de agua
Disponibilidad	Volúmenes disponibles
	Demanda
	Concesión de explotación
Distribución de unidades y profundidad	Tipo y profundidad efectiva del suelo
Potencial de Erosión	Superficies estables
	Superficies con potencial
	Superficies erosionadas
Cobertura	Extensión de cobertura de tipos de suelos
Características geoquímicas	Geoquímica de suelos superficiales
Distribución espacial y temporal de la vegetación	Clasificación
Cobertura vegetal	Tipo de cobertura
Calidad y estado fitosanitario	Presencia de especies invasoras
	Vitalidad de vegetación natural
Especies protegidas y/o de interés especial (flora)	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Especies de interés comercial y/o Cultural
Distribución espacial y temporal de la fauna	Localización potencial de fauna silvestre
Hábitat de fauna	Integridad estimada de hábitat
Especies protegidas	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Especies de interés internacional (CITES)
	Especies de limitado movimiento
	Especies Migratorias
Cualidades estéticas	Estimación de cualidades escénicas de sitio o zona
Singularidades	Presencia de singularidades geomorfológicas (cumbres, risco, afloramientos, formaciones rocosas)
Continuidad paisajística	Estimación cualitativa
	Cuenca visual
Servicios e infraestructura para mina	Infraestructura únicamente para mina
Servicios e infraestructura comunitaria	Infraestructura compartida con localidades
Capacitación, educación y programas	Programas
	Apoyos

Factor	Indicador Ambiental
	Capacitación/Educación
	Talleres
Sitios con valor arqueológico	Presencia de sitios con vestigios
Desarrollo económico	Número de empleos directos generados
	Número de empleos indirectos generados
	Derrama económica
	Recaudación
Uso del territorio para actividades productivas	Actividad
	Intensidad
Vocación del suelo	Uso potencial al final de cada etapa: Agrícola, Pecuaria, Habitacional, Industrial, Vida Silvestre

Los indicadores ambientales identificados fueron utilizados de forma variable, considerando valores, números o intensidades estimadas para cuantificarlos y lograr una valoración de cada uno de los impactos ambientales del proyecto.

#### **V.1.4 Criterios y metodologías de evaluación**

##### ***V.1.4.1 Criterios para la evaluación del impacto ambiental***

Para la recolección de información y la caracterización del entorno, se utilizaron diversos criterios y metodologías, entre las que resaltan:

- Superposición cartográfica de los diferentes componentes ambientales y del proyecto
- Observaciones y estudios de campo
- Criterios de diseño, construcción y operación del proyecto
- Fotografías aéreas y satelitales de la zona de distintas fechas
- Información estatal y municipal sobre datos socioeconómicos, áreas naturales protegidas y planes de desarrollo
- Análisis de mapas y planos existentes de la zona
- Análisis y revisión de estudios del medio natural existentes de la zona

A continuación se describe la metodología empleada para el análisis de la interrelación de los factores del medio identificados anteriormente (Tabla 5.2) con las obras y actividades del proyecto. La evaluación se fundamentó en la aplicación de las técnicas mencionadas anteriormente y la utilización de sucesiones de distintas matrices causa – efecto, cualitativas y semi-cuantitativas.

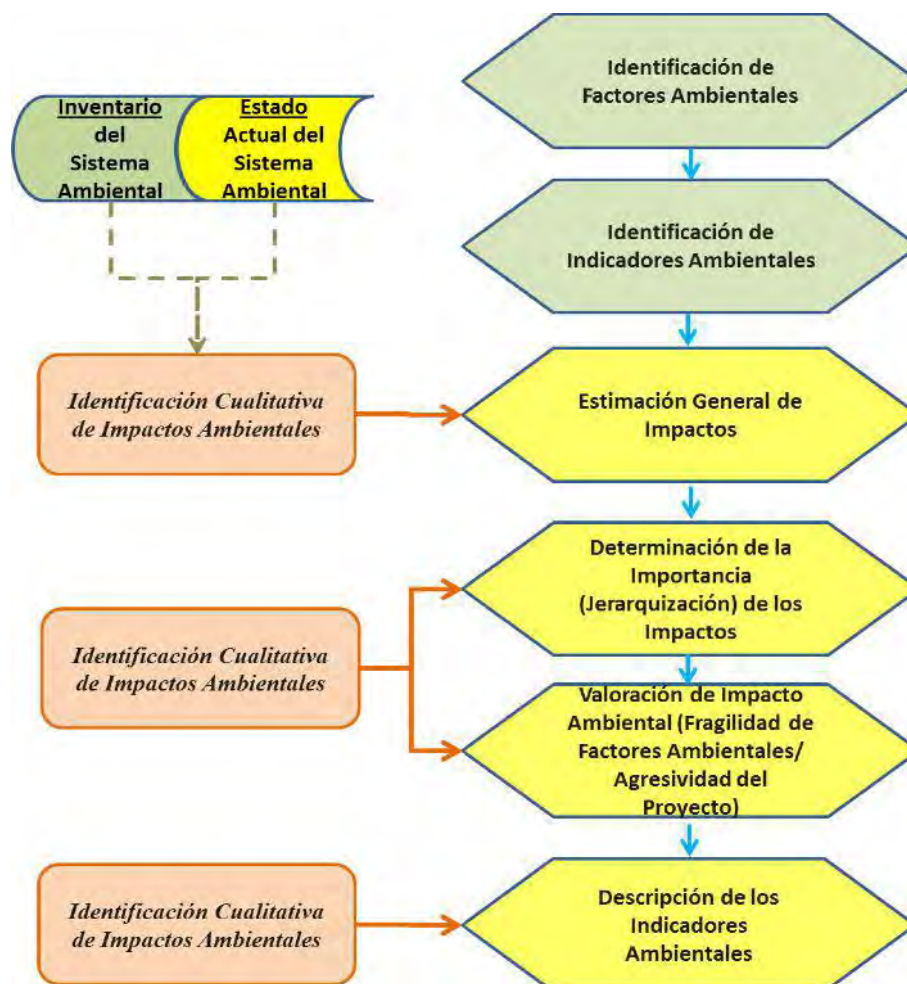
##### ***V.1.4.2 Metodologías de evaluación del impacto ambiental empleadas***

El procedimiento seleccionado para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se basó en un trabajo interdisciplinario de especialistas que analizaron las interacciones entre el Sistema Ambiental y las acciones para la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.



La metodología empleada consistió, como primer paso, en el acotamiento del universo de análisis; es decir, una delimitación espacial del entorno identificando los factores ambientales específicos del proyecto (Sección V.1.1) y sus indicadores (Secciones V.1.2 y V.1.3). Posteriormente se identificaron de manera cualitativa los impactos ambientales y se determinaron cuáles de los factores serían los más afectados. A continuación, se estableció la importancia de cada uno de los impactos estimando su magnitud en base a los indicadores conocidos. Finalmente, se realizó una valoración de impactos ponderando el valor de peso de cada uno de los factores ambientales afectados y la descripción de los mismos.

En la Figura 5.1 se presenta un diagrama que esquematiza el procedimiento general empleado para la identificación, evaluación e interpretación de los impactos ambientales del proyecto.



**Figura 5.1. Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos**

#### **V.1.4.3 Actividades impactantes**

La evaluación de los impactos ambientales del proyecto se hizo para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Conforme a lo señalado en el Capítulo II, la etapa de preparación de sitio contempla únicamente las actividades de excavaciones, rellenos y desalojos; mientras que la Construcción corresponde a la etapa con mayor número de actividades. Finalmente, la etapa de operación hace referencia a la habitabilidad del proyecto.

**Tabla 5.4. Clasificación de las etapas del proyecto para evaluación de los impactos**

<b>Etapas</b>	<b>Obras / Actividades</b>
Preparación del sitio	Remoción de individuos arbóreos
	Excavaciones Rellenos y Desalojos
Construcción	Cimentación
	Estructuras
	Albañilería
	Acabados
	Instalaciones
	Limpieza
Operación	Habitabilidad

#### ***V.1.4.4 Tipos e intensidad de las alteraciones ambientales***

La identificación de los impactos del proyecto se hizo primero en forma cualitativa, considerando los siguientes criterios:

- Intensidad de la alteración o perturbación ambiental
  - Perturbación alta: cuando el impacto modifica substancialmente su calidad e impide su funcionamiento en forma importante
  - Perturbación media: el impacto modifica parcialmente su uso, calidad o integridad
  - Perturbación baja: el impacto no supone un cambio perceptible en la integridad o calidad del elemento medioambiental
- Amplitud del impacto
  - Amplitud regional: el impacto alcanzará el conjunto de la población del área de influencia o una parte de la misma
  - Amplitud local: el impacto alcanzará a una parte limitada de la población
  - Amplitud puntual: el impacto alcanzará a un pequeño grupo de la población
- Importancia del impacto
  - Mayor: cuando se provoca una modificación profunda en la naturaleza o en el uso de un

elemento ambiental de gran resistencia y estimado por la mayoría de la población del área de influencia

- Medio: cuando hay una alteración parcial de la naturaleza o de la utilización de un elemento ambiental con resistencia media y considerada por una parte limitada de la población del área
- Menor: cuando hay una alteración local de la naturaleza o del uso de un elemento ambiental con resistencia baja y que, repercute en un grupo muy pequeño de la población del área

○ Signo del impacto:

- Positivo (+): Cuando los impactos son favorables
- Negativo (-): Cuando los impactos son desfavorables
- Sin Impacto (0): Cuando los impactos sean nulos

A continuación se presenta la Tabla 5.5 de impactos generales obtenida:

**Tabla 5.5. Estimación general de impactos**

Componente ambiental	Intensidad de la alteración	Amplitud del impacto	Importancia del impacto	Signo
Atmósfera	Baja	Puntual	Menor	-
Geomorfología	Baja	Puntual	Menor	-
Hidrología	Baja	Puntual	Mayor	-
Suelo	Baja	Puntual	Menor	-
Flora	Baja	Puntual	Mayor	-
Fauna	Baja	Local	Medio	-
Paisaje	Baja	Puntual	Menor	-
Infraestructura	Baja	Puntual	Menor	+
Medio Económico	Baja	Regional	Menor	+

De la tabla anterior se desprenden las siguientes observaciones:

- Por la intensidad de la alteración de los componentes ambientales, la atmósfera, la geomorfología, la hidrología, el suelo, la flora, paisaje y la fauna recibirán perturbaciones bajas con impactos desfavorables (negativos) a partir del desarrollo del proyecto en consideración de todas sus etapas englobadas (preparación del sitio, construcción y operación). Sin embargo, la amplitud de los impactos sobre estos componentes es puntual excepto para la fauna, cuya amplitud se considera local.
- Los efectos que el proyecto cause sobre la Infraestructura se considera de intensidad baja, de amplitud puntual y de importancia Menor, mientras que el Medio Económico prevé una baja intensidad, de amplitud Regional y de importancia Menor. Ambos componentes recibirán impactos positivos.

#### ***V.1.4.6 Determinación de la importancia y jerarquización de los impactos ambientales***

Una vez que se han identificado componentes afectados y etapas, se procede a la aplicación de una Matriz de Leopold Cuantitativa modificada por AP Consultores en la cual se evalúa cada grupo de obras y actividades en relación a cada componente y en cada una de las tres etapas del proyecto. Cada obra o actividad en relación a un componente ambiental e indicador, es evaluado en base a diez atributos o parámetros de referencia (criterios de calificación numérica), para la caracterización de la importancia de cada impacto:

- Intensidad (IN)
- Extensión (EX)
- Momento (MO)
- Persistencia (PE)
- Reversibilidad (RV)
- Sinergia (SI)
- Acumulación (AC)
- Efecto (EF)
- Periodicidad (PR)
- Recuperabilidad (MC)

Así entonces, las casillas de cruce de las matrices de impactos ambientales (Anexos 5.1 al 5.3) están ocupadas por los valores correspondientes a estos diez atributos, determinados utilizando sus indicadores ambientales respectivos (Tabla 5.3).

A partir de los parámetros anteriores, la valoración cuantitativa de la importancia de un impacto en particular fue obtenida mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Importancia} = +/- (3\text{IN} + 2\text{EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC})$$

El signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+), o perjudicial (-) de la naturaleza de las acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

A continuación se describe cada uno de los atributos empleados para la determinación del grado de importancia de los impactos:

##### ***Intensidad (IN) – Grado de destrucción***

Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que se actúa. El parámetro de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 la afección mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejarán situaciones intermedias.



### *Extensión (EX)*

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1), si por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación como impacto Parcial (2) y Extenso (4). En el caso de que el efecto se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de una a cuatro unidades por encima del que le correspondería en función de la extensión en que se manifiesta.

### *Momento (MO)*

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

Cuando el tiempo transcurrido sea nulo o inferior a un año, el momento será Inmediato o a Corto Plazo, asignándole un valor (4) en ambos casos. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, Largo Plazo (1).

Si ocurre alguna circunstancia que haga crítico el momento del impacto, se le debe atribuir un valor de una a cuatro unidades por encima de las especificadas.

### *Persistencia (PE)*

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición. Si dura menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera el efecto como Permanente asignándole un valor (4).

### *Reversibilidad (RV)*

La posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos períodos, son los mismos asignados en el parámetro Persistencia.

### *Sinergia (SI)*

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos posibles. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente,

es superior al que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la importancia del impacto.

#### *Acumulación (AC)*

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Por acumulativo también se entenderá la adición de unidades de medición de la magnitud del efecto (parámetros de calidad del aire, del agua, o cualquier otra unidad de medición aplicable), a los posibles efectos similares presentes en el sitio por actividades previas o ajenas a las del proyecto, y/o el incremento de las fuentes que lo originan dentro del SA.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa (4).

#### *Efecto (EF)*

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto; es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser Directo o Primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta.

En el caso de que el efecto sea Indirecto o Secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

Este término toma valor (1) en caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.

#### *Periodicidad (PR)*

La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (Periódico), de forma impredecible en el tiempo (Irregular), o constante en el tiempo (Continuo).

A los efectos Continuos se les asigna valor (4), a los Periódicos (2) y a los de aparición irregular y discontinuos (1).

### *Recuperabilidad (MC)*

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana.

Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) se le asigna el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias el valor adoptado será (4).

En la **Tabla 5.6** se resumen los valores asignables a cada uno de los atributos mencionados:

**Tabla 5.6. Valores asignables a los atributos de importancia del impacto**

<b>Atributo</b>	<b>Características</b>	<b>Valor</b>
Intensidad (IN)	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy alta	8
	Total	12
Extensión (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8
	Crítico	(+4)
Momento (MO)	Largo plazo	1
	Medio plazo	2
	Inmediato	4
	Crítico	(+4)
Persistencia (PE)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
	Medio plazo	2
	Irreversible	4
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto (EF)	Indirecto (secundario)	1
	Directo	4

<b>Atributo</b>	<b>Características</b>	<b>Valor</b>
Periodicidad (PR)	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
	Periódico	2
	Continuo	4
Recuperabilidad (MC)	Recuperable de manera inmediata	1
	Recuperable a mediano plazo	2
	Mitigable	4
	Irrecuperable	8

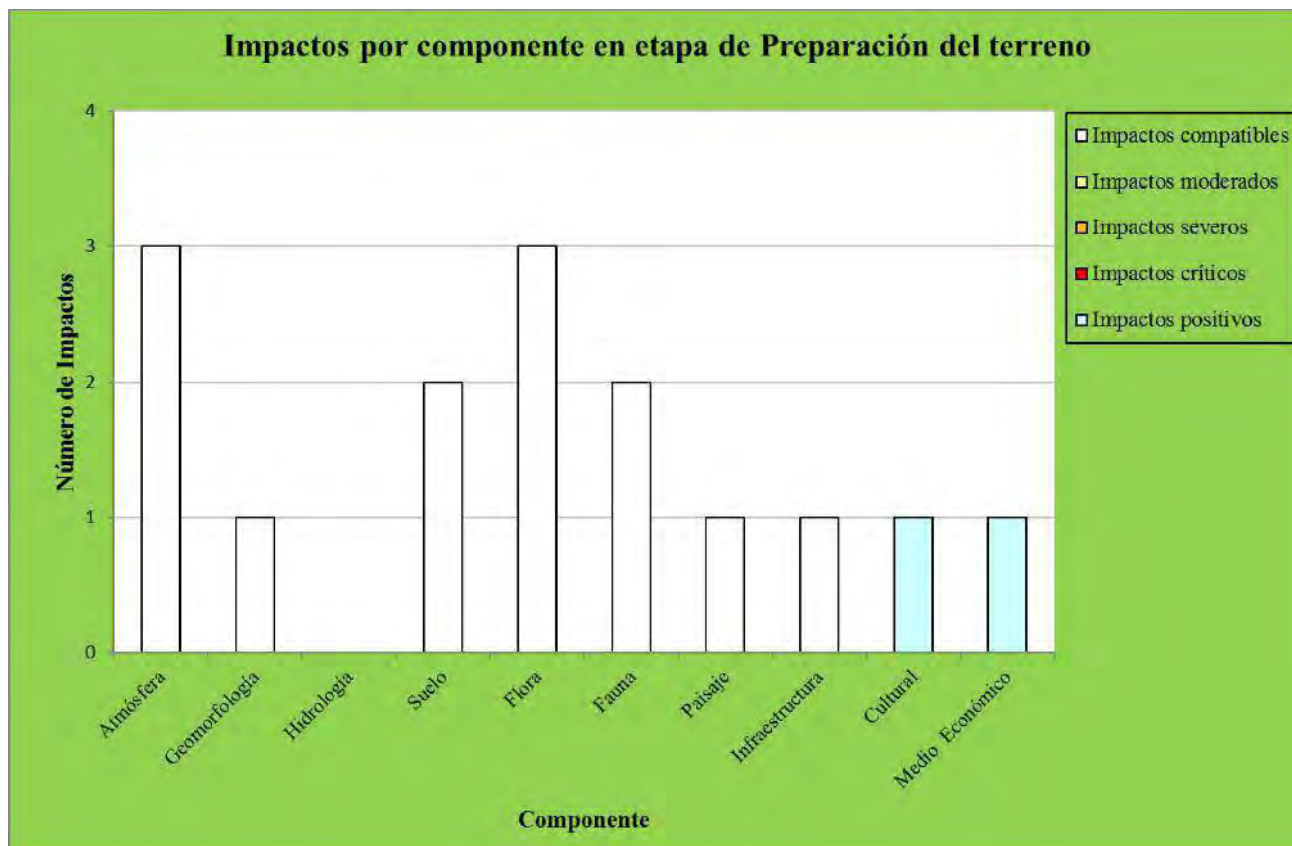
La evaluación llevada a cabo crea un índice que refleja las características cuantitativas y cualitativas del impacto, describiendo la interacción en términos de magnitud e importancia. La importancia del impacto toma entonces valores entre 13 y 100, lo que permite hacer comparaciones numéricas y jerarquizar los impactos. Los impactos con valores de importancia inferiores a 26 son clasificados como “irrelevantes”, es decir compatibles. Los impactos “Moderados” presentan una importancia en el rango entre 26 y 50. Son “Severos” cuando la importancia se encuentra entre 51 y 75, y “Críticos” cuando el valor es superior a 76. Según su clasificación, los impactos son marcados en la matriz de importancia con un color que los distingue: amarillo para los moderados, naranja para los severos y rojo para los impactos críticos.

En los Anexos 5.1, 5.2 y 5.3 se presentan las matrices de ponderación de importancia de los impactos de cada una de las etapas del proyecto, conforme a la agrupación de las obras antes indicada (Tabla 5.4). Del análisis de estas matrices se concluye principalmente lo siguiente:

#### *Preparación del sitio*

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de preparación del sitio del proyecto (Anexo 5.1) se concluye lo siguiente:





- En esta etapa se presentarán impactos Compatibles sin estimarse impactos Moderados, Severos o Críticos
- La calidad del aire será modificada de forma puntual, particularmente respecto a los parámetros de PST y PM<sub>10</sub>, como resultado del movimiento de la maquinaria hasta el sitio del proyecto y principalmente por el desarrollo de las actividades de excavaciones y rellenos. Debido a las características del suelo, el cual no tiene las condiciones para generar un levantamiento de polvos, este impacto se considera de baja intensidad, puntual y fugaz, aunque instantáneo.
- El nivel de ruido aumentará con la presencia de maquinaria, de personal y de forma indirecta. Debido a la baja cantidad de maquinaria y personal, el impacto se considera compatible, aun siendo un impacto inmediato y de media intensidad. Por su parte, estas actividades, aunque no se tiene contemplado, podrían generar alguna afectación sobre los niveles lumínicos del sitio, suponiendo un impacto de baja intensidad, puntual y recuperable de manera inmediata.
- Como parte de las actividades del proyecto se prevé la excavación de algunas zonas, así como nivelación de otras zonas del predio, sin embargo, la intensidad de estos impactos es de baja intensidad debido a que actualmente la topografía del sitio es muy plana. En este sentido el impacto se considera Compatible.

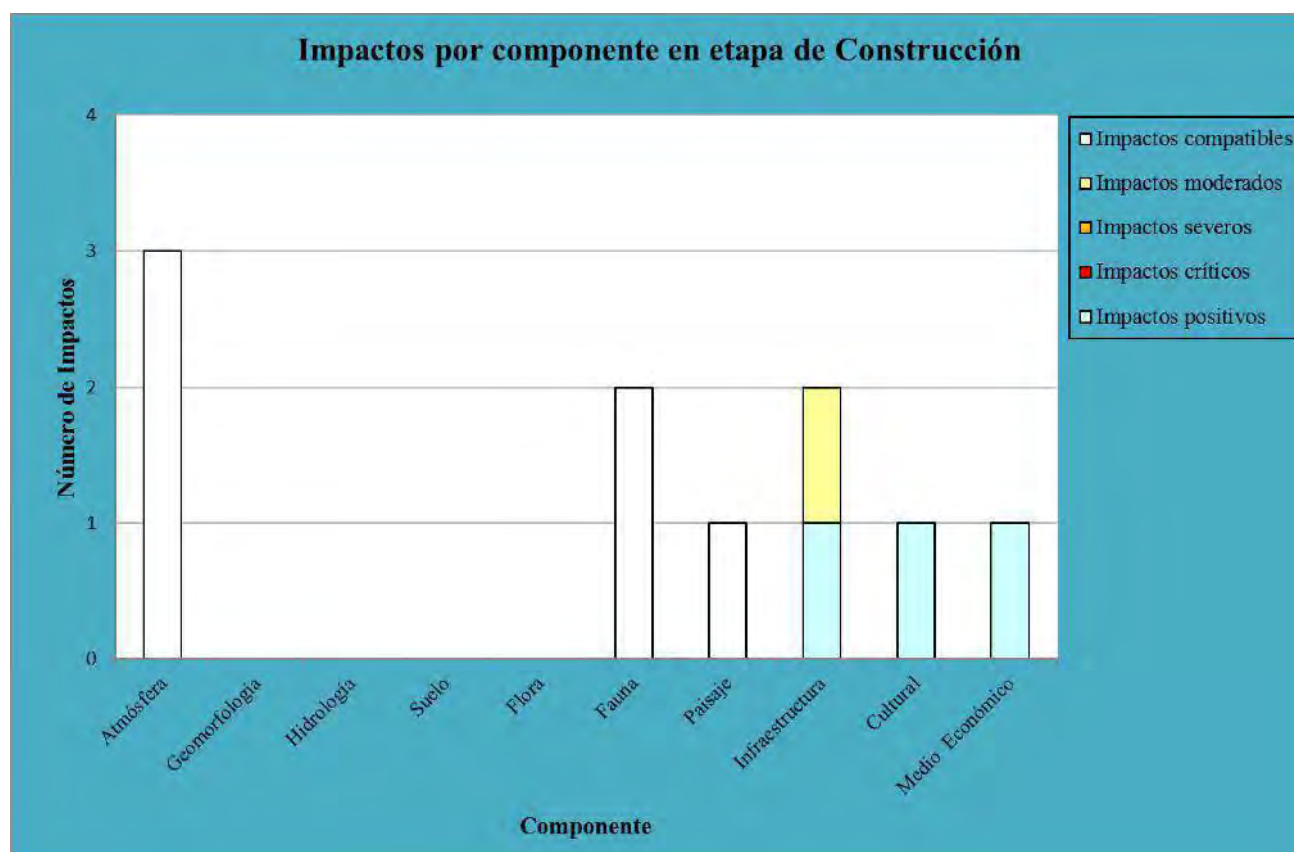
- Aun cuando durante la etapa de preparación del sitio se desarrollarán algunas actividades como desmonte, despalme, excavaciones, etc, no se contempla que se generen impactos sobre la hidrología, puesto que las superficies de infiltración no se verán afectadas y no se contempla modificar la calidad del agua.
- Por su parte, el componente Suelo recibirá impactos sobre los factores propiedades físicas y cobertura, como consecuencia de las actividades de excavaciones y rellenos. Estas actividades se realizarán únicamente sobre la zona de desplante de la vivienda, la cual no corresponde a la totalidad del predio. En este sentido, estas actividades modificarán las propiedades del suelo en esa superficie de desplante, y reducirán la superficie de cobertura por lo que dichos impactos se consideran de intensidad media, sin embargo, ambos de extensión puntual. Aun cuando ambos son impactos inmediatos y permanentes, se consideran impactos compatibles.
- En cuanto al componente Vegetación, se presentarán distintos impactos sobre los factores evaluados. Es importante mencionar que como parte de las actividades se pretende realizar la remoción de algunos individuos arbóreos, los cuales son considerados como arbolado urbano, puesto que no se consideran dentro de una vegetación forestal. Dicho esto, el impacto que se generará tanto sobre la Distribución espacial y temporal de la vegetación, como sobre la Cobertura se considera de baja intensidad, puesto que son pocos los individuos que se solicitarán a remoción. A la vez, se considera un impacto puntual y reversible a corto plazo, aunque inmediato y permanente. Por su parte, el factor Especies protegidas recibirá impactos de baja intensidad por la posible afectación a individuos de especies como *Thrinax radiata*; este impacto se consideraría de las mismas características que el impacto de los otros dos factores. En este sentido, todos los impactos sobre el componente Flora se consideran de importancia Compatible.
- El componente fauna se verá impactado de forma local por la presencia de maquinaria y del personal, lo cual generará ahuyentamiento de la fauna. Este impacto se considera instantáneo y de baja intensidad, (debido a la poca diversidad de fauna identificada en el sitio del proyecto y su área de influencia) sin embargo se considera temporal, ya que al finalizar las actividades del proyecto, la fauna comenzará a habitar nuevamente la zona.
- Se estiman impactos Compatibles sobre la Calidad Visual, que si bien se consideran impactos poco intensos y muy localizados, la presencia de la maquinaria en el sitio y la remoción de algunos individuos arbóreos generarán alteraciones fugaces y recuperables sobre este factor.
- En cuanto al factor Residuos, se prevé que la etapa de preparación del sitio genere distintos tipos de residuos derivados de las actividades, como lo pueden ser residuos de la construcción (material de excavaciones y escombros), residuos orgánicos e inorgánicos provenientes de la presencia humana. En este sentido y debido a que se requerirá la demolición de la infraestructura existente en el predio, el impacto se considera de intensidad

media e inmediato. Aun con estas características, debido a que se considera un impacto de intermitente, se determino de importancia Compatible.

- Habrá impactos benéficos, aunque poco significativos, sobre el componente Cultural y el Medio económico, debido a la generación de empleos y su capacitación, así como por la posible derrama económica que significarán las actividades constructivas del proyecto.

#### Construcción:

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de Operación del proyecto (Anexo 5.2), se concluye lo siguiente:



- En esta etapa se presentarán un menor número de impactos negativos a comparación de la etapa anterior, sin embargo, en esta etapa se identifican tanto impactos Compatibles como Moderados, sin estimarse impactos Severos y/o Críticos
- Los impactos sobre el componente Atmósfera serán Compatibles, al igual que en la etapa de preparación del sitio. Las actividades de remoción de los individuos arbóreos, aunadas a las excavaciones y demás actividades que se desarrollen durante esta etapa de construcción supondrán impactos sobre este componente por el levantamiento de polvos y el ruido que genere la maquinaria y el personal del proyecto. Tomando en cuenta la intensidad de los

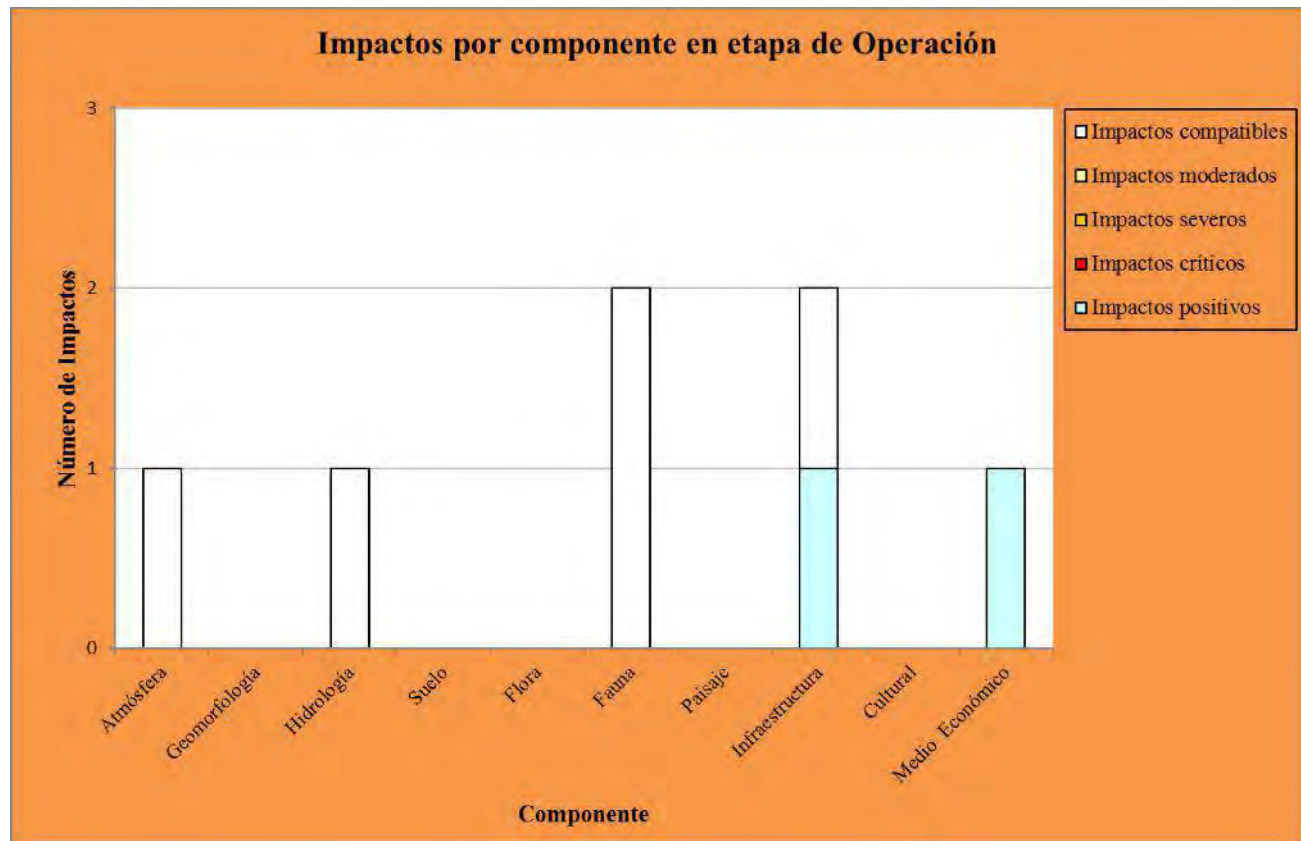
trabajos que se realizarán, los impactos sobre los factores de este componente se consideran de baja intensidad, con excepción del impacto sobre los niveles sonoros, los cuales se consideran de intensidad media. En este sentido, todos estos impactos se determinaron de importancia Compatible.

- Los impactos generados sobre el componente Geomorfología se presentarán durante la etapa previa, por lo que no se prevén alteraciones durante la etapa de construcción.
- Al igual que la etapa de preparación del sitio, no se prevén impactos sobre el componente Hidrológico, puesto que no se prevé modificar la calidad del agua de los sitios colindantes, ni modificar la superficie de infiltración o volúmenes de escurrimiento, ya que aun cuando se impermeabilizará el área donde se desplantará la vivienda, el agua se infiltrará en las áreas colindantes, las cuales guardarán las mismas condiciones a las actuales.
- Por su parte, la etapa de preparación del sitio generará todos los impactos sobre los componentes Suelo y Flora, derivados de la ejecución de las actividades de remoción de los individuos arbóreos y de las excavaciones en el sitio, por lo que durante esta etapa ya no se presentarán más impactos sobre estos factores.
- El impacto sobre la fauna durante la etapa de construcción será similar al previsto durante la etapa previa, puesto que este será consecuencia de la presencia y uso de maquinaria y personal, generando un efecto de ahuyentamiento sobre especies que puedan estar presentes en el sitio y sus inmediaciones. Este efecto puede llegar a presentarse sobre algunas especies enlistadas en la NOM 059, por lo que se prevé un impacto Compatible sobre este factor. Para ambos factores, el impacto se considera de baja intensidad e inmediato.
- A diferencia de la etapa previa, el impacto sobre el componente Paisaje durante la etapa de construcción se presentará sobre el factor Continuidad paisajística, puesto que la inserción de elementos arquitectónicos modificará dicha continuidad. Debido a las condiciones actuales del sitio, el cual se encuentra perturbado y en donde ya existen elementos antropogénicos, además de otras viviendas a los costados del predio, el impacto se considera de intensidad media, extensión puntual y recuperable a corto plazo. En este sentido el impacto se considera Compatible.
- El impacto sobre el factor residuos se prevé que sea el de mayor importancia durante esta etapa, puesto que las actividades del proyecto generarán residuos de distintos tipos. En primera instancia se generarán residuos de la construcción como lo puede ser escombros y/o tierra producto de excavaciones, además de otros residuos como lo es madera, chatarra, plástico, cartón, etc. Dicho esto, este impacto se considera de intensidad media, inmediato y permanente, así como acumulativo, generando un impacto de Importancia Moderada.

*Operación:*



De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de Operación del proyecto (Anexo 5.3), se concluye lo siguiente:



- En esta etapa se presentarán un mayor número de impactos negativos, siendo todos impactos Compatibles, sin estimarse impactos Moderados, Severos y/o Críticos
- Los impactos sobre el componente Atmósfera serán Compatibles, al igual que en la etapa de preparación del sitio y construcción. La habitabilidad de la casa supondrá un impacto sobre los niveles lumínicos del sitio, siendo este un impacto de baja intensidad y puntual. El resto de factores atmosféricos como lo son la calidad del aire, niveles sonoros, etc, no se verán impactados durante la etapa de operación del proyecto.
- Puesto que las afectaciones sobre el componente Geomorfológico se presentarán durante la preparación del sitio con las excavaciones, la operación no supondrá una modificación de estos factores durante esta etapa.
- Como parte de las actividades para habitar la casa, se generarán aguas residuales que suponen una disminución de la calidad del agua. Debido a el uso pretendido de la vivienda, este impacto se considera de baja intensidad.
- Al igual que el componente Geomorfología, el componente Suelo será impactado durante la

etapa de Preparación del Sitio, por lo que durante esta etapa no se prevén impactos sobre los factores de este componente.

- El impacto sobre la fauna será similar al que se presentará en las etapas anteriores, sin embargo, se prevé que este disminuya la intensidad puesto que ya no existirá maquinaria y un gran número de personal. Sin embargo, la presencia de los habitantes de la vivienda continuará generando un efecto de baja intensidad de ahuyentamiento de las especies que pudieran estar presentes en el sitio.
- Durante esta etapa no se prevén impactos sobre el componente Paisaje, puesto que los impactos se generarán durante la etapa de preparación del sitio y construcción.
- Sobre el componente Infraestructura se generarán dos impactos, uno positivo y uno negativo. El impacto positivo se presentará como consecuencia del uso de la infraestructura la vivienda, siendo este impacto de baja intensidad pero permanente. Por su parte, el impacto negativo corresponde a la generación de residuos, la cual será de baja intensidad por lo volúmenes de generación; aunque se considera un impacto permanente mientras la vivienda se encuentre habitada.
- En cuanto al medio económico, la operación del proyecto generará empleos que activarán la derrama económica en baja intensidad. Este impacto se considera en el nivel de compatible positivo.

#### ***V.1.4.7. Valoración de impactos ambientales con ponderación de importancia de los factores ambientales***

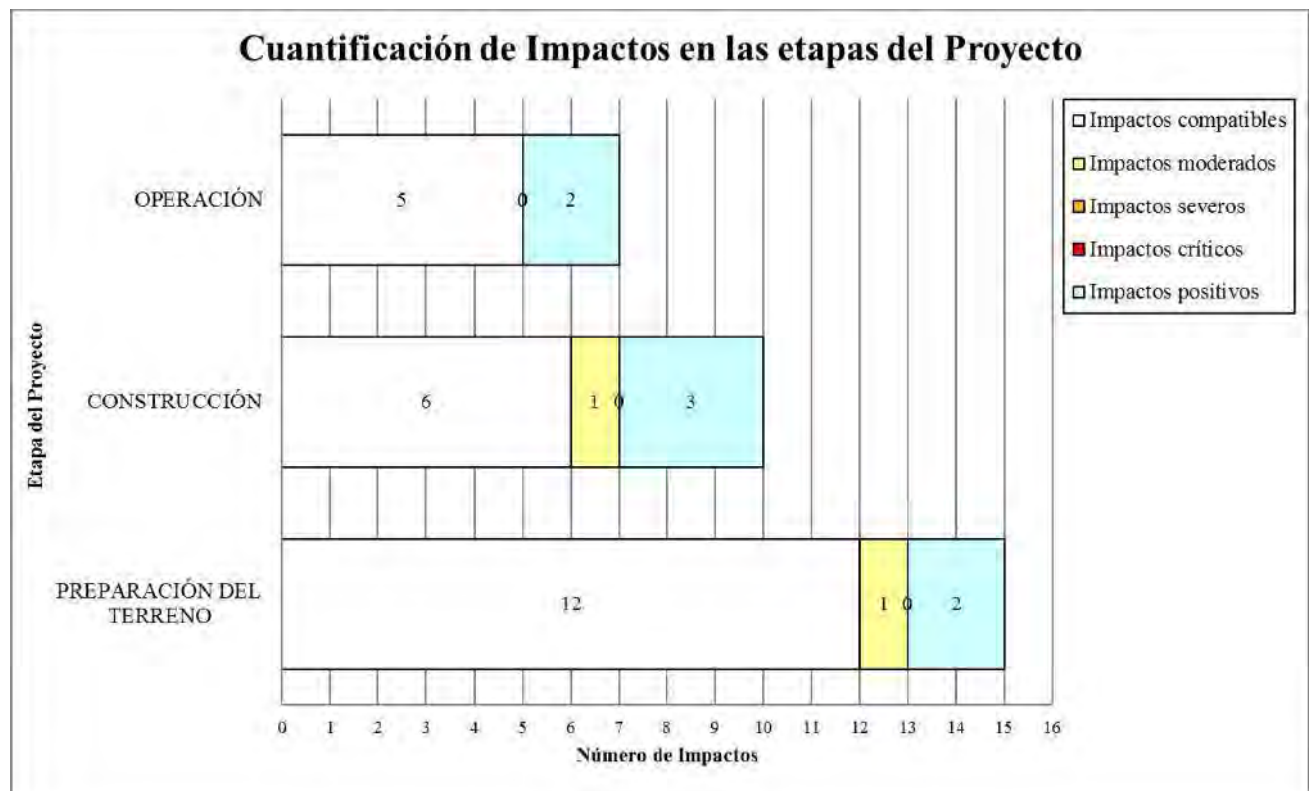
Una vez determinado su grado de importancia, se realizó una nueva valoración de los impactos, esta vez ponderando la importancia de los factores ambientales.

Para lo anterior, se extrajeron los datos obtenidos del valor de importancia de cada uno de los impactos para cada etapa del proyecto (Anexos 5.1 al 5.3), traspasándolos a la matriz de valoración mostrada en el Anexo 5.4. En esta matriz se pondera al efecto de acuerdo a lo significativo que es con respecto a cada factor ambiental.

A cada factor ambiental identificado se le asigna un factor de peso por su mayor o menor contribución a la situación ambiental, expresado en Unidades de Importancia (UIP). La determinación de los valores numéricos de cada factor de peso se basó en el juicio de un grupo multidisciplinario de especialistas ambientales, para lo cual se predeterminaron un total de 1,000 UIP a ser repartidos entre los distintos factores ambientales de acuerdo a su grado de contribución al sistema ambiental.

En la matriz de valoración de impactos (Anexo 5.4), se presentan en la columna del factor, las UIP asignadas a cada factor ambiental. La columna del Total Absoluto representa entonces la

sumatoria de los impactos ambientales de todas las acciones sobre cada factor ambiental; mientras que la columna del Total Relativo representa la sumatoria del Total Absoluto más las Unidades de Importancia de cada factor ambiental. La sumatoria por filas nos indica las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y por tanto, su “Fragilidad” ante el proyecto. La suma por columnas nos da una valoración relativa del efecto que el conjunto de actividades y obras para cada etapa producirá en el medio y por tanto, su “Agresividad”.



De la matriz de valoración de impactos con ponderación de los factores ambientales del proyecto (Anexo 5.4), se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La etapa más impactante, o agresiva, será la preparación del sitio, que considera impactos sobre el ruido, la emisión de contaminantes a la atmósfera, la afectación directa al suelo, la modificación de la distribución espacial y temporal de la flora y fauna, la pérdida de cobertura vegetal y sobre algunas especies protegidas, además de la generación de residuos.
- Por la magnitud de su impacto adverso al ambiente, las etapas de desarrollo del proyecto pueden ordenarse, de mayor a menor agresividad, de la siguiente manera: Preparación del sitio, Construcción y Operación.
- Por la magnitud del impacto adverso absoluto que reciben, los factores ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como aparecen en la Tabla 5.7

- Por la magnitud del impacto adverso relativo que reciben, los factores ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como aparecen en la Tabla 5.8

**Tabla 5.7. Factores impactados por valor absoluto**

No.	Factor
1	RESIDUOS SOLIDOS
2	DESARROLLO ECONÓMICO
3	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL
4	ESPECIES PROTEGIDAS
5	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA
6	NIVELES LUMÍNICOS
7	NIVELES SONOROS
8	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS
9	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10)
10	COBERTURA
11	PROPIEDADES FÍSICAS
12	TOPOGRAFÍA
13	CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA
14	CALIDAD VISUAL
15	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL
16	COBERTURA VEGETAL
17	ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL
18	CALIDAD DEL AGUA

**Tabla 5.8. Factores impactados por valor relativo**

No.	Factor
1	RESIDUOS SOLIDOS
2	DESARROLLO ECONÓMICO
3	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL
4	ESPECIES PROTEGIDAS
5	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA
6	NIVELES LUMÍNICOS
7	NIVELES SONOROS
8	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10)
9	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS
10	COBERTURA
11	PROPIEDADES FÍSICAS
12	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL
13	COBERTURA VEGETAL
14	ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL
15	CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA
16	CALIDAD DEL AGUA
17	CALIDAD VISUAL
18	TOPOGRAFÍA

- Por la magnitud del impacto Adverso Absoluto y Relativo que reciben, los Subsistemas Ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como sigue: Medio inerte, Medio biótico y Medio perceptual
- El Medio inerte recibirá impactos Adversos Compatibles y Moderados. No se estimaron impactos Severos ni Críticos
- El Medio biótico recibirá únicamente impactos Adversos Compatibles. No se estimaron impactos Moderados, Severos ni Críticos
- El Medio perceptual recibirá impactos Compatibles. No habrá Moderados, Severos ni Críticos
- El Medio Socioeconómico recibirá impactos Benéficos en la misma escala de los Compatibles y Moderados; además de impactos Adversos Compatibles respecto a la generación de residuos.

#### **V.1.5 Descripción de los impactos potenciales significativos o relevantes identificados**

De acuerdo las definiciones integradas en el Glosario de esta MIA (Sección VIII.3) y con base en el Artículo 3o, Fracción IX del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, un impacto ambiental significativo o relevante es aquel que “provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales”.

Conforme al Proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales (PEIA) desarrollado para el Proyecto Casa Chachalacas, ninguno de los impactos identificados provocará alteraciones que obstaculicen la existencia de ningún ser vivo, ni la continuidad de los procesos naturales. En estos términos, el proyecto no generará impactos potenciales significativos o relevantes.

No obstante, las metodologías empleadas permitieron identificar los impactos potenciales, de importancia variable, que se presentarán sobre los componentes ambientales, a partir de la realización de las obras y actividades del Proyecto. Asimismo, la ponderación y jerarquización de los impactos permitió discernir entre los impactos principales (de mayor importancia) y los impactos secundarios (de menor importancia). Luego entonces, en el Anexo 5.4 se presenta la memoria de cálculo detallada de la evaluación, además de una descripción de los impactos potenciales principales identificados (Anexos 5.1, 5.2 y 5.3), a los cuales se les ha designado un código, conforme a lo mostrado en la siguiente Tabla 5.9.

**Tabla 5.9. Impactos adversos potenciales identificados**

Componente ambiental	Código	Impacto potencial
Suelo	Sue-01	Disminución de la Cobertura del Suelo
Flora	Flo-01	Afectación a especies protegidas y/o de interés.
Fauna	Fau-01	Alteración de la distribución espacial y temporal de la fauna
	Fau-02	Afectación a especies protegidas
Residuos	Res-01	Generación de Residuos

### ***Impactos Adversos***

#### **Disminución de la Cobertura de Suelo**

Las actividades de preparación del sitio incluyen la excavación de algunas zonas en donde se desplantará la vivienda, por lo que se presentará una disminución en la cobertura del suelo en dichos sitios, eliminando por completo la presencia de este componente en aquellas zonas. Aun dicho esto, este impacto se presentará sobre una zona muy puntual del predio, por lo que aun cuando se eliminará por completo la cobertura en esas pequeñas zonas, no se considera un impacto de grandes consecuencias.

#### **Afectación a especies protegidas y/o de interés de Flora**

Para el desarrollo de las etapas del proyecto es necesario realizar la remoción de los individuos arbóreos que se encuentran sobre la huella de la vivienda, lo que generará una afectación sobre el



componente Flora. Aun cuando la vegetación del sitio no es considerada vegetación forestal, ya que se encuentra altamente alterada, e incluso se identifican especies exóticas y ornamentales en el sitio; se presentarán alteraciones de baja intensidad sobre la flora del predio, en donde se puede incluir algunas especies listadas en la NOM 059 como *Thrinax radiata*. De acuerdo a lo observado en el sitio, este impacto será considerado Compatible, puesto que son pocas las especies que se requerirá remover.

#### Alteración de la distribución espacial y temporal de la fauna

La presencia del personal y el uso de la maquinaria durante las dos primeras etapas del proyecto, aunado a la presencia humana durante la operación del proyecto, supondrá el ahuyentamiento sobre la fauna del sitio durante todas las etapas del proyecto. En este sentido es importante mencionar que debido a la alta perturbación del área del proyecto, no se prevé que este impacto sea de alta intensidad. El impacto más intenso se originará durante la primera etapa, e ira disminuyendo con el paso del tiempo.

#### Afectación a especies protegidas de fauna

Al igual que el componente Flora, la afectación que se podría generar sobre la fauna podría afectar a especies protegidas por la NOM 059, por lo que durante todas las etapas del proyecto se puede presentar una afectación Compatible sobre alguna de las especies identificadas como protegidas. Es importante mencionar que este impacto corresponde al posible ahuyentamiento, por lo que no representa una afectación directa a estos individuos, ya que podrán huir hacia otras zonas del Sistema Ambiental que cuentan con mejores condiciones para su presencia.

#### Generación de Residuos

Durante todas las etapas del proyecto se presentará un impacto sobre la generación de residuos. Durante las dos primeras etapas se presentarán residuos relacionados a la construcción, como escombros, residuos provenientes de las excavaciones, chatarra, madera, plástico, cartón, inorgánicos y orgánicos. Durante la etapa de operación se generarán residuos generados por la habitabilidad de la vivienda como lo son residuos sólidos urbanos. Este impacto resulta el de mayor importancia puesto que además de generarse durante todas las etapas del proyecto, será de media intensidad durante alguna de estas etapas.

#### ***Impactos benéficos***

Además de los impactos adversos descritos anteriormente, el desarrollo del Proyecto Casa Chachalacas causará impactos positivos de importancia Compatible a Moderada para el Medio social y económico. En la Tabla 5.10 se describen los impactos positivos.

**Tabla 5.10. Impactos benéficos identificados**

<b>Componente ambiental</b>	<b>Código</b>	<b>Impacto potencial</b>
Cultural	Cu-01	Generación de empleos
	Cu-02	Capacitación del personal
Medio económico	Me-01	Incremento del desarrollo económico
Infraestructura	Inf-01	Construcción de Infraestructura

#### **V.1.7 Evaluación de los impactos por componente ambiental**

El Proyecto Casa Chachalacas conlleva una serie de afectaciones al entorno, en grado variable desde compatibles (asimilables por el entorno), hasta moderados (modificaciones relativamente irrelevantes o fácilmente administrables), sin llegar a impactos de importancia severa o crítica.

A continuación se describen los impactos relevantes que recibirá cada componente ambiental:

##### Atmósfera

El desarrollo de las actividades que supondrá el proyecto supone impactos sobre los factores Calidad del Aire, Niveles Sonoros y Niveles Lumínicos. Estos impactos se generarán principalmente como consecuencia del uso de la maquinaria y de las excavaciones, provocando polvos fugitivos y un incremento en los niveles sonoros del sitio. En este sentido, es importante mencionar que las condiciones actuales del sitio hacen que no se prevéa que estos impactos sean de alta intensidad.

##### Hidrología

El proyecto únicamente generará impactos sobre el componente Hidrología durante la etapa de operación, y más específicamente sobre el factor calidad del agua. Este impacto se generará por la generación de aguas residuales, las cuales serán enviadas al Sistema de Drenaje y Alcantarillado del municipio.

##### Suelo

El impacto mas relevante del componente Suelo se considera la perdida de la cobertura en el sitio en donde se desplantará la vivienda. Sin embargo, este impacto no generará una perdida total del componente en el predio puesto que el resto de superficie se mantendrá intacta.

##### Flora

Como ya se ha mencionado con anterioridad, el proyecto no contempla la remoción de algunos individuos arbóreos que se encuentran en el área en donde se desplantará la vivienda, sin embargo, es importante recalcar que este grupo de individuos no es considerado una vegetación forestal. Esto se debe a que el sitio presenta una degradación sobre este componente como resultado de la

constante presión antrópica que se ha venido generando, además de otros factores como la introducción de especies exóticas que han generado un desplazamiento de especies nativas.

### Fauna

El impacto sobre el componente Fauna corresponde al ahuyentamiento de la fauna que se encuentre en las inmediaciones del proyecto. La presencia del personal y las maquinarias durante la primera etapa del proyecto, y las actividades de construcción durante la segunda etapa, ahuyentará a la fauna presente en la zona. Aun cuando la intensidad de este impacto se prevé baja, debido a la poca diversidad presente en el área del proyecto y del área de influencia, es un impacto que se desarrollará durante todas las etapas del proyecto.

#### **V.1.8 Impactos Acumulativos**

El Proyecto Casa Chachalacas conlleva una serie de impactos, de importancia variable y grado de acumulación variable, de acuerdo a la obra y momento. Los impactos acumulativos son aquellos que pueden ser acentuados o sumados a los impactos a determinado factor ambiental, ya sean entre las obras pretendidas, obras y actividades existentes e incluso, por la dinámica natural y de uso de suelo del terreno y región.

El Proyecto Casa Chachalacas, para fines descriptivos de impactos acumulativos, descarta como relevantes a las afectaciones que pueden llegar a ser acumulativas pero cuyos efectos presentan características de persistencia fugaz o temporal, reversibles a corto plazo, y recuperables a corto o mediano plazo. Para efectos de relevancia en la acumulación de impactos, se consideran como relevantes a aquellos impactos identificados como de importancia Severa y que presentan efectos permanentes, irreversibles, que implican necesidad de medidas de mitigación o que puedan llegar a ser irrecuperables.

Los impactos relevantes y acumulativos del Proyecto Casa Chachalacas, corresponden a:

- Generación de Residuos

El proyecto generará impactos acumulativos por la generación de residuos, ya que el incremento de la mancha urbana y de proyectos de desarrollo urbano continuará aumentando los volúmenes de generación de residuos en la zona.

- Ahuyentamiento de Fauna

La presencia de maquinaria y personal en el sitio durante las dos primeras etapas, y la presencia de habitantes durante la operación del proyecto supone un incremento en la presión generada sobre las especies de fauna presentes en el predio y en el Área de Influencia, las cuales se han incrementado por el constante crecimiento urbano de la zona, incrementando la cantidad de vehículos y personas en dicha zona.

- Afectaciones sobre el paisaje

El constante crecimiento urbano de la región ha generado la inserción de nuevos elementos en el paisaje, el cual aun guarda ciertas condiciones naturales. En este sentido, el proyecto acumula los impactos generados sobre la pérdida de la continuidad paisajística y la calidad visual del sitio.

## VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El presente capítulo se caracteriza por ser un instrumento de gestión ambiental que será llevado a cabo por el promovente durante el desarrollo de las actividades del Proyecto Casa Chachalacas. Con la finalidad de planificar, definir y facilitar la aplicación de medidas ambientales destinadas a prevenir, mitigar y/o compensar los efectos previsibles producto de la ejecución del proyecto.

Así pues, se hace necesario definir las medidas que se agruparan en función de su naturaleza con respecto a las etapas mencionadas anteriormente de acuerdo a la siguiente tipología:

- Medidas preventivas, las cuales van encaminadas a evitar en la medida de lo posible o minimizar los daños ocasionados por el proyecto, antes de que se lleguen a producir tales deterioros sobre el medio circundante.
- Medidas mitigadoras o correctoras, son aquellas que se definen para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del proyecto, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.
- Medidas compensatorias tienen por objeto producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente al efecto adverso identificado.

### *Medidas generales*

#### ***VI.1 Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos relevantes identificados por componente ambiental***

Con base en los 5 impactos ambientales relevantes o significativos que ocasionará el proyecto Casa Chachalacas identificados con la metodología de evaluación empleada (Anexo 5.4) y descritos en el Capítulo V del presente documento, se ejecutarán medidas de prevención, mitigación y compensación para los componentes ambientales en cada una de las etapas del proyecto (Preparación del terreno, Construcción y Operación); mismas que se muestran en la Tabla 6.1., y sin contravención a las medidas que la propia SEMARNAT dictamine como condicionantes para la autorización del proyecto.



**Tabla 6.1. Medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales relevantes identificados**

Componentes ambientales	Impacto	Tipo de medida	Etapas en la que se aplicará	Descripción de la medida
Suelo	Sue-01 Disminución de la Cobertura del Suelo	Prevención	Preparación Y Construcción	Md-01 DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO Las obras del proyecto se desarrollarán únicamente en las áreas autorizadas, de igual manera las zonas por donde se desplacen las máquinas y vehículos deberán restringirse a los caminos y sitios predeterminados para el proyecto.
Flora	Flo-01 Afectación a especies protegidas y/o de interés	Prevención	Preparación del Sitio	Md-02 REMOCIÓN DE LOS INDIVIDUOS NECESARIOS Se deberá determinar que individuos son los que realmente se requiere retirar de forma que el resto de los individuos no sean afectados.
		Compensación	Preparación del sitio	Md-03 SOLICITAR EL PERMISO DE DERRIBO DE ARBOLADO Se deberá solicitar el correspondiente tramite de derribo de arbolado y obtener su autorización, de aquellos individuos que se requieran remover, además de que se deberá realizar todas aquellas compensaciones que la autoridad correspondiente determine necesarias
Fauna	Fau-01 Alteración de la distribución espacial y temporal de la fauna	Mitigación	Preparación del sitio Y Construcción	Md-04 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA El equipo y maquinaria deben estar sujetos a un mantenimiento periódico de acuerdo a las especificaciones técnicas y operando para cumplir con límites de calidad de aire. Esta medida permitirá obtener una combustión completa, un funcionamiento adecuado de los diferentes equipos y una reducción en los niveles de ruido y emisión de gases contaminantes
		Prevención	Preparación del Sitio y Construcción	Md-05 ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS Se deberá realizar un correcto manejo de los residuos durante las etapas de Preparación y Construcción, de forma que estos no representen un elemento de atracción de fauna que pudiera llegar a ser afectada por las actividades.
	Fau-02 Afectación a especies protegidas	Prevención	Preparación del Sitio y Construcción	Md-01 DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO Las obras del proyecto se desarrollarán únicamente en las áreas autorizadas, de igual manera las zonas por donde se desplacen las máquinas y vehículos deberán restringirse a los caminos y sitios predeterminados para el proyecto.
		Prevención	Preparación del Sitio	Md-06 RECORRIDOS DE AHUYENTAMIENTO Se deberán realizar recorridos de ahuyentamiento en el sitio donde se llevarán a cabo las actividades de preparación del sitio, de forma que los individuos presentes puedan desplazarse a otras zonas. Aquellas especies que se identifiquen y que sean de baja movilidad, deberán ser reubicadas en sitios aptos para su desarrollo.

Componentes ambientales	Impacto	Tipo de medida	Etapas en la que se aplicará	Descripción de la medida
Residuos	Res-01 Generación de Residuos	Mitigación	Preparación del Sitio y Construcción	Md-07 CORRECTA SEPARACIÓN DE RESIDUOS Los residuos deberán ser separados mediante una clasificación secundaria, de forma que a todos estos se les pueda dar una revalorización o tratamiento posterior a su uso.
		Mitigación	Preparación del Sitio y Construcción	Md-05 ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS Los residuos deberán ser almacenados en áreas específicas para estas actividades, de forma que se encuentran delimitados y separados por tipo de residuo. Esto facilitará la recolección y su posterior manejo.
		Mitigación	Preparación del Sitio y Construcción	Md-08 RECOLECCIÓN DE RESIDUOS POR EMPRESAS AUTORIZADAS Todos los residuos generados durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción deberán ser recolectados por empresas autorizadas por las dependencias correspondientes.

**VI.2 Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos NO significativos identificados, por componente ambiental**

Para la mayoría de los impactos no significativos identificados, se aplicarán las siguientes medidas, acomodadas por componente ambiental, con las cuales se pretende atenuar más sus efectos.

**Tabla 6.4. Medidas de prevención, mitigación y compensación aplicables durante el desarrollo del Proyecto Planta Cancún Centurión.**

Componente beneficiado	Clave de medida	Medida	Tipo de medida[1]			Etapas de aplicación[2]		
			Pv	Mi	Co	Pr	C	Op
Atmósfera	Md-09	Humedecimiento de caminos		X		X	X	
	Md-04	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos	X	X		X	X	
	Md-10	Control de velocidad de vehículos		X		X	X	
	Md-11	Prohibición sobre uso de fuego o quemas	X			X	X	X
	Md-12	Establecimiento de señalética informativa y preventiva	X			X	X	

Componente beneficiado	Clave de medida	Medida	Tipo de medida[1]			Etapas de aplicación[2]		
			Pv	Mi	Co	Pr	C	Op
	Md-13	Supervisión Ambiental	X	X	X	X	X	
Hidrología	Md-04	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos	X	X		X	X	
	Md-01	Delimitación de áreas autorizadas	X			X	X	
	Md-14	Realizar cualquier mantenimiento sobre áreas impermeabilizadas	X			X	X	
	Md-10	Almacenamiento de Residuos	X	X		X	X	
	Md-15	Uso de sanitarios móviles	X	X		X	X	
	Md-12	Establecimiento de señalética informativa y preventiva	X	X		X	X	
	Md-13	Supervisión Ambiental	X	X	X	X	X	
Suelo	Md-16	Rescate de suelo orgánico	X	X		X		
	Md-10	Almacenamiento de Residuos	X	X		X	X	
	Md-04	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos	X	X		X	X	
	Md-14	Realizar cualquier mantenimiento sobre áreas impermeabilizadas	X			X	X	
	Md-12	Establecimiento de señalética informativa y preventiva	X			X	X	
	Md-13	Supervisión Ambiental	X	X	X	X	X	
Paisaje	Md-01	Delimitación de áreas autorizadas	X			X	X	
	Md-17	Utilización de especies endémicas para ornato			X	X		X
	Md-10	Almacenamiento de Residuos	X	X		X	X	
	Md-11	Prohibición sobre uso de fuego o quemas	X			X	X	

Componente beneficiado	Clave de medida	Medida	Tipo de medida[1]			Etapa de aplicación[2]		
			Pv	Mi	Co	Pr	C	Op
Fauna	Md-18	Prohibición de cacería e introducción de especies exóticas de fauna	X			X	X	X

[1] Tipo de medida: Pv (Prevención), Mi (Mitigación), Co (Compensación)

[2] Etapa de aplicación: Pr (Preparación), C (Construcción), Op (Operación)

### Descripción de Medidas

#### 1. Delimitación de áreas autorizadas:

La delimitación de las áreas autorizadas para la realización de las actividades del Proyecto, será una medida preventiva para que el personal que labore en el Proyecto reconozca los límites de las áreas permitidas para el desarrollo de obras y actividades, con lo que se evitará generar impactos no previstos sobre varios de los componentes ambientales en áreas aledañas a los polígonos del Proyecto, e indirectamente favorece a que los efectos adversos de algunos de los impactos identificados sean más puntuales, es decir, muy localizados sobre el área de afectación directa. Por ello, previo al inicio de las actividades de preparación del sitio, en particular del desmonte, un equipo de topografía delimitará con ayuda de los planos autorizados y de estacas, o cualquier otro elemento visual identificable, el área que cubren los polígonos del Proyecto, con el objetivo de no invadir áreas sin autorización posteriormente.

A continuación se describe la forma adecuada la delimitación:

- Georreferenciación: Se debe de contar con cartografía y planos georreferenciados de los polígonos correspondientes a cada obra del Proyecto y contar con las coordenadas envolventes de las mismas, dichas coordenadas serán utilizadas para realizar el marcaje perimetral en campo.
- Marcaje: El marcaje será la manera de delimitar visualmente los polígonos donde se realizarán las diferentes obras. El marcaje puede ser realizado de dos formas: mediante estacado y marcaje con cinta flagging.
- Estacado: Deberán colocarse estacas de madera de 40 cm de alto de colores brillantes (anaranjado o amarillo) la equidistancia entre cada estaca dependerá de la superficie del polígono que se quiera delimitar pero procurando una distancia de 100 metros entre cada estaca. Cada una de las estacas será marcada con un número o clave de identificación. Es importante llevar un registro de las coordenadas correspondientes a cada estaca para su posterior localización.
- Marcaje con cinta Flagging: El marcaje utilizando este tipo de cinta fluorescente deberá realizarse de la misma manera que el marcaje con estacas, la diferencia radica en el uso de flagging para delimitar un polígono en campo puede verse restringido, pues al

no tener un soporte donde realizar el marcaje (árboles, alambrados, cercos) este no podrá realizarse, por esta razón es frecuente que se combinen las estacas y el uso del flagging.

2. Remoción de los individuos necesarios

Se deberá realizar la remoción únicamente de los individuos arbóreos ubicados en la zona de desplante de la vivienda, evitando así aquellos individuos que se ubiquen fuera del área de desplante de la vivienda. Todos aquellos individuos fuera de esta superficie deberán ser respetados y no se removerá por ninguna circunstancia.

3. Solicitar permiso de derribo de arbolado

Antes de realizar la remoción de cualquiera de los individuos del proyecto, se deberá realizar el trámite de Derribo de Arbolado ante la Autoridad correspondiente. A su vez, se deberá obtener la autorización del derribo, así como la ejecución de todas las medidas establecidas por dicha autoridad.

4. Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos:

Para evitar fallas en la maquinaria y una excesiva emisión de gases durante el desarrollo del Proyecto, se deberá realizar revisión y mantenimiento al equipo y maquinaria que se utilizará durante las diferentes actividades del Proyecto. Esta revisión y mantenimiento se realizarán con el fin de que todas las afectaciones sean conforme a las características del fabricante de la maquinaria y equipos y en cumplimiento con la normatividad correspondiente a emisiones de contaminantes atmosféricos. Esto evitará posibles afectaciones al suelo y a otros componentes como la hidrología y atmósfera.

5. Almacenamiento de Residuos

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, los residuos de manejo especial se alojarán temporalmente en el área de almacén en contenedores con tapa debidamente rotulados, para su posterior recolección por una empresa autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente correspondiente. Esta área de almacenamiento deberá estar debidamente delimitada para poder llevar un control correcto.

El correcto manejo de los RME supone una mitigación de impactos por la contaminación de suelos, aire y agua; además, evita la atracción de fauna nociva al Proyecto.

6. Recorridos de Ahuyentamiento

Esta actividad corresponde a una medida de prevención, ya que se realizarán recorridos en las áreas de la huella del Proyecto. La misma cuadrilla de personal técnico calificado que realizará el rescate y liberación de fauna de baja movilidad, será la que realice de manera previa los recorridos de ahuyentamiento para permitir que la fauna de alta movilidad se desplace fuera del sitio, siendo el supervisor ambiental del Proyecto el responsable de la realización de esta medida. La cuadrilla estará equipada con instrumentos sonoros que permitan generar un ligero disturbio y por tanto el ahuyentamiento de los animales de alta movilidad, que son aquellos que por sus características físicas, motrices, conductuales o metabólicas cuentan con una respuesta rápida o efectiva de desplazamiento ante cualquier disturbio o afectación.



7. Correcta Separación de Residuos

Los residuos generados durante la preparación del sitio y construcción deberán de ser separados mediante una separación secundaria, de forma que los residuos puedan ser aprovechados mediante distintos procesos.

8. Recolección de residuos por empresas autorizadas

La recolección de los residuos que se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción se llevará a cabo por empresas autorizadas por las dependencias correspondientes. En el caso de los Residuos de Manejo Especial por la SEMA, mientras que los Residuos Peligrosos por SEMARNAT.

9. Humedecimiento de áreas:

Se humedecerán las áreas en donde se realicen actividades, de forma que se evite el levantamiento de polvos fugitivos. Esta medida se desarrollará únicamente durante los momentos en que el suelo no cuenta con la humedad necesaria.

10. Control de la velocidad de vehículos:

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto, y con el fin de minimizar el levantamiento de polvos, se deberá regular la velocidad de los vehículos que ingresen al sitio del Proyecto. Para la aplicación de esta medida se deberá instalar señalética en el área del proyecto, instalando letreros informativos y restrictivos que indiquen el límite de velocidad determinado por el proyecto. Los letreros deberán medir al menos 60 cm X 60 cm.

11. Prohibición sobre uso de fuego o quemas:

Se prohíbe el uso de fuego para cualquier actividad dentro del Proyecto, incluyendo fogatas y quemas de vegetación controlada. Para esto, en el curso de inducción se les informará a los trabajadores sobre las prohibiciones y obligaciones, entre las que se enfatizará la restricción sobre el uso de fuego esto con el fin de prevenir incendios dentro y a los alrededores del Proyecto, y, en consecuencia, evitar la contaminación atmosférica por emisión de gases producto de la combustión de biomasa; con lo que además se favorecerá el mantenimiento de la integridad de los componentes ambientales fuera del área del Proyecto.

12. Establecimiento de señalética informativa y preventiva:

Con la finalidad de prevenir, controlar, y promover la protección y conservación ambiental sobre todos los factores ambientales, se preparará un catálogo de señales informativas, preventivas y restrictivas, para instalarse en las diferentes áreas del Proyecto, que incluirán entre otras señales, las que indiquen donde sean las zonas de reubicación de flora, así como señales que recuerden la prohibiciones. Además, para la prevención de afectaciones mayores al componente faunístico por la alteración en la distribución espacial y temporal de las potenciales especies presentes en el sitio que ocasionará el desarrollo de las actividades del proyecto.

13. Supervisión ambiental:

Para garantizar la correcta ejecución de las medidas propuestas en el presente estudio, además de aquellas medidas que la autoridad crea necesarias, se contará con un supervisor ambiental, el cual realizará auditorías internas y tomará evidencia del cumplimiento de las medidas. De esta forma se entregarán reportes de cumplimiento periódicos, conforme la Secretaría lo solicite.

14. Realizar cualquier mantenimiento sobre áreas impermeabilizadas:

Toda actividad que implique el manejo de alguna sustancia de mantenimiento (aceite, grasas, etc.) se realizará sobre áreas impermeabilizadas, de forma que se evite cualquier contaminación de suelo.

El mantenimiento preventivo de los equipos y maquinaria previene otra serie de impactos como lo es el aumento significativo de los niveles sonoros del sitio, la contaminación del suelo por derrames de aceite o grasa y la disminución de la calidad del agua por el arrastre de aceites y grasas derramadas.

15. Uso de sanitarios móviles:

Durante la etapa de construcción se colocará 1 sanitario móvil por cada 15 trabajadores en el sitio. La ubicación de estos sanitarios se determinará de acuerdo a el área en donde se realicen las obras en dicho momento. Los sanitarios deberán estar conectados a una cisterna en donde se colecten los desechos para luego ser colectados. Esta medida supone la prevención de impactos sobre la calidad del agua, suelo y la atracción de fauna nociva al sitio.

16. Rescate de suelo orgánico:

Deberá rescatar la capa de suelo orgánico que se genere como consecuencia de las actividades de despalle del sitio. Dicho suelo será utilizado en las áreas verdes del sitio.

17. Utilización de especies endémicas en áreas verdes del proyecto

Para evitar que se utilicen especies que pudieran representar algún riesgo para el ecosistema, desplazando a las especies nativas del sitio, se utilizarán especies endémicas ornamentales que puedan contribuir a los procesos ecológicos del sitio.

18. Prohibición de cacería e introducción de especies exóticas de fauna:

Se evitará todo tipo de cacería de cualquier especie de fauna, así como la introducción de especies exóticas, con la finalidad de evitar mayores impactos a la fauna nativa. Para la aplicación de esta medida, se informará enfáticamente al personal que participe del Proyecto sobre esta restricción y las consecuencias de no acatarla, se considera incluir información sobre esta medida entre el catálogo de señales para protección ambiental que se instalarán estratégicamente en las áreas de trabajo, accesos y vialidades internas de construcción.

Durante las etapas del desarrollo del Proyecto Casa Chachalacas, se contará con supervisión en materia ambiental por parte del personal destinado para eso, a fin de hacer posible la correcta implementación de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de impactos, coordinación de las acciones del personal que participa en las diferentes actividades, así como su capacitación, desde la óptica ambiental y, eventualmente, la toma de decisiones en caso de que las medidas propuestas no funcionen como se ha previsto y/o que se detecten impactos, que por su naturaleza, no son perceptibles en etapas anteriores.

### ***VI.3 Programa de Vigilancia Ambiental***

Las acciones de vigilancia ambiental, son un aspecto importante de la Evaluación de Impacto Ambiental, el cual se sustenta en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente (LGEEPA) en su Capítulo IV “Instrumentos de la Política Ambiental”, Sección V, Artículo 28, en el cual se establece las condiciones a que se sujetara la realización de las obras y actividades que pudieran causar desequilibrio ecológico o que pudieran rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables a la protección y restauración, del medio ambiente a fin de prevenir, mitigar o en su caso compensar los impactos negativos sobre el medio ambiente.

La correcta y oportuna ejecución de estas medidas de prevención, mitigación y compensación, puede disminuir y mitigar los impactos que pudiese generar el proyecto, sin embargo es necesario una supervisión constante, primero para la ejecución correcta y posteriormente para corregir cualquier eventualidad o contingencia que llegará a presentarse durante o después de la ejecución física del proyecto.

#### **Objetivo Principal**

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) tiene como objetivo principal el garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación por el desarrollo del proyecto, así como mostrar la evolución de la calidad ambiental en el entorno del proyecto.

Las medidas a implementar serán utilizadas como una herramienta que permita ubicar, medir y cuantificar, así como su nivel de cumplimiento o desviación respecto a las obligaciones ambientales del proyecto y detectar así áreas de oportunidad de mejora del desempeño ambiental.

#### **Objetivos Específicos**

El presente Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) pretende ser un instrumento de gestión ambiental a través de la atención integral y ordenada de las distintas medidas y actividades de prevención, control y mitigación. Con la implementación de estas medidas y actividades se garantizará lo siguiente:

- No se comprometerá la biodiversidad.
- No se provocará la erosión de los suelos.
- No se provocará el deterioro de la calidad del agua ni la disminución en su captación.

## Alcances

El PVA tiene como principal alcance la verificación de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas para las distintas etapas del Proyecto, el cual aplica tanto para personal, como a contratistas, considerando su respectiva verificación en tiempo y espacio es decir, el lugar y momento en el cual se ejecutarán dichas medidas dentro del programa de trabajo, describiendo las metodologías a ser implementadas determinando así la funcionalidad de las mismas y evidenciando la evolución que presenta la calidad del ecosistema en el sitio donde se pretende la realización del proyecto, cuantificando sistemáticamente los efectos ambientales de las obras y actividades del mismo a través de la generación de informes de las acciones realizadas por componente ambiental.

Mediante el seguimiento y el control de estas medidas ambientales, se podrán comprobar los efectos reales del proyecto y minimizar el impacto ambiental en proyectos posteriores.

## Responsabilidades

Como parte de sus obligaciones, el Supervisor Ambiental deberá coordinar en cuestión ambiental al personal que participe en las etapas de construcción y operación, llenar la bitácora verificadora de la correcta ejecución de medidas propuestas, elaborar informes referentes a observaciones durante y después a la implementación de las medidas para posteriormente compilarlos en un documento final; así como verificar la compatibilidad con el Sistema de Administración Ambiental que se desarrollará.

El Supervisor Ambiental será responsable de ejecutar y dar seguimiento a lo siguiente:

- Comprobar *in situ* la ejecución de las medidas correctoras.
- Ejecución y coordinación del PVA.
- Evitar impactos ambientales no previstos.
- Alertar sobre sucesos excepcionales o situaciones de emergencia.
- Solicitar a los contratistas el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas, así como la aprobación a posibles modificaciones que esas pudieran presentar.
- Emisión de informes periódicos sobre el grado de cumplimiento.
- Determinación de nuevas medidas de prevención, mitigación y compensación en caso de ser necesarias, así como modificación a las ya establecidas en caso de así requerirse.

## Seguimiento

Para la vigilancia y seguimiento ambiental se tendrá que dar continuidad a los siguientes dos puntos:

- Aparición de situaciones o impactos no previstos: Estas situaciones suelen evidenciarse en el seguimiento periódico de la ejecución de las medidas de prevención, mitigación y

compensación propuestas. Si se produce la aparición de impactos ambientales no previstos, situaciones ambientales excepcionales con efectos significativos o situaciones de emergencia, se deberán elaborar informes adicionales los cuales deberán ser complementados con material fotográfico y por medio de bitácoras. Las posibles soluciones a estas situaciones deben ser aportadas por el Contratista o por el Supervisor Ambiental de la obra; éste último será quien finalmente autorice las acciones a realizar.

- Seguimiento de las medidas de prevención y mitigación: Comprende el seguimiento de la ejecución de todas las medidas estipuladas para el Proyecto, así como el control y verificación de su adecuada implementación. El seguimiento de las afectaciones que podría causar la obra al medio natural se realiza mediante el estudio de la evolución de los distintos factores o componentes del medio. El seguimiento de estos factores se realizará mediante uno o varios indicadores de calidad ambiental. Los indicadores servirán para evaluar la ejecución de las medidas propuestas y sus resultados.

**Tabla 7. 1. Características del Programa de Vigilancia Ambiental**

ID	Medida	Indicador de cumplimiento	Periodicidad
Md-01	Delimitación de áreas de trabajo	Evidencia fotográfica	Evidencia mensual
Md-02	Remoción de individuos arbóreos necesarios	Reporte de cumplimiento de derribo	Única ocasión
Md-03	Solicitar el permiso de derribo de arbolado	Autorización del trámite	Única ocasión
Md-04	Mantenimiento de equipos y maquinaria	Reportes de mantenimiento de equipo	Actualización mensual
Md-05	Almacenamiento de Residuos	Evidencia fotográfica	Evidencia mensual
Md-06	Recorridos de ahuyentamiento	Reporte de cumplimiento	Única ocasión
Md-07	Correcta separación de residuos	Evidencia fotográfica	Evidencia mensual
Md-08	Recolección de residuos por empresas autorizadas	Manifiestos de recolección	Actualización mensual
Md-09	Humedecimiento de caminos	Evidencia fotográfica y recibos de compra	Actualización mensual
Md-10	Control de velocidad de vehículos	Evidencia fotográfica de señalética	Única presentación
Md-11	Prohibición sobre uso de fuego o quemas	Evidencia fotográfica de señalética	Única presentación
Md-12	Establecimiento de señalética informativa y preventiva	Evidencia de señalética	Única presentación
Md-13	Supervisión Ambiental	Informes de supervisión ambiental	Se presentará conforme sea solicitado
Md-14	Realizar mantenimientos sobre áreas impermeabilizadas	Evidencia fotográfica del sitio	Actualización periódica
Md-15	Uso de Sanitarios móviles	Contratos y manifiestos de los sanitarios	Evidencia mensual
Md-16	Rescate de suelo orgánico	Evidencia fotográfica del rescate	Única presentación



Md-17	Utilización de especies endémicas para ornato	Evidencia fotográfica	Actualización periódica
Md-18	Prohibición de cacería e introducción de especies exóticas de fauna	Evidencia de señalética	Única presentación

## **VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

### ***VII.1 Pronóstico del escenario***

En este punto se pretende establecer el pronóstico ambiental para la zona, tomando en cuenta la situación actual del Sistema Ambiental (SA) y las tendencias observadas, los impactos positivos y adversos del Proyecto Casa Chachalacas, así como la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, así como los impactos residuales del proyecto.

Dada la temporalidad del proyecto, que en consideración de los criterios de evaluación para la determinación de la importancia de los impactos ambientales, sería fugaz (obras de aproximadamente un año); así como la relativamente baja intensidad de las obras y actividades que se planean realizar durante la etapa de operación (habitabilidad), no se estima que hayan diferencias sensibles a nivel del Sistema Ambiental en los escenarios futuros. No obstante, estos escenarios se describen a continuación, con sustento en el análisis del Sistema Ambiental presentado en el Capítulo IV de este documento; en la identificación, evaluación y caracterización de los impactos ambiental del Capítulo V; y en la propuesta de implementación de medidas de mitigación del Capítulo VI.

#### **Escenario E0 (sin proyecto)**

Para el escenario E0, que es el escenario futuro sin el desarrollo del proyecto, se construye tomando como base la caracterización del Sistema Ambiental y el Diagnóstico Ambiental, que describen cómo se ha estimado que se encuentra actualmente el área de análisis para la contextualización de los impactos del proyecto.

Sobre este análisis, y en consideración de las tendencias de desarrollo, es como se construye el E0. Para este caso particular, se ha analizado que dentro del Sistema Ambiental, existen áreas con un alto grado de conservación, y en algunas zonas, inclusive se encuentran Áreas Naturales Protegidas. A su vez se puede apreciar que la zona Este del proyecto, la cual corresponde a la zona Hotelera de Tulum, cuenta con un reciente crecimiento urbano, lo cual ha generado presión sobre los componentes ambientales y una disminución general de la calidad ambiental. La construcción de nuevos desarrollos urbanos sobre la línea entre la costa y la vialidad principal, ha generado la pérdida de las condiciones naturales de esta zona, evidenciando ahora la presencia de especies de flora exóticas y perdiendo así el hábitat para la fauna. Al considerarse una zona plenamente turística, la gran afluencia de turistas ha ejercido una presión sobre los distintos componentes ambientales de forma que podemos apreciar de forma muy clara el detrimento de la calidad en la zona turística, mientras en la zona alejada de estas áreas se puede apreciar una mejor calidad.

#### **Escenario E1 (con proyecto, sin medidas)**

Este escenario E1, también denominado escenario de impactos, toma como base el escenario E0, en particular lo que se estima que ocurrirá en el sistema ambiental aún sin la realización del proyecto, generado por las actividades existentes y las tendencias a futuro sobre la presión que dichas

actividades continuarán generando; y sobre esa base se insertan los aspectos espaciales (geográficos) y temporales del proyecto, en consideración de la evaluación de los impactos positivos y adversos que podría ocasionar su desarrollo, los cuales fueron identificados y evaluados en las matrices de importancia de impactos (Capítulo V de esta MIA), pero sin considerar la ejecución de ninguna de las medidas de mitigación propuestas.

Bajo este esquema, el desarrollo del proyecto no supondría una modificación considerable a la calidad ambiental del Sistema Ambiental, generando así un impacto de baja intensidad dentro del Área del Proyecto. Los impactos evaluados en la presente Manifestación de Impacto Ambiental tendrán una repercusión principalmente sobre la superficie del Proyecto, causando efectos de baja intensidad dentro del Área de Influencia y del Sistema Ambiental.

Es así que aunque se hayan previsto algunos impactos negativos sobre algunos componentes ambientales, realmente no hay argumentos para considerar que las obras o actividades del proyecto puedan generar impactos residuales significativos, ni con potencial de generar un desequilibrio ecológico, poner en riesgo a alguna especie de flora o fauna, afectar la salud o integridad de las personas, alterar el flujo hidrológico o contaminar la calidad del agua, ni generar una disrupción del paisaje o alteración en el fondo escénico, por lo tanto, en el escenario E1, con el desarrollo del proyecto, aún sin la aplicación de las medidas propuestas, el proyecto resultaría de bajo impacto.

#### **Escenario E2 (con proyecto, con medidas)**

Ahora bien, considerando como base el Escenario de impactos E1, más la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el Capítulo VI, así como los impactos residuales del proyecto, se da origen al escenario de medidas o E2 (escenario con Proyecto y con medidas).

En este escenario se estima una atenuación de la magnitud, extensión e intensidad de los impactos asumiendo cierto grado de efectividad de las medidas de prevención, mitigación y compensación sobre cada componente, descritas en el Capítulo VI. De acuerdo con estas consideraciones, se prevé que la importancia de los impactos sean aún menos trascendente, manifestando la extensión de los efectos adversos de manera muy puntual, y haciendo que su persistencia sea fugaz, es decir, que al poco tiempo de haber concluido con las actividades del proyecto, el entorno actual del sitio haya sido recuperado.

#### **VII.2 Pronostico Ambiental**

En general, se puede concluir que el pronostico ambiental del área no se verá modificado por el desarrollo del proyecto, y menos aun cuando se hayan aplicado las medidas de mitigación, prevención y/o compensaciones establecidas.

### **VII.3 Conclusiones**

La ejecución del Proyecto Casa Chachalacas conlleva un beneficio económico, no solo por las actividades propias del proyecto que requerirá de mano de obra, sino por los empleos que pudiera generar durante la etapa de operación.

En la presente MIA se identificaron los principales impactos que pudiera ocasionar el Proyecto Casa Chachalacas al medio ambiente, sin embargo, ninguno de éstos será severo ni crítico; la mayoría son moderados y no serán significativos debido a la aplicación de las medidas de mitigación y prevención, vigilancia ambiental y apego a las regulaciones aplicables. Esta valoración de impactos se basa en los aspectos evaluados en este documento (Anexos 5.1, 5.2 y 5.3)

De la evaluación realizada se concluye que:

- No se determinaron impactos adversos significativos o relevantes
- Las actividades consideradas como parte de la etapa de preparación del sitio hacen de esta etapa la de mayor impacto del proyecto, por encima de los efectos adversos que serán ocasionados durante la etapa de construcción y operación.
- No se generarán impactos ambientales diferentes a los que ya se presentan dentro del Área de Influencia, esperándose sólo un incremento no significativo respecto a la presión que actualmente se ejerce sobre los componentes ambientales en esta zona.
- El proyecto contempla actividades de prevención y mitigación de los impactos identificados a la vida silvestre de la zona
- El proyecto propuesto no representa un riesgo a la salud y bienestar humano, o al equilibrio del ecosistema donde se pretende desarrollar
- El desarrollo del proyecto no afectará significativamente la calidad del aire, de la flora o fauna, suelos, geomorfología, ni de cuerpos de agua subterráneos ni superficiales
- No se pondrá en riesgo la viabilidad de ninguna especie, incluidas aquellas que pudiesen enlistarse dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010
- La ejecución del programa de vigilancia ambiental garantizará que la ejecución de las medidas preventivas, de mitigación y compensación se ejecuten y se salvaguarde la integridad de todos los componentes ambientales dentro del Área de Influencia y Sistema Ambiental

No se identificaron otros factores en la zona de estudio que puedan derivar en situaciones de contingencia o estado de contaminación de recursos antes de comenzar con las actividades del proyecto descrito.

Una vez analizado los resultados obtenidos en la identificación y evaluación de los potenciales impactos que ocurrirían por el desarrollo del proyecto, así como las medidas de prevención mitigación y compensación propuestas, se concluye que el Proyecto Casa Chachalacas es viable desde el punto de vista ambiental, pues no pone en riesgo la viabilidad de ninguno de los componentes ambientales dentro o fuera del Área de Influencia ni del Sistema Ambiental delimitado para este.



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

### ***VIII.1 Formatos de presentación***

Para realizar la caracterización del medio físico, biótico, social y económico del Proyecto Casa Chachalacas se desarrollaron diferentes acciones para evaluar la información ambiental del área donde se pretende realiza el proyecto:

- a) Evaluación preliminar del proyecto
- b) Trabajo de campo
- c) Procesamiento de la información generada
- d) Recopilación bibliográfica de información
- e) Elaboración de un sistema de información geográfica
- f) Generación de elementos de salida

A continuación se menciona una breve descripción de las diferentes acciones involucradas en la ejecución de la evaluación ambiental:

#### **a) Evaluación preliminar del proyecto**

Una vez que ECOS Consultores recibe la solicitud del promovente para la elaboración de los estudios que integran a la Manifestación de Impacto Ambiental, se conforma el equipo de trabajo y se reúne para analizar de forma preliminar los alcances del proyecto (scoping), revisando la información general de las obras y actividades pretendidas (información proporcionada por el promovente), así como las condiciones generales del entorno, lo cual incluye la revisión de la base de datos de información geográfica que dispone Ecos, un análisis espacial en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT, y revisión de otras fuentes de información. Así mismo, se hace un bosquejo del polígono que representará al Sistema Ambiental y de las áreas de referencia involucradas en el proyecto, con las cuales se planean los trabajos de campo y se determinan los sitios de muestreos.

#### **b) Trabajo de campo**

Como parte de los trabajos de investigación y evaluación de las características ambientales naturales del sitio, se hicieron recorridos por las áreas involucradas en el Proyecto en el Noviembre y Diciembre 2022, durante los cuales se levantó la información de los medios biótico, físico y socioeconómico que se presentan en el Sistema Ambiental del proyecto, empleando para ello métodos y técnicas particulares para cada componente (transectos, recorridos aleatorios, capturas, fototampas, tomas fotográficas, identificación de huellas, entrevistas, etc.)

#### c) Procesamiento de la información generada

El trabajo de gabinete se inicia con el procesamiento de la información generada en campo para obtener resultados de los muestreos, además de organizar la información facilitada durante la visita por los responsables del Proyecto, para su análisis, descripción e integración al Sistema de Información Geográfica.

#### d) Recopilación bibliográfica de información

Se colectó información bibliográfica de otros estudios disponibles realizados en la región, incluyendo información generada previamente por Ecos Consultores., referente al medio biótico, abiótico e infraestructura, así como información a nivel regional de diversas fuentes públicas, principalmente del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), del Servicio Geológico Mexicano (SGM), etc. incluyendo a temas como edafología, geología, uso del suelo, vegetación, topografía, climatología e hidrología superficial y subterránea.

#### e) Elaboración de un Sistema de Información Geográfica

Con la finalidad de asegurar el apropiado análisis de la situación ambiental del sitio donde se pretende el desarrollo del Proyecto Casa Chachalacas se elaboró un Sistema de Información Geográfica (SIG) el cual consistió de los siguientes puntos:

- Estructuración funcional del sistema

En esta paso se diseñó la estructura del sistema con base en las necesidades específicas del Proyecto, con esto se definieron escalas mínimas y máximas, proyecciones geográficas aplicables, zonas geográfica limitada y atributos: así como, características de la topología del sistema, creando las bases para la estandarización de la información.

- Integración y estandarización de la información recopilada

Se vertió al sistema la información de las fuentes públicas oficiales citadas en el inciso anterior junto con la información generada para el Proyecto y con información adicional de otras fuentes privadas; integrándola toda en un formato digital estándar, con el fin de homogeneizar y manejar dicha información para abordar diversos planteamientos.

A continuación, en la Tabla 8.1, se enlistan los principales datos que se integraron al Sistema en esta fase:

**Tabla 8.1. Datos integrados al Sistema de Información Geográfica**

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones
Polígonos de obras y componentes (plan maestro)	Vector	Área del proyecto	Información proporcionada por el promovente
Polígonos de lotes y predios	Vector	Área del proyecto	Información proporcionada por el promovente
Plano de instalaciones de abastecimiento y vías de acceso	Vector	Área del proyecto	Información proporcionada por el promovente
Imagen Satelital Base ESRI	Archivo raster	Mundial y Local	Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales
Topografía Base ESRI	Archivo raster	Mundial y Local	Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales
Vías de Acceso y Carreteras Base ESRI	Archivo raster	Mundial y Local	Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales
Modelo digital de elevación regionales	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)
Modelo de relieve regionales	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con una equidistancia de 10 m
Modelo de pendientes regionales	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con una equidistancia de 10 m
Modelo hidrológico regionales	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Arc-Hidro Analysis, generando rumbo de corrientes y el flujo acumulado de precipitación, para posteriormente determinar el modelo de corrientes y el modelo de nano cuencas y cuencas hidrológicas
Modelo digital de elevación locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Área del proyecto	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)
Modelo de relieve locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Área del proyecto	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable
Modelo de pendientes locales	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Área del proyecto	Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable
Modelo hidrológico local	Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente	Área del proyecto	Generados mediante Arc-Hidro a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable
Carta Hidrología Superficial INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Local	Datos referidos a la carta INEGI

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones
Carta Hidrología Subterránea INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Local	Datos referidos a la carta INEGI
Carta Geológica INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Local	Datos referidos a la carta INEGI
Carta Edafológica INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Local	Datos referidos a la carta INEGI
Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie 5 INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Local	Datos referidos a la carta INEGI
Carta de Uso Potencial INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Local	Datos referidos a la carta INEGI
Carta de Efectos Climáticos INEGI (Mayo - Octubre)	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Local	Datos referidos a la carta INEGI
Carta de Efectos Climáticos INEGI (Noviembre - Abril)	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Local	Datos referidos a la carta INEGI
Carta Magnética SGM	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Local	Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano
Áreas de Conservación de Aves AICAS	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Cabeceras Municipales	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Modelo de Climas Nacional	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Curvas de Nivel 100 metros	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
División Política Estatal	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Divisiones Florísticas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Edafología	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Escorrentamiento Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Escorrentamiento Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Estaciones Climatológicas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Estaciones Hidrométricas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Evapotranspiración Real	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Fisionómica Estructural	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Hidrogeología	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Hidrografía	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones
Hipsometría	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Insolación Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Insolación Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Inventario Nacional Forestal Puntos de Verificación	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Lenguas Indígenas a Nivel Municipal	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Marginación a Nivel Municipal	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Precipitación Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Precipitación Total Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Provincias Bio-Geográficas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Permeabilidad de Rocas y Suelos	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Provincias Bióticas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Provincias Fisiográficas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Provincias Hepetofaunísticas de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Rasgos de Humedad Según Climas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Redes Carreteras	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Regímenes de humedad en el suelo	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Región Terrestre Prioritaria RTP	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Región Hidrológica Prioritaria RHP	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Regiones Ideológicas de Mexico	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Regiones Hidrológicas Administrativas	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Regiones Naturales de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Suelos Dominantes de México	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Temperatura Media Anual	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Usos de Suelo y Vegetación Serie 3	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional



<b>Nombre</b>	<b>Tipo de información</b>	<b>Cobertura</b>	<b>Observaciones</b>
Usos de Suelo y Vegetación Serie 4 – Compuesta CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional
Vegetación Según Rendowski	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONABIO – Orto foto
Cuencas CONAGUA	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional
Cuencas CNA	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional
Cuencas Instituto de Geografía	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional
Sub-Cuencas CONAGUA	Vectorial temática nacional	Nacional	Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional
Plano de Políticas de Conservación CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional
Plano de Políticas de Producción CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional
Plano de Políticas de Restauración CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional
Plano de Políticas No Aplicables CONAFOR	Vectorial temática nacional	Nacional	Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional
Áreas Naturales Protegidas Federales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional
Áreas Naturales Protegidas Estatales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional
Áreas Naturales Protegidas Municipales CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional
Sitios RAMSAR - CONANP	Vectorial temática nacional	Nacional	CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional
Grado de Peligro por Sequia	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional
Grado de Riesgo por Ciclones Tropicales	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional
Grado de Riesgo por Nevadas	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional
Regionalización Sísmica CFE	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED - CFE Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional
Zonificación Eólica CFE	Vectorial temática nacional	Nacional	CENAPRED - CFE Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional
División Ejidal ASERCA RAN	Vectorial temática nacional	Nacional	SAGARPA – Corregidas Red Geodésica Nacional
Entidades Urbanas, Rurales y Divisiones Municipales Actualizadas 2013	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI 2013 – Corregidas Red Geodésica Nacional
Maco Geodésico Nacional	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI 2013 – Corregidas Red Geodésica Nacional

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones
Uso de Suelo y Vegetación Serie 5 INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI 2013 – Corregidas Red Geodésica Nacional
Modelo de Climas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Modelo de Climas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Modelo de Climas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Modelo Edafológico – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Fisiografía – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Geología Fallas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Geología Fracturas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Sitios de Muestro de hidrogeología – Nacional Temática	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Geo-Hidrología– Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Hidrología Superficial Cuencas y Sub-cuencas – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Sitios de Muestreo Hidrología superficial – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Divisiones Municipales y Estatales – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Uso Potencial – Nacional Temática INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional
Imagen LandSat	Imagen Raster	Regional	Imagen link Landsat.com
Modelo de Paisaje Geoland	Imagen Raster	Local	Generado a partir de Modelo Jeneses
Muestreos de Vegetación	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo
Muestreos de Suelo	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo
Muestreos de Fauna	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo
Puntos de Control para Modelo de Paisaje	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo
Toponimia INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Poblados INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones
Vías de Transportación INEGI 50,000	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Referencia topográfica puntual INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Instalaciones de Comunicación INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Cementerios INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Cuerpos de agua cercanos al área de estudio INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Modelo de escorrentías INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Coducción de agua INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Topografía INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Edificaciones Diversas puntuales INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Hidrográficos Puntuales INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Límites linderos INEGI Oficiales	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Referencia Topográfica de área INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Áreas urbanas INEGI	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Líneas de Conducción y Transmisión	Vector Temática Local	Local	Carta 50,000 INEGI
Acuíferos	Vector Temática Nacional	Nacional	CONAGUA - REPDA – Corregidas Red Geodésica Nacional
Vías de Comunicación INEGI 250,000	Vector Temática Local	Regional	Carta 250,000 INEGI
Áreas de Importancia Topográfica INEGI 250,000	Vector Temática Local	Regional	Carta 250,000 INEGI
Vías de conducción hidrológica INEGI 250,000	Vector Temática Local	Regional	Carta 250,000 INEGI
Sitio de anidación, refugio y alimentación	Información Puntual	Local	Levantamiento GPS Campo
Recomendaciones forestales	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.
Clases texturales	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.
Profundidad Efectiva del Suelo	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.
Limitantes Físicas	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.
Unidades Edafológicas FAO 70, WRB 2000 y WRB 2006	Vector Temático	Local	Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C.

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones
Modelo de Climas Máximo	Raster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding
Modelo de Climas Mínimos	Raster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding
Modelo de Climas Promedio	Raster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding
Modelo de Precipitación	Raster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding
Modelo de Heladas	Raster - Temático	Local	Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding
Zonas de Recarga Natural	Raster - Temático	Local	Generados mediante Arc-Hidro a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable
Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial	Raster - Temático	Regional	Proporcionado por el Estado
Sitios de Importancia Cultural y Arqueológica	Vector Temático	Regional	Proporcionado por el INAH

- Creación de nuevas capas de información temática

Utilizando la información topográfica, se generó nueva información temática, como los siguientes modelos: Modelo Digital de Elevación, Modelo de Relieve, Modelo de Geoformas, Modelo de Topoformas, etcétera.

- Presentación general del sistema en plataforma de ArcMap

Una vez armado el sistema, éste se presentó en formato de Proyecto con plataforma ArcMap. Dicha información se estructuró por capas ligadas a un macro.

#### g) Generación de elementos de salida del sistema

Se generó una plataforma de salida (layout), para lo cual fue necesario realizar una solapa en donde se muestra la información referente al plano, se determinó el sistema de coordenadas, el datum, así como la retícula.

Se nombró un norte geográfico y se procedió a la generación de planos temáticos de salida; para cada uno de ellos se creó su simbología específica.

Finalmente se determinó el tamaño de la hoja de salida (doble carta o 90 x 60 centímetros), y los planos fueron impresos en papel y en formato PDF calidad 300 DPI.

### VIII.1.1 Planos definitivos

Tal como se explicó anteriormente, el SIG, permitió la generación de cartografía de baja escala que fue empleada para elaborar diferentes planos que se encuentran anexos en el presente estudio.

El sistema se diseñó para presentar información de salida del SIG en forma de planos, para lo cual se crearon *layouts* para impresión en plotter y/o impresora de escritorio. El sistema permitió también presentar la información en forma de tablas, gráficas, imágenes digitales, en formatos como jpg, bmp, gif, etc; así como exportar e importar información en programas como AutoCAD y AutoCAD MAP.

En el Capítulo IX de este documento se presenta la lista de Anexos (planos y documentos) de la presente Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto Casa Chacalacas

#### **VIII.1.2 Fotografías**

Se presentan en Anexo el Reporte Fotográfico General de las condiciones actuales que guardan los componentes ambientales dentro del Sistema Ambiental, donde se aprecian los usos del suelo, el paisaje, entre otros rasgos característicos de la zona.

Asimismo, en los Anexos se presentan resúmenes fotográficos de los estudios específicos para los componentes de suelo, vegetación y fauna, respectivamente, dentro del área de estudio del proyecto.

#### **VIII.1.3 Videos**

No fue necesaria la inclusión de videos en el presente documento.

#### **VIII.1.4 Listas de Flora y Fauna**

Dentro del Capítulo IV del presente documento, se incluyen las listas de especies identificadas en los estudios de Flora y Fauna llevados a cabo en el Sistema Ambiental del Proyecto.

Dentro de los Anexos del presente documento, referentes a la Vegetación y Fauna del Sistema Ambiental, respectivamente, se incluyen las listas de especies identificadas en el estudio del medio biótico llevado a cabo para el Proyecto.

#### **VIII.2 Otros anexos**

En el Capítulo IX se presenta el listado de los anexos que aparecen de manera adjunta al presente documento. Los anexos corresponden a planos georeferenciados, informes de los trabajos en campo por componente ambiental, las matrices de evaluación de impactos, entre otros documentos complementarios.



### **VIII.3 Glosario de términos**

Para la Manifestación de Impacto Ambiental se consideran las definiciones contenidas tanto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como en su Reglamento en Materia de Evaluación Impacto Ambiental; algunas de las cuales se citan a continuación, además de conceptos adicionales utilizados en este estudio:

*Cambio de uso de suelo:* Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

*Escenario modificado:* características de los componentes ambientales que resultan de adicionar los efectos de los impactos generados por el Proyecto, al estado actual que presentan, y habiendo aplicado las medidas preventivas y de mitigación apropiadas.

*Impacto ambiental acumulativo:* El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

*Impacto ambiental residual:* El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

*Impacto ambiental sinérgico:* Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

*Impacto potencial:* Capacidad del efecto producido por una obra o actividad específica para modificar directa o indirectamente uno o más componentes ambientales con respecto a su línea base

*Impactos principales:* Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida cuya importancia, expresada en términos de los atributos o parámetros de referencia del impacto (criterios de calificación numérica) y con base en los indicadores ambientales respectivos, destacan sobre el resto de los impactos generados por una obra o actividad específica, sin llegar a ser considerados como impactos significativos o relevantes.

*Impactos secundarios:* Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida, cuya importancia es menor a la de los impactos principales.

*Impactos significativos o relevantes:* Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales

*Medidas de mitigación:* Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un Proyecto en cualquiera de sus etapas.

*Medidas de prevención:* Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

#### **VIII.4 Bibliografía**

AOU (2012). The American Ornithologists Union, en: <http://www.aou.org/>

APG. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121.

Bhushan, N., y Rai, K. (2004). *Strategic decision making. Applying the analytic hierarchy process*. United States of America. Springer-Verlag. 2004, pp. 15-17.

Challenger, A. (1998). *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México*. Pasado Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 847 p.

CNAH (2012). The Center for North American Herpetology, en: <http://www.cnah.org/>

CONABIO (2011). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, SEMARNAT, en: <http://www.conabio.gob.mx>

CONAFOR (2004). *Protección, restauración y conservación de Suelos forestales*. CONAFOR, México.

Cronquist, A. (1981). *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. Nueva York. 1262 p.

Enríquez-Enríquez E. D., Koch S. D., González-Elizondo M. S. (2003). Flora y vegetación de la sierra de órganos, municipio de Sombrerete, Zacatecas, México. *Acta Botánica Mexicana* 64: 45-89

EPA. (01 de 07 de 2009). Code of Federal Regulations. Recuperado en Enero de 2014, de Title 40 - Protection of Environment: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2009-title40-vol15/xml/CFR-2009-title40-vol15-part70.xml>

Eugene, A.T. y H.E. Burkhat. (1983). *Forest Measurements*. McGraw-Hill. N.Y., USA. 331 p. Font-Quer P. 1953. *Diccionario de botánica*. Editorial Labor. Barcelona.

García, E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)* (2. ed. corr. y aumentada ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.

González-Elizondo, M. S. (1997). *Upper Mezquital River region, Sierra Madre Occidental, México*, In: Davis, S. D., V. H. Heywood, O. Herrera-McBryde, J. Villa-Lobos y A. C. Hamilton (eds.). *Centres for plant diversity: a guide and strategy for their conservation*. Vol. III: The Americas. The World Wide Fund for Nature & International Union for the Conservation of Nature - The World Conservation Union. Cambridge, UK. pp. 157-160.

González-Elizondo M.S., González- Elizondo M., Tena-Flores J.A., Ruacho-González L. y López-Enríquez I.L. (2012). Vegetación de la Sierra Madre Occidental: una síntesis. *Acta Botánica Mexicana* 100: 351-403

González Márquez, J. J., & Montelongo Buenavista, I. (Septiembre-Diciembre de 1996). *El ordenamiento ecológico del territorio como instrumento de política ambiental*. Recuperado en Marzo de 2014, del sitio web de Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco: <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/alegatos/pdfs/31/34-05.pdf>

H. Lamprecht.(1990). *Silvicultura en los trópicos*. Ed. GTZ

INE (2010). Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, en: <http://www.ine.gob.mx/>

INEGI (2000). Los análisis físicos y químicos en la cartografía edafológica de INEGI, guía normativo-metodológica. Versión digital tomada de <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/normatividad/edafologia/normedaf.pdf?c=3> Noviembre 2006.

INEGI (2006a). *Guía para la interpretación de cartografía, Edafología*. Editorial INEGI. Primera reimpresión. México.

López, C., Chanfón, S. & Segura, G. (2005) *La Riqueza de los Bosques Mexicanos: Más Allá de la Madera. Experiencias en Comunidades Rurales*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 199 p.

Lot, A. y Chiang F. (Compiladores). (1986). *Manual de Herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C., México, D. F.

Martin, P. S., D. Yetman, M. Fishbein, P. Jenkins, T. R. Van Devender y R. K. Wilson. (1998). Gentry's Río Mayo plants: The tropical deciduous forest and environs of Northwest Mexico. *The University of Arizona Press*. Tucson, Arizona, USA. 558 pp.

Miranda F. y Hernández-Xolocotzi E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179

Moreno N.P. (1984). *Glosario Botánico Ilustrado*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (CECSA), Xalapa.

Morrone J. J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de biodiversidad* 76: 207 – 252.

Rzedowski J. (1978). *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México, D.F.

Porta Casanella, Jaume. López-Acevedo, M (2005). *Agenda de Campo de Suelos, Información de Suelos para la Agricultura y el Medio Ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Porta, J. López-Acevedo, M. Roquero, C (1999). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda edición. Bilbao

REPDA (2013). Registro Público de Derechos del Agua, CONAGUA, en <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx?n1=5&n2=37&n3=115>

Saaty, T., Vargas, L. (1994). *Decision making in economic, political, social and technological environments. With the analytic hierarchy process*. The analytic hierarchy process vol. VII. RWS Publications. USA.

Saaty, T. L. (1994). *Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process*. United States of America. RWS Publications, pp. 32-33.

Saaty, Thomas L. (1997). *Toma de decisiones para líderes. El proceso analítico jerárquico la toma de decisiones en un mundo complejo*. RWS Publications. USA

SEDESOL (2010), Secretaría de Desarrollo Social, en: <http://www.sedesol.gob.mx/>

SIATL (2010). Simulador de Flujos de Agua de Cuencas hidrográficas, INEGI, en: [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/SIATL/#](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#)

Siraj, S., Mikhailov, L. and Keane, J. A. (2013). *PriEsT: an interactive decision support tool to estimate priorities from pairwise comparison judgments*. International Transactions in Operational Research. doi: 10.1111/itor.12054

## **IX. LISTA DE ANEXOS, FIGURAS Y TABLAS**

### **IX.1 Anexos**

#### **Capítulo I**

- Anexo 1.1. Contrato de Compra venta
- Anexo 1.2. Escritura de la segunda porción
- Anexo 1.3. Identificación del Promovente
- Anexo 1.4. Identificación del Responsable del proyecto
- Anexo 1.5. Cédula Profesional del Encargado de la elaboración del estudio

#### **Capítulo II**

- Anexo 2.1. Planos de la red de agua potable
- Anexo 2.2. Planos de la red de drenaje
- Anexo 2.3. Planos de la red eléctrica
- Anexo 2.4. Plano General del Proyecto
- Anexo 2.5. Plano del Predio

#### **Capítulo IV**

- Anexo 4.1. Resultados de laboratorio de suelos

#### **Capítulo V**

- Anexo 5.1. Matriz de impactos de etapa de preparación del sitio
- Anexo 5.2. Matriz de impactos de etapa de construcción
- Anexo 5.3. Matriz de impactos de etapa de operación
- Anexo 5.4. Matriz de valoración

#### **Capítulo VIII**

- Anexo 8.1. Reporte fotográfico