

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO
“PUNTA SUR “
A DESARROLLARSE EN EL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA
ROO, MÉXICO**

Preparado para:
Desarrollos Punta Sur, S.A. de C.V.

Preparado por:
Kaiser Consultores Ambientales, S. A. de C. V.

Septiembre 2018

Kaiser
Consultores Ambientales

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

CONTENIDO

I.1 PROYECTO.....	1
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO	1
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	1
I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.....	5
I.1.4. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL	5
I.2. PROMOVENTE	5
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	5
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE.....	5
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL	5
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES.....	5
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	6
I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	6
I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP	6
I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO	6
I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO	6
TABLA	
TABLA I. 1 COORDENADAS DEL PREDIO.....	1
FIGURA	
FIGURA I. 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
ANEXOS	
ANEXO I-1. ACTA CONSTITUTIVA Y PODER LEGAL DEL PROMOVENTE	
ANEXO I-2. COPIA DE IDENTIFICACIÓN OFICIAL DEL REPRESENTANTE LEGAL DEL PROMOVENTE	
ANEXO I-3. RFC DE LA RAZÓN SOCIAL DEL PROMOVENTE.	
ANEXO I-4. COPIA DEL RFC DE KAISER CONSULTORES	
ANEXO I-5 COPIA DE LA CÉDULA PROFESIONAL	
ANEXO I-6 CV DEL RESPONSABLE TÉCNICO	

I.1 PROYECTO

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

“Punta Sur” (Proyecto).

I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto “Punta Sur” se localiza sobre la carretera Reforma Agraria-Puerto Juárez, también conocida como carretera Cancún-Tulum o Chetumal-Cancún, a la altura del km 252 en la localidad de Akumal, Municipio Tulum, Quintana Roo. En la Tabla I.1, se presentan las coordenadas de ubicación del predio en donde se desarrollará el Proyecto.

Tabla I. 1 Coordenadas del predio.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	VÉRTICE	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	2,253.450.404	466,213.04
1	2	S 43°02'00.81" E	91.399	2	2,253,383.60	466,275.41
2	3	S 14°02'48.67" W	165.643	3	2,253.222 905	466,235.21
3	4	S 08°09'01.60" W	107.732	4	2,253.116.261	466,219.93
4	5	S 74°47'54.06" W	86 506	5	2,253,093.58	466,136.45
5	6	S 82°23'54.26" W	0.924	6	2,253.093.455	466,135.54
6	7	N 81°39'14 51" W	0.663	7	2,253,093 552	466,134.88
7	8	N 61°39'32.55" W	0.719	8	2,253,093.89	466,134.25
8	9	N 55°39'51.86" W	1.279	9	2,253,094.61	466,133.19
9	10	N 53°27'10.13" W	1.476	10	2,253,095.49	466,132.01
10	11	N 76°54'09 03" W	9.402	11	2.253.097 623	466.122.850
		CENTRO DE CURVA DELTA = 51°40'57.11" RADIO = 10.785	LONG.CURVA =9.728 SUB.TAN.= 5.2	12	2,253,087.11	466,125.23
11	12	S 00°10'36.65" E	24.395	13	2,253,073.23	466,122.93
		CENTRO DE CURVA DELTA = 158°57'58.94" RADIO = 12.406	LONG.CURVA = 34.421 SUB.TAN.= 66.826	14	2,253,085.43	466,125.15
13	15	N 86°45'16.46" E	5.322	15	2,253,073.53	466,128.24
		CENTRO DE CURVA DELTA = 27°16'5.73" RADIO = 11.290	LONG. CURVA= 5.373 SUB.TAN.= 2.738	16	2,253,084.33	466,124.96
15	17	N 56°59'03.43" E	3.846	1017	2,253,075.63	466,131.46
17	18	S 13°53'25.60" E	35.268	1018	2,253,041.39	466,139.93
18	19	S 74°12'56.13" W	8.906	1019	2,253,038.97	466,131.36
LADO		RUMBO	DISTANCIA	VÉRTICE	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
19	20	N 21 °48'43 06" W	1.847	1020	2,253,040 681	466,130.67
20	21	S 68°03'54.78" W	1.45	1021	2,253,040.14	466,129.33
21	22	N 37°25'32.94" W	91.934	1022	2,253,113.15	466,073.46
22	23	N 49°43'39.31" E	213.606	1023	2,253,251.23	466,236.43
23	24	N 21°00'46 34" W	199.082	1024	2,253,437.07	466,165.05
24	1	N 74°28'24.36" E	49.807	1	2,253,450.40	466,213.04
SUPERFICIE = 23,816.047 m2						

En la Figura I-1 se presenta la ubicación del proyecto.

Ubicación del Proyecto

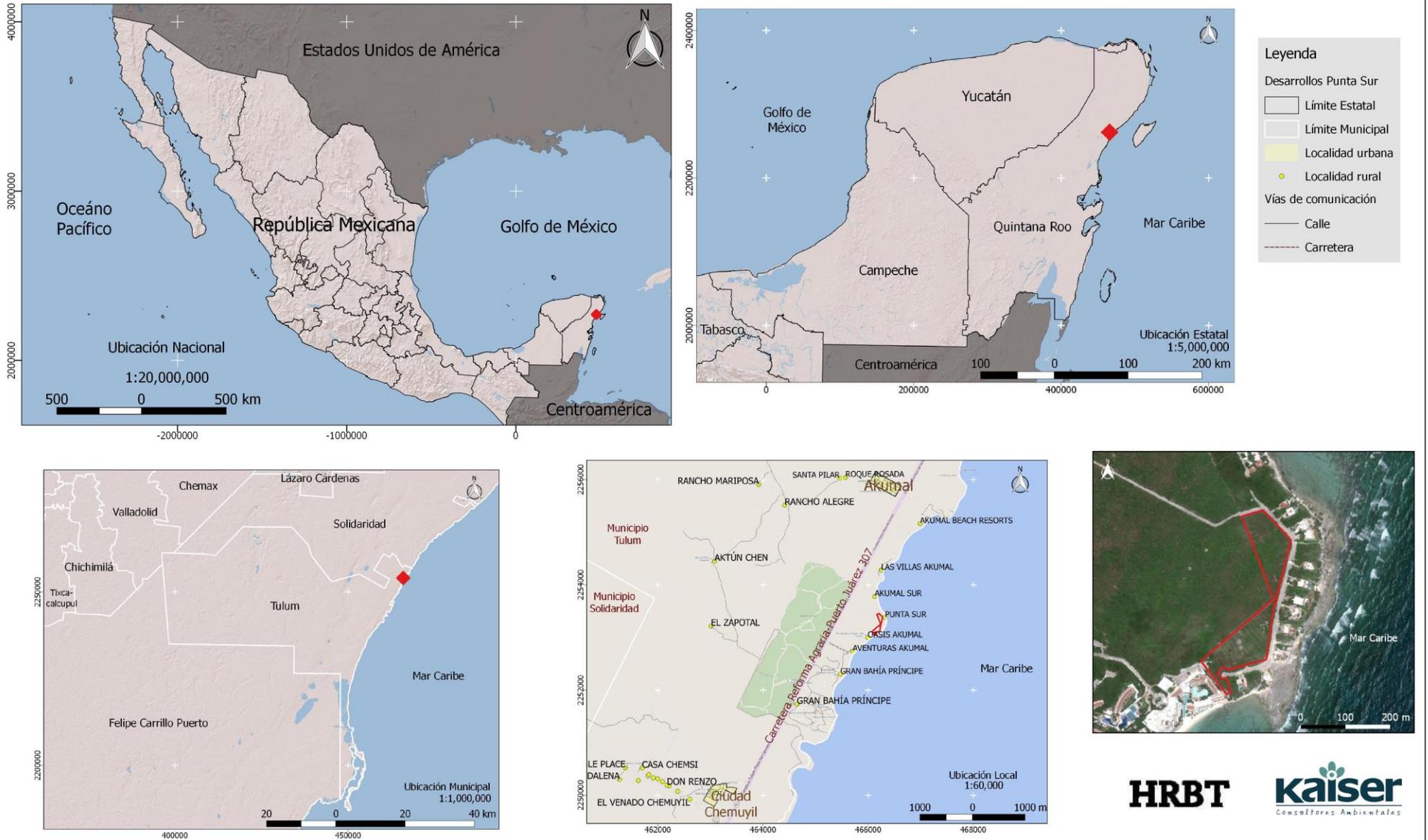


Figura I. 1. Ubicación del Proyecto.

1.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Se considera que, por ser un Proyecto inmobiliario, su vida útil puede ser mayor de 99 años, siempre y cuando se dé un buen mantenimiento a las instalaciones.

1.1.4. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

En los siguientes Anexos se presentan los siguientes documentos legales:

Anexo I-1 Acta constitutiva y poder legal de Promovente.

Anexo I.2 Copia de identificación Oficial del representante legal del Promovente.

Anexo I.3 RFC de la razón social del Promovente.

I.2. PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Desarrollos Punta Sur S.A. de C.V.

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

DPS151111UR8

I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

Isaac Henares Duclos, quien cuenta con las facultades suficientes para realizar la presente solicitud, según consta en la escritura número 752 de fecha del 11 de noviembre de 2015, otorgada ante la fe del C. Bernardo M. Rivadeneyra Pérez, titular de la Notaria No.25 notario público del Estado de Yucatán, facultades que a la fecha de realización de la presente solicitud no les han sido revocadas o limitadas en forma alguna.

I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

Oficinas TAO MEXICO
Avenida Sol, esquina Vía Palma, MZA 42 LT 1
Interior Residencial Bahía Príncipe
Carretera Chetumal Benito Juárez Km 250
C.P. 77780 Akumal, Quintana Roo

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

I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Kaiser Consultores Ambientales, S.A. de C.V.

I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP

KCA940207E58

I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Biól. Héctor Lesser Hiriart

I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Primer Callejón de San Francisco No. 6
Col. Pueblo Nuevo Bajo
Del. Magdalena Contreras
C.P. 10640, Ciudad de México

Se incluye como **Anexo I-4**, **Anexo I.5** y **Anexo I.6** copia de la documentación probatoria del responsable técnico.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	1
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	1
II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO	1
II.1.2. SELECCIÓN DEL SITIO	6
II.1.3. UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL PROYECTO	7
II.1.3.1 Dimensiones del proyecto.....	10
II.1.4. USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS	12
II.1.5. INVERSIÓN REQUERIDA	15
II.1.6. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.....	15
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	15
II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO	15
II.2.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA TOTAL.....	17
II.2.3. PREPARACIÓN DEL SITIO	19
II.2.3.1. Trazo de Área para Desmonte y para Conservación	19
II.2.3.2. Marcado y Rescate de Especies Vegetales para Conservación.....	19
II.2.3.3. Rescate de Especies de Fauna	19
II.2.3.4. Desmonte de Vegetación y Limpieza.....	20
II.2.3.5. Despalme de Capa Vegetal	20
II.2.3.6. Bardeado.....	20
II.2.3.7. Excavación, relleno y nivelación	20
II.2.4. DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO.....	21
II.2.4.1 Construcción de caminos de acceso	21
II.2.4.2. Servicios adicionales.....	21
II.2.4.3. Almacenes, bodegas y talleres.	21
II.2.4.4. Campamentos, Dormitorios y Comedores.....	21
II.2.4.4. Instalaciones sanitarias.	22
II.2.4.5. Bancos de material.	22
II.2.4.6. Sitios para la disposición de residuos no peligrosos.	22
II.2.5. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	22
II.2.5.1. TERRACERÍAS (preliminares).....	23
II.2.5.2. CIMENTACIONES	23
II.2.5.3. ALBAÑILERÍA	24
II.2.5.4. INSTALACIONES.....	24
II.2.5.5 ACABADOS	26
II.2.5.6 RELACIÓN DE MATERIAL, EQUIPO Y PERSONAL	28
II.2.6. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	30
II.2.6.1 OPERACIÓN DEL PROYECTO (Prestación de servicios turísticos).	30
II.2.6.2 MANTENIMIENTO.	31
II.2.7. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.....	32
II.2.8. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS	32
II.2.9. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA	32
II.2.9.1. Etapa Preparación del Sitio y Construcción	32
II.2.9.1.1 Residuos Sólidos.	32
II.2.9.1.2 Aguas Residuales.....	33
II.2.9.1.3 Residuos Peligrosos.	33

II.2.9.1.4 Emisiones a la atmósfera.....	34
II.2.9.1.5 Emisiones de Ruido.....	34
II.2.9.2. Etapa de Operación y Mantenimiento	35
II.2.9.2.1 Residuos Sólidos (No peligrosos).....	35
II.2.9.2.2 Aguas Residuales.....	37
II.2.9.2.3 Residuos Peligrosos.....	41
II.2.9.4. Emisiones a la Atmósfera.....	43
II.2.9.5. Fuentes de Ruido.....	44
II.2.10. INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS	45
II.2.10.1. Residuos no peligrosos	45
II.2.10.2. Residuos peligrosos	45
II.2.10.3. Aguas residuales	45

TABLAS

TABLA II. 1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES DEL PROYECTO.....	5
TABLA II.2 SUPERFICIE REQUERIDA POR EL PROYECTO	10
TABLA II.3 USO DE SUELO HABITACIONAL 4.....	10
TABLA II.4 COS Y CUS EN EL PROYECTO.....	12
TABLA II.5 DATOS PARA EL CUS EN EL PROYECTO.....	12
TABLA II. 6 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO PARA LA PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.....	16
TABLA II. 7 VOLÚMENES DE EXCAVACIÓN	21
TABLA II. 8 RELACIÓN DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN.	28
TABLA II. 9 EQUIPO PARA LA CONSTRUCCIÓN	29
TABLA II. 10 PERSONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN.....	30
TABLA II. 11 EQUIPOS QUE REQUIEREN DE UN MANTENIMIENTO PERIÓDICO.	31
TABLA II. 12 TIPOS DE RESIDUOS PELIGROSOS QUE PUEDEN SER GENERADOS EN LA PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN.	33
TABLA II. 13 TIPOS DE RESIDUOS PELIGROSOS QUE PUEDEN SER GENERADOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN	41
TABLA II. 14 NIVELES DE RUIDO.....	44

FIGURAS

FIGURA II. 1 DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	2
FIGURA II. 2 PLAN MAESTRO	3
FIGURA II. 3. UBICACIÓN DEL PROYECTO REGIONAL	8
FIGURA II. 4 UBICACIÓN LOCAL DEL PROYECTO.	9
FIGURA II. 5. USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA.	14
FIGURA II. 6 PLAN MAESTRO DE PUNTA SUR.....	18
FIGURA II. 7 PRE DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.	26
FIGURA II. 8 VISTA TRASERA DE LOS EDIFICIOS DESDE LA ZONA DE AMENIDADES	27
FIGURA II. 9 VISTA DESDE UNA DE LAS TIPOLOGÍAS CON JARDÍN PRIVADO	28
FIGURA II. 11 UBICACIÓN DEL SITIO DONDE SE LLEVARÁ ACABO EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS.	36
FIGURA II. 12 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.	38
FIGURA II. 13 PRE-TRATAMIENTO-CRIBADO	38
FIGURA II. 14 FUNCIONAMIENTO GENERAL DE LA PTAR	40

ANEXOS

ANEXO II-1. PERIÓDICO OFICIAL

ANEXO II-2. FACTIBILIDAD CAPA

ANEXO II-3. MEMORIA TÉCNICA DE LA PLANTA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

ANEXO II-4. FACTIBILIDAD CFE

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El Proyecto “Punta Sur” es un conjunto de obras que integran un desarrollo turístico e inmobiliario, el cual pretende garantizar la compatibilidad con el medio ambiente. El objetivo es crear un sitio para vivir en armonía con la naturaleza. Los servicios que ofrece son los de abastecimiento de agua, manejo de agua residual, electricidad, telecomunicaciones y vialidades.

El Proyecto Punta Sur busca ofrecer a visitantes nacionales y extranjeros, amantes de la naturaleza y vida diaria en los ecosistemas costeros, la oportunidad de invertir en un patrimonio de alto valor ambiental y paisajístico.

De esta forma el objetivo principal del Proyecto es ofrecer alojamiento a visitantes temporales y personas interesadas en adquirir viviendas para uso vacacional o permanente.

II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO

El Proyecto consiste en 8 edificios en total, de tres niveles, 7 edificios de departamentos, y un edificio vacacional, amenidades exteriores, senderos y estacionamiento.

Para términos de esta MIA-P el proyecto se divide en zona norte y zona sur, divididos virtualmente en la arista central del predio.

En la zona norte se desplantan tres edificios de departamentos de 18 unidades cada uno dejando liberada la zona del manglar en el extremo superior del predio.

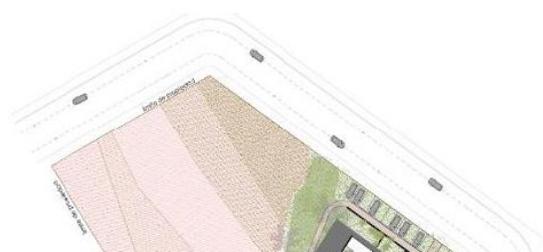
Al centro de esta zona, se concibe un espacio destinado a amenidades las cuales comprenden una alberca, terraza techada y un espacio de equipos que alimentaran los tres edificios anteriormente mencionados.

En la zona sur del predio se encuentran otros cuatro edificios de departamentos, igualmente con 18 unidades cada uno así como con el corazón verde y las amenidades y zona de equipos.

En esta zona también se localiza un edificio de uso vacacional de 17 habitaciones; el cual posee sus propias amenidades y acceso independiente desde la vialidad.

En la punta norte y sur hay una zona con presencia de manglar las cuales serán respetadas, en la zona sur únicamente será intervenida con un puente de madera de longitud de 50 m y de ancho 1.7 m aproximadamente, con pilotes para poder conectar el conjunto con la salida a la playa.

A continuación se muestra una imagen del plan maestro:



- 01- Torre de departamentos G
(18 unidades)
- 02- Torre de departamentos F
(18 unidades)
- 03- Torre de departamentos E
(18 unidades)
- 04- Torre de departamentos D
(18 unidades)
- 05- Torre de departamentos C
(18 unidades)
- 06- Torre de departamentos B
(18 unidades)
- 07- Torre de departamentos A
(18 unidades)
- 08- Amenidades Zona Norte
- 09- Amenidades Zona Sur
- 10- Edificio con uso vacacional
(17 habitaciones)
- 11- Salida a la playa, mediante un
puente de madera con pilotes
- 12- Estacionamiento perimetral
(143 cajones)
- 13- Planta de tratamiento

Figura II. 1 Diseño Arquitectónico.

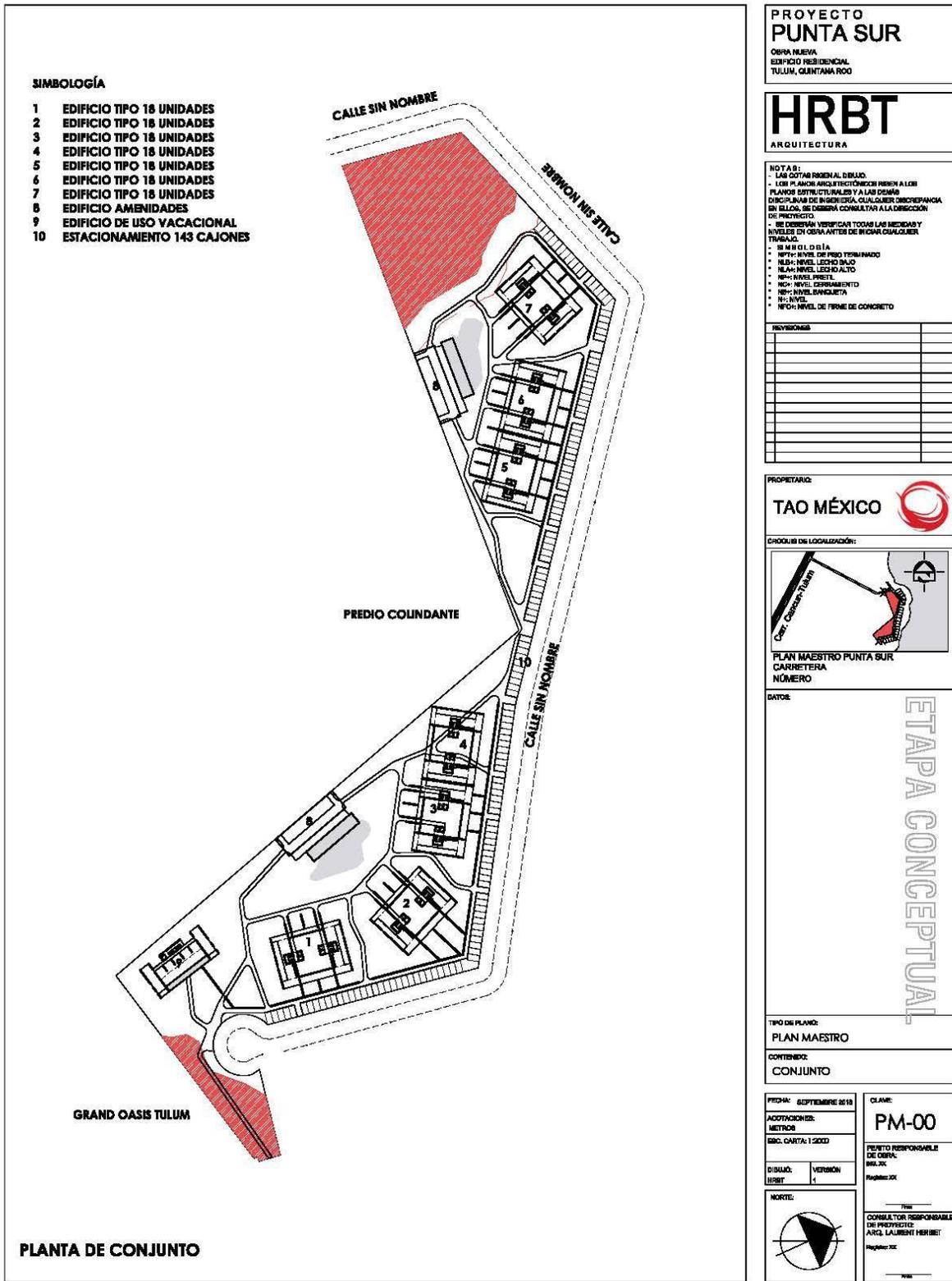


Figura II. 2 Plan Maestro

EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS

El proyecto contempla 126 unidades de departamentos divididos en 7 edificios tipo; cada uno con 18 departamentos en 3 niveles. El acceso al edificio es de manera peatonal por la parte posterior para llegar cualquiera de los dos núcleos de circulaciones verticales; estos cuentan con unas escaleras de 1.20m de ancho ventiladas por la parte superior así como un elevador con capacidad de 6 personas cada uno. En la azotea se contemplan dos espacios destinados a terraza privada con una cubierta ligera y remetida de todas las fachadas y un espacio central para albergar los equipos de aire acondicionado.

EDIFICIO DE USO VACACIONAL

Se encuentra en el extremo sur del predio con salida directa al mar, el acceso al edificio es independiente al resto de los edificios de departamentos.

El edificio cuenta con 17 habitaciones distribuidas en 3 niveles. En planta baja se tienen dos de las habitaciones anteriormente mencionadas con jardín privado así como una zona destinada a servicios, el vestíbulo principal y un restaurante vinculado con una terraza y alberca al exterior.

AMENIDADES

Las amenidades exteriores, tanto de la zona sur como de la zona norte, cuentan con un espacio destinado para cuarto de máquinas, sanitarios, una terraza techada y abierta en tres de sus lados así como una alberca descubierta. La llegada a este espacio es mediante andadores peatonales descubiertos.

SENDEROS

Para este proyecto se consideran 7 senderos peatonales distribuidos perimetralmente a los edificios y a lo largo de la vialidad de acceso perteneciente al municipio, que rodea principalmente el frente de playa del predio, 6 de estos para residentes de los departamentos y uno para edificio de uso vacacional.

Una vez dentro del conjunto, los senderos son por la parte trasera de cada uno de los edificios tipo de departamentos de manera peatonal.

Para el edificio de uso vacacional, el acceso es igualmente peatonal pero en este caso se accede de manera frontal al mismo.

ESTACIONAMIENTO

Como criterio general se propone tener los coches (143 cajones) distribuidos de manera perimetral al predio para aprovechar la vialidad existente como propio carril del estacionamiento y aprovechar tener la mayor superficie de áreas verdes.

En total se tienen 143 cajones de estacionamiento de 5.00x2.40 m los cuales están destinados tanto para propietarios de departamentos como para inquilinos del edificio de uso vacacional.

Para maximizar la superficie de áreas de conservación, todos los cajones se encuentran en el borde del predio, evitando tener vialidades vehiculares al interior de la propiedad, ya que se accede por la vialidad existente, sin nombre, misma que entronca con la carretera No. 307.

SERVICIOS

La propuesta considera una zona de equipos destinados a la planta de tratamiento para todo el conjunto en el punto central del predio; sin embargo también se cuentan con equipos por zona y por uso; en el caso de los departamentos, en el área de amenidades cada zona cuenta con su cuarto eléctrico y cuarto de bombas y el edificio de uso vacacional en mismas condiciones para operar de manera independiente al resto del proyecto.

Tabla II. 1 Principales características de los componentes del Proyecto.

Componentes del Proyecto	Características
Edificios.	Se desplantarán 8 edificios, 7 de departamentos de 18 unidades cada uno. Y un edificio de uso vacacional con 17 habitaciones. Ocupan una superficie de 4,911.94 m ² .
Amenidades exteriores.	Son 2, uno al norte y otro al sur, los que cuentan con una espacio destinado al cuarto de máquinas (cuarto eléctrico y de bombas), sanitarios, una terraza techada y abierta en tres de sus lados, así como una alberca descubierta. Ocupan una superficie total de 1,252.88 m ² .
Senderos	Para este proyecto se consideran 7 senderos peatonales distribuidos perimetralmente a los edificios y a lo largo de la vialidad de acceso, perteneciente al municipio, que rodea principalmente el frente de playa del predio, 6 de estos para residentes de los departamentos y uno para edificio de uso vacacional, en este caso se accede de manera frontal al mismo, ahora bien al sur hay una zona con presencia de manglar la cual será respetada, únicamente intervenida con un puente de madera para poder conectar el conjunto con la salida a la playa. Cubren una superficie total de 2,956.94 m ²
Estacionamiento	En total se tienen 143 cajones de estacionamiento de 5.00x2.40 m, todos los cajones se encuentran en el borde del predio, evitando tener vialidades vehiculares al interior de la propiedad. Ocupa una superficie total de 1,716.00 m ²
Áreas de Conservación.	El área de conservación, se ubica al norte y sur del predio en dónde hay mangle, ocupa una superficie de 4,070.36 m ² .
Áreas Verdes	En las áreas verdes se llevará acabo la reubicación de especies, además se mantendrán las especies nativas, cuenta con una superficie de 8,907.93 m ² .
Vialidad de acceso existente	Desde la carretera No. 307, se accede al predio por una Calle Sin Nombre, vialidad ya existente, la cual rodea, por el costado este del Predio.

Se hace del conocimiento de la Autoridad que debido a la creación de la Nueva Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el DOF el 05 de junio del 2018, en donde en el Título Primero, Capítulo I, artículo 7, inciso LXXI, dice lo siguiente:

“Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales. No se considerará terreno forestal, para efectos de esta Ley, el que se

localice dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con excepción de las áreas naturales protegidas;"

Punta Sur se encuentra dentro del Centro de Población de Akumal, delimitado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal 2007-2032 por lo tanto, el terreno en cuestión no puede ser considerado como terreno forestal, por lo que no requiere ser evaluado con base en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, ni el inciso O) del artículo 5 de su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Ahora bien, atendiendo a las actualizaciones de los instrumentos de política ambiental aplicable al proyecto, se informa que con fecha 3 de abril de 2018 se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el cambio de uso de suelo del predio en cuestión de Turístico Residencial 2 de baja densidad (TR2) a Habitacional de alta densidad (H4) **anexo II.1.**

Dicha publicación, que cumplió con todos los requisitos legales necesarios, señala densidades y un uso de suelo específico para el predio donde el proyecto pretende desarrollarse, y son estos los que deben considerarse durante la evaluación de impacto ambiental del mismo.

II.1.2. SELECCIÓN DEL SITIO

Para la selección del sitio se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

Justificación técnica.

El proyecto cuenta con una superficie de 23,816.04 m², de los cuales se considera la conversión de 10,837.76 m² de selva baja en general, equivalentes al 45.5% del total del predio; habrán áreas verdes, en donde se mantendrá la vegetación nativa y ahí mismo se reubicarán las especies protegidas y ocuparán 8,907.93 m² equivalente al 37.5% del total del predio y por último se mantendrá una superficie de 4,070.36 m² equivalentes al 17% del total del predio como áreas de conservación donde no se realizará actividad alguna.

Por lo que se considera que las condiciones del predio se habrán de mantener para el mantenimiento y desarrollo natural de la biodiversidad del sitio. Por lo tanto, el germoplasma y la biodiversidad quedan garantizados al dejarse una importante cantidad de vegetación sin desmontar. Adicionalmente es importante mencionar que el diseño del desplante del proyecto, no provocará afectación alguna a los ecosistemas de importancia del lugar (mangle).

Justificación económica.

Entre las principales actividades económicas del Estado sobresale el turismo, el cual se concentra en el balneario y las playas de Cancún, uno de los centros turísticos más visitados del mundo, y en la Riviera Maya costera, que abarca desde Puerto Morelos hasta Tulum y

la isla de Cozumel, la cual cuenta con diversos arrecifes para bucear, teniendo como ciudad principal a Playa del Carmen. A 6 kilómetros al sur de Playa del Carmen se encuentra Xcaret, un yacimiento arqueológico maya y parque temático ecológico, donde se pueden practicar diversas actividades acuáticas y conocer la cultura, flora y fauna de la región. La costa sur del estado recientemente se ha ido explotando y existen poblaciones turísticas como Xcalac y Mahahual, donde se encuentra un muelle donde arriban los cruceros.

Cabe mencionar que durante el tiempo que durará el proceso de preparación del sitio y construcción del proyecto, serán requeridos de la participación directa de al menos 302 personas por día, generando empleos directos o jornales de trabajo, que significarán fuentes de empleo temporal importantes para la región y, particularmente, para el municipio.

Así mismo durante la etapa de preparación y construcción, serán requeridos materiales de construcción y servicios diversos que ocasionarán una derrama económica también importante.

Justificación Social.

Se espera la creación de una necesidad permanente de insumos materiales, alimentos y servicios diversos, estos impactos positivos contribuirán, de manera importante, en el desarrollo económico del Municipio de Tulum y de las localidades de Akumal y Chemuyil.

II.1.3. UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

El proyecto "Punta Sur", se ubicará aproximadamente en el kilómetro 252 de la Carretera Federal 307, Reforma Agraria - Puerto Juárez, dentro de la población de Akumal, Municipio de Tulum, Quintana Roo, En las siguientes figuras se presenta la ubicación regional y local del proyecto.

El proyecto se desarrollará en un predio de forma irregular, con una superficie de 23,816.04 m² (2.38 ha), dentro del cual se pretende construir una serie de inmuebles en obra nueva para habitación plurifamiliar y un edificio de uso vacacional.

El predio colinda en al norte y al oriente con la vialidad de acceso, la cual es de tránsito local, en cuanto al sur y al poniente colinda con propiedad privada.

La topografía del predio es muy regular; sin embargo, en cuanto a vegetación se presentan distintos escenarios; en su mayoría se trata de vegetación de selva baja y matorral costero y por otro lado en los extremos norte y sur la presencia de manglar.

Cómo se mencionó en el Capítulo I, el Proyecto se desarrollará en una superficie total de 23,816.04 m² ≈ 2.38 ha, ver Figuras II 3 y 4.

Ubicación Regional

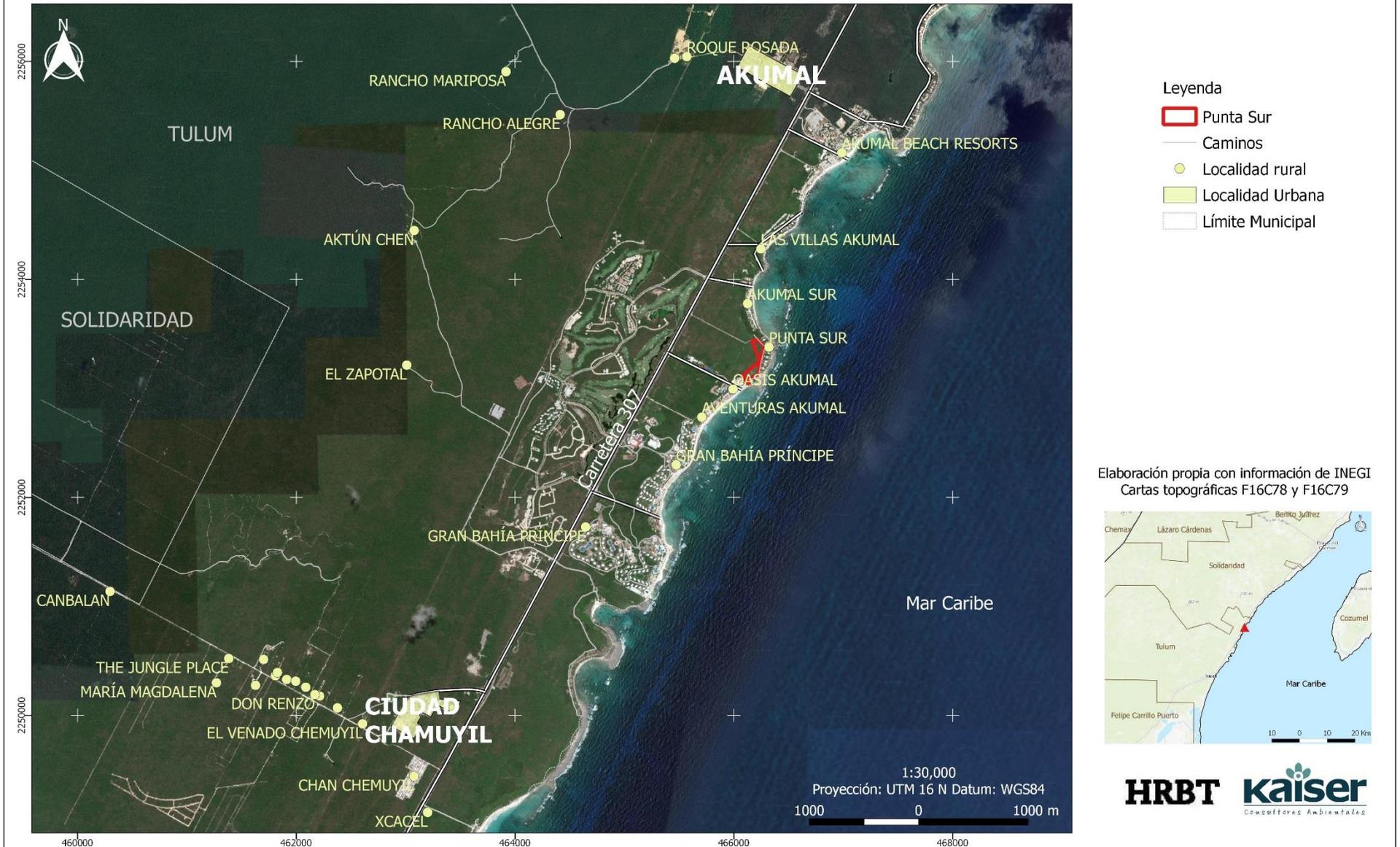


Figura II. 3. Ubicación del Proyecto Regional

Ubicación Local del Proyecto



Vértices del Proyecto		
Vértice	X	Y
1	466213.04	2253450.4
2	466275.41	2253383.6
3	466235.21	2253222.905
4	466219.93	2253116.26
5	466136.45	2253093.58
6	466135.54	2253093.46
7	466134.88	2253093.552
8	466134.25	2253093.89
9	466133.19	2253094.61
10	466132.01	2253095.49
11	466122.85	2253097.62
12	466125.23	2253087.11
13	466122.93	2253073.23
14	466125.15	2253085.43
15	466128.24	2253073.53
16	466124.96	2253084.33
17	466131.46	2253075.63
18	466139.93	2253041.39
19	466131.36	2253038.97
20	466130.67	2253040.68
21	466129.33	2253040.14
22	466073.46	2253113.15
23	466236.43	2253251.23



Figura II. 4 Ubicación Local del Proyecto.

II.1.3.1 DIMENSIONES DEL PROYECTO

El proyecto se refiere a la construcción de 126 unidades de vivienda, de 17 unidades de un edificio vacacional con 3 niveles, y amenidades en general, en la siguiente tabla se presenta el resumen de áreas y edificaciones:

Tabla II.2 Superficie requerida por el Proyecto

Categoría	Unidades	Superficie (m ²)	% del total de la superficie
Unidades vivienda	126 unidades		
Edificio vacacional	17 unidades		
Cajones	143 cajones		
Desplante		4,911.94	20.62
Estacionamiento		1,716.00	7.21
Amenidades exteriores		1,252.88	5.26
Senderos		2,956.94	12.42
Superficie de desmonte		10, 837.76	45.51
Áreas verdes		8,907.93	37.40
Áreas de conservación		4,070.36	17.09
Total		23,816.0473	100

De acuerdo con la actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Akumal 2007-2032 (PDU), el proyecto tiene asignado un uso de suelo Habitacional 4 (H4), ver tabla II.3

Tabla II.3 Uso de suelo Habitacional 4

Concepto	Uso de suelo actual (Publicado el 03/04/2018)
Uso de suelo	H4
Área de Terreno	23,816.05
Habitaciones/Hectárea	240
Cuartos/Ha	-
Viviendas/Ha	60
Lote Tipo	120
Frente mínimo del terreno	7.50
Coefficiente de Ocupación de Suelo	0.60
Coefficiente de Utilización del Suelo	1.65
Restricción mínima frente	3.00
Restricción mínima lateral	---
Concepto	Uso de suelo actual (Publicado el 03/04/2018)
Restricción mínima posterior	3.00
Restricción mínima vía pública	3.00
Altura máxima metros	12 m
Altura máxima niveles	3

Cálculo de Coeficiente de Ocupación de Suelo (COS).

Con base en el COS señalado dentro del PDU el cual es del 60% para la zona donde se encuentra el proyecto, el predio de PUNTA SUR puede tener una superficie máxima de desplante de hasta 14,289.62 m² (23,816.05 m² x 0.60 = 14,289.62 m²), por lo tanto el proyecto se encuentra aún por debajo del máximo establecido con un COS de 45.5%, correspondiente a 10,873.76 m² de desplante total, ver tabla II.4.

Es importante mencionar que dentro del cálculo del área de desplante se está considerando el desplante que corresponde a los edificios, el estacionamiento, amenidades exteriores y senderos.

Cálculo de Coeficiente de Utilización de Suelo (CUS).

Por otra parte, el PDU señala un coeficiente del 1.65 para el CUS, por lo que el proyecto de PUNTA SUR puede tener una superficie total de construcción de hasta 38,105.68 m² (23,816.04 m² x 1.65 = 38,105.68 m²), lo cual también se cumple al tener un máximo de área construida de 14,815.28 m², es decir un coeficiente del 0.62.

El proyecto PUNTA SUR cuenta aún con un margen muy grande de construcción con referencia al CUS, ya que la zona permite una altura máxima de construcción de 12 metros. Las principales características del uso de suelo para el proyecto se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla II.4 COS y CUS en el Proyecto

Concepto	Por Reglamento (m ²)	En proyecto (m ²)	En proyecto COS y CUS
Predio	23,816.0473	23,816.0473	23,816.0473
COS 60%	14,289.6284	10,837.76	45.5%
CUS 1.6	38,105.6757	14,815.28	0.62

En la siguiente tabla se desglosa el CUS:

Tabla II.5 Datos para el CUS en el Proyecto

Planta	m ²	Nivel
Azotea (Roof y sobrepaso)	996.08 m ²	
Segundo nivel	4,453.63 m ²	3
Primer nivel	4,453.63 m ²	2
Planta baja	4,911.94 m ²	1
CUS	14,815.28 m ²	PB + 2 niveles

II.1.4. USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS

El área donde pretende ubicarse el proyecto, tiene asignado un uso de suelo Habitacional de densidad alta (H4), el cual permite 60 viviendas por hectárea, de acuerdo con la actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal 2007-2032 publicado el 3 de abril de 2018 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

El área en donde pretende realizarse el proyecto, no ha tenido ningún tipo de uso anterior; sin embargo, se presentan algunos indicios de caminos y brechas llevados a cabo.

La zona se encuentra rodeada de hoteles, zonas residenciales y comerciales, provistas de todos los servicios, siendo alguno de ellos, suministrados por el municipio

La propiedad se localiza aproximadamente a 800 metros al noreste del desarrollo turístico Gran Bahía de Príncipe, a 4.5 Kilómetros al noreste de la localidad de Chemuyil, a 8 kilómetros al suroeste del Parque Nacional Xel-Ha y a 21 kilómetros al noreste de la localidad y zona arqueológica de Tulum, así mismo la propiedad se localiza a 40 kilómetros al suroeste de la localidad de Playa de Carmen y 2 kilómetros de la localidad de Akumal.

De acuerdo con la información temática Uso de Suelo y Vegetación de INEGI serie VI, en el área en donde se pretende desarrollar el proyecto existe una zona con un uso urbano al sur (colinda con Oasis Akumal y Aventuras Akumal) y al oeste después de cruzar la carretera no. 307 (se ubica Gran Bahía Príncipe), y el resto del área del proyecto, al norte, noroeste y este, se describe la presencia de vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, antes de cruzar la carretera no. 307, al este y noreste el proyecto colinda con una zona residencial, ver Figura II.5.

De acuerdo con la información temática Hidrología superficial de INEGI-CONAGUA, el proyecto se ubica en la Región Hidrológica Quintana Roo (RH32A), y específicamente en el predio no se presentan corrientes superficiales (ríos o arroyos).

Dada la elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea de la península, por lo que prácticamente toda el área funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido éstos se desarrollan principalmente en la subregión Candelaria, en el Estado de Campeche de acuerdo con CONAGUA. El proyecto se ubica en el acuífero Península de Yucatán, el cual cuenta con volumen disponible para nuevas concesiones.

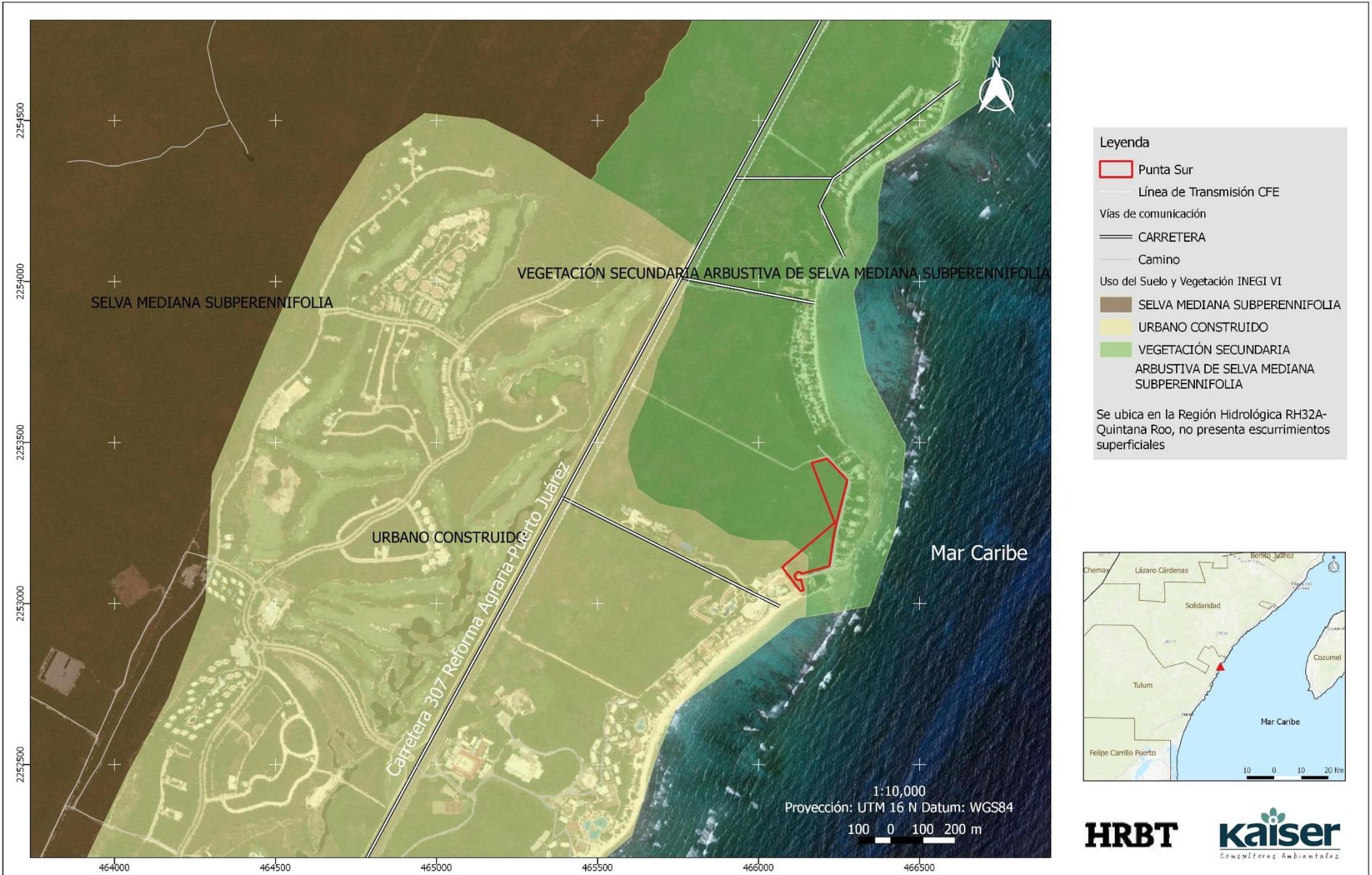


Figura II. 5. Uso Actual de Suelo y/o Cuerpos de Agua.

II.1.5. INVERSIÓN REQUERIDA

El capital total requerido para el proyecto es de 22.5 Millones de Dólares.

II.1.6. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

El área donde pretende ubicarse el proyecto, tiene asignado un uso habitacional de densidad alta (H4) de acuerdo con la actualización del PDU Akumal. Ésta área se encuentra rodeada de hoteles, zonas residenciales y comerciales, las cuales se encuentran provistas de todos los servicios, siendo alguno de ellos, suministrados por el municipio.

- Respecto del abasto de agua potable, se cuenta con la factibilidad, proporcionada por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado, en la que se dice SI es factible proporcionar el servicio de agua potable, ya que pasa una tubería de PVC de 3" de diámetro, ver **anexo II.2**.
- Para el caso del manejo de aguas residuales, el proyecto "Punta Sur" contempla la construcción de una planta de tratamiento dentro de la propiedad, ver **anexo II.3**.
- Para suministrar el servicio de energía eléctrica, se cuenta con una factibilidad, proporcionada por Comisión Federal de Electricidad, en la que se dice que SI es factible, ver **anexo II.4**.
- Para la recolección de los residuos sólidos, se contará con un acuerdo con el municipio.

Con base en la disponibilidad y cobertura de los servicios públicos municipales en la zona, incluida la recolección, manejo y disposición final de residuos sólidos, el área de interés puede calificarse como URBANA.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

La vida útil estimada para el Proyecto es de 99 años, con el debido mantenimiento y cuidado de las instalaciones se pueden alargar su duración indefinidamente.

Tabla II. 6 Programa general de trabajo para la preparación del sitio y construcción.

CONCEPTO	MESES																	
	ENE 1	FEB 2	MAR 3	ABR 4	MAY 5	JUN 6	JUL 7	AGO 8	SEP 9	OCT 10	NOV 11	DIC 12	ENE 13	FEB 14	MAR 15	ABR 16	MAY 17	JUN 18
TERRACERÍA																		
PRELIMINARES																		
Trazo y nivelación																		
Desmante y despalme																		
Tendido y compactación se sascab en vialidad																		
Excavación para red de drenaje y agua potable																		
EDIFICACION																		
CIMENTACIONES																		
Zapatas y contratrabes																		
Relleno de cimentación																		
ALBAÑILERÍA/ESTRUCUTRA																		
Muro de Block de 15x20x40cm																		
Castillos de 15x25																		
Losa de vigueta y bovedilla																		
ACABADOS																		
Aplanados interior e exteriores																		
Pisos y lambrines																		
Tablaroca y pintura																		
INSTALACIONES																		
Eléctrica/Sanitaria/Hidráulica																		

CONCEPTO	MESES																	
	ENE 1	FEB 2	MAR 3	ABR 4	MAY 5	JUN 6	JUL 7	AGO 8	SEP 9	OCT 10	NOV 11	DIC 12	ENE 13	FEB 14	MAR 15	ABR 16	MAY 17	JUN 18
CANCELERÍA																		
Cancelería/templados																		
CARPINTERÍA																		
Puertas/Clóset/Muebles/Pergolados																		
COCINAS																		
Cocinas e islas																		
OBRA EXTERIOR																		
Andadores y señalizaciones																		
Estacionamientos																		
JARDINERÍA																		
Jardinería en exteriores																		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:	Permanente (o hasta 99 años)																	

II.2.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA TOTAL

El Plan Master del Proyecto representa gráficamente el conjunto de los tipos de edificaciones:



Figura II. 6 Plan Maestro de Punta Sur.

II.2.3. PREPARACIÓN DEL SITIO

Para la preparación del sitio se desarrollarán las actividades de desmonte, despalme y limpieza del terreno. Estas actividades, se realizarán solamente en los lugares donde se llevarán a cabo las obras contempladas, respetando y protegiendo en sus colindancias los ejemplares de especies de importancia ambiental, así como los relictos de manglar mixto.

El desmonte y despalme de la vegetación será realizado con maquinaria ligera y de manera manual, en ningún de los casos se realizará el desmonte mediante el uso de fuego o sustancias químicas. De acuerdo al levantamiento topográfico del predio se determina la media de despalme de cada edificio; en promedio cada una de las torres estará elevada 80cm aproximadamente para tener menor impacto en generación de plataformas en el terreno, por lo cual se procurará aprovechar las topografías naturales del terreno. Todas las edificaciones planteadas en el proyecto estarán elevadas de 50 a 80 cm a partir del terreno natural, para no generar rellenos ni excavaciones.

A continuación, se describen cada una de las actividades que se llevarán a cabo durante la etapa de preparación del Sitio.

II.2.3.1. TRAZO DE ÁREA PARA DESMONTE Y PARA CONSERVACIÓN

Con base en la información de levantamiento de campo, se realizará un trazo con apoyo de equipo topográfico, a fin de delimitar las áreas destinadas a conservación, mismas que se protegerán con el apoyo de mallas, separándolas de aquellas zonas que serán desmontadas.

II.2.3.2. MARCADO Y RESCATE DE ESPECIES VEGETALES PARA CONSERVACIÓN

Previo a los trabajos de desmonte y conforme a las áreas delimitadas y consideradas para ese propósito, se llevará a cabo una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo. Esto con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica, aquellos ejemplares de vegetación que sean susceptibles de ser rescatados, especialmente los que encuentren en la 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. Una vez identificados los ejemplares, se aplicará la técnica de rescate más apropiada considerando la especie y su talla. Los ejemplares rescatados serán transportados a su sitio definitivo de trasplante o al vivero provisional para su mantenimiento.

Será imprescindible establecer un plan de monitoreo basado en indicadores de éxito con el que se pretende garantizar la viabilidad de las especies de vegetación que logren ser rescatadas, mismo que se expondrá con más detalle en el Capítulo VI.

II.2.3.3. RESCATE DE ESPECIES DE FAUNA

De manera paralela a las actividades de marcado y rescate de especies vegetales, un especialista en manejo de fauna junto con personal de apoyo (previamente capacitados), recorrerán las áreas de

desmante, con la finalidad en primer instancia de ahuyentar y de rescatar los ejemplares de fauna de lento desplazamiento o poca movilidad, mismos que se trasladarán a las áreas verdes; previo a su traslado cada organismo será identificado y registrado en formatos especialmente diseñados para dar cuenta a la autoridad del éxito de rescate. Especial atención se dará a aquellos ejemplares que se encuentren listados en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

II.2.3.4. DESMONTE DE VEGETACIÓN Y LIMPIEZA

Una vez que se haya efectuado el rescate de flora y fauna, se realizará el desmante de vegetación de manera mecánica y la limpieza del terreno, lo que consistirá en retirar los restos de vegetación de las áreas; los cuales serán triturados y se les aprovechará como mulch dentro del mismo predio. Debido a que los edificios están elevados del terreno natural, el desmante solo existirá en la zona de cimentación, así como en el estacionamiento, amenidades, albercas y senderos. Se estima que el área total que requiere de desmante es de 10,837.76 m².

II.2.3.5. DESPALME DE CAPA VEGETAL

El despalme, consiste en eliminar la capa de suelo con restos de vegetación como son raíces y hojas que pueden afectar el proceso constructivo; es importante mencionar que el despalme se realizará a una profundidad aproximada de 30 cm, en aquellas zonas en donde sea posible realizarlo. El suelo que se produzca se apartará y luego se dispondrá en el mismo proyecto, específicamente en las áreas verdes.

Es importante mencionar que, tanto el desmante como el despalme, se llevarán a cabo de manera paulatina conforme avance el proceso constructivo de las obras civiles e infraestructura secundaria del Proyecto, en concordancia con las áreas identificadas con vegetación y acorde al programa de trabajo. Es muy importante aclarar que se respetará el COS 60%, ya que el proyecto solo requiere el 45% de ocupación del suelo, lo que implica que estas áreas podrán resguardar vegetación de tipo natural en al menos un 55% de la superficie del predio.

II.2.3.6. BARDEADO

Se construirá una barda perimetral del terreno, se considera un muro bajo 1.10 m aproximadamente, con cerca verde en la parte superior. En la parte trasera se consideran espacios abiertos a nivel del suelo para el paso de fauna.

II.2.3.7. EXCAVACIÓN, RELLENO Y NIVELACIÓN

Después de realizada la limpieza del terreno, una cuadrilla de topógrafos delimita físicamente los diferentes frentes de trabajo y se realizan las actividades de excavación, para el área de edificaciones e infraestructura de servicios. Cabe mencionar que todas las edificaciones planteadas en el proyecto están elevadas de 50 a 80 cm a partir del terreno natural, para NO generar rellenos ni cortes. Se estima que el volumen de excavación total es de 1,893.12 m³, descrito en la siguiente tabla:

Tabla II. 7 Volúmenes de excavación

Volúmenes de excavación		
NO.	CONCEPTO	VOLUMEN
1	Estacionamiento	187.50 m ³
2	Amenidades	375.00 m ³
3	Senderos	1,330.62 m ³

II.2.4. DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO

II.2.4.1 CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DE ACCESO.

No se tiene contemplada la construcción de caminos de acceso de tipo provisional, ya que debido a la ubicación urbana del proyecto, todo el material y maquinaria utilizada, puede llegar por las vialidades actuales del Municipio. El acceso principal al proyecto es por la Carretera Federal No. 307 (Reforma Agraria – Puerto Juárez).

II.2.4.2. SERVICIOS ADICIONALES.

Dadas las características del Proyecto, NO se implementaran servicios provisionales, pues la factibilidad con los que cuenta la zona de estudio son suficientes para cubrir las necesidades y requerimientos por parte de las diferentes actividades a realizar.

II.2.4.3. ALMACENES, BODEGAS Y TALLERES.

Durante la construcción, se contará con un almacén de materiales y herramientas y una caseta de obra. Las cuales se ubicarán dentro del terreno en zonas donde se van a construir las estructuras.

NO existirán talleres de reparación de maquinaria. Los escasos combustibles, aceites y lubricantes que sean empleados durante las obras estarán ubicados dentro del almacén de materiales y herramientas, por lo que el piso deberá ser de concreto rodeado de un borde de concreto para evitar la filtración y el derrame de sustancias en caso de que suceda algún accidente. Este almacén deberá estar ventilado y provisto de extintores.

II.2.4.4. CAMPAMENTOS, DORMITORIOS Y COMEDORES.

Es importante mencionar que la gran mayoría de los trabajadores requeridos no necesitarán de un dormitorio ya que preferentemente serán contratados en la localidad, de la misma forma el personal que se contrate y que no sea de la región se les deberá buscar un alojamiento en la zona.

El comedor tendrá un área de 100 m² y será construido con polines de madera, cubiertos de lámina acanalada de cartón y con mosquiteros.

Se instalará una oficina móvil (trailer) de obra para el personal técnico y administrativo.

II.2.4.4. INSTALACIONES SANITARIAS.

Los trabajadores usarán baños portátiles tipo SANIRENT a razón de uno cada 15 obreros. Se contratará a una empresa especializada para su mantenimiento, con la periodicidad requerida para una operación segura y eficiente. Todas las instalaciones provisionales contarán con sanitarios, mismos que se colocarán en zonas específicas para evitar impactos innecesarios en áreas ajenas a las destinadas a la construcción.

II.2.4.5. BANCOS DE MATERIAL.

Los materiales de construcción, serán adquiridos con distribuidores autorizados en la ciudad de Playa del Carmen y de Cancún, y transportados por vía terrestre en trailers y camiones hasta la zona del proyecto.

Los bancos de materiales que se utilizaran deberán contar las autorizaciones en materia municipal y/o estatal que resulten aplicables, tanto la explotación, como su venta.

II.2.4.6. SITIOS PARA LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS.

Se dispondrán en toda la zona de construcción del proyecto, de tambos de 200 litros con tapa para la recolección de residuos sólidos no peligrosos, los cuales serán recogidos y transportados hacia el tiradero municipal.

Deberán disponerse en puntos estratégicos de la obra, tambos metálicos con tapa con el fin de recolectar los residuos sólidos no peligrosos que se produzcan. Es recomendable que los residuos puedan ser separados desde esta fase con el fin de reciclar el mayor volumen posible.

La compañía constructora que realice la obra, deberá cubrir con las obras y servicios de apoyo para los trabajadores durante la etapa de construcción del proyecto, las cuales deberán cumplir con las normas existentes para el manejo de los residuos generados.

II.2.5. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

La etapa de construcción consiste en la ejecución de las obras relativas a las cimentaciones para las edificaciones, la conformación y pavimentación de las vialidades, los andadores y estacionamientos, así como la infraestructura destinada a la prestación de los servicios turísticos y recreativos propuestos, incluidos el sistema de agua potable y sanitario, suministro de energía eléctrica, de telefonía y televisión por cable.

Como se describe anteriormente, se preparará el terreno para desplantar 7 edificios habitacionales, 2 de amenidades y uno de uso vacacional.

Todos los edificios están elevados de 80 a 50cm del nivel del terreno natural para no impactar a la flora y la fauna, por lo que en el proceso de construcción solo se desmontará la vegetación donde hay cimentaciones, senderos, albercas y estacionamiento.

No habrá rellenos ni cortes del terreno.

A continuación se describe el sistema constructivo, así como los trabajos preliminares para la etapa de construcción.

II.2.5.1. TERRACERÍAS (PRELIMINARES)

- **Trazo y nivelación:** De acuerdo al levantamiento topográfico del predio se determina la media de desplante de cada edificio; en promedio cada una de las torres estará elevada 80cm aproximadamente para tener menor impacto en generación de plataformas en el terreno.
- **Desmote y despalme:** Con base en el levantamiento forestal se consideran dos zonas con presencia de manglar a respetar, teniendo una restricción de proximidad; así mismo todas las especies de árboles que por fuerza mayor tengan que ser removidas serán replantadas dentro de los corazones que se proyectan en el conjunto en la zona de amenidades.
- **Tendido y compactación de sascab en vialidad:** el planteamiento del proyecto considera cajones de estacionamiento distribuidos de manera perimetral al terreno con la finalidad de no tener vialidades al interior del predio.
- **Excavación para red de drenaje y agua potable:** las redes de distribución de agua potable y drenaje estarán planteadas por la parte frontal del proyecto debajo del andador perimetral con el propósito de no interferir en las zonas de áreas verdes de la parte posterior así como tener mayor control y sin intervenciones mayores al momento de dar mantenimiento.

II.2.5.2. CIMENTACIONES

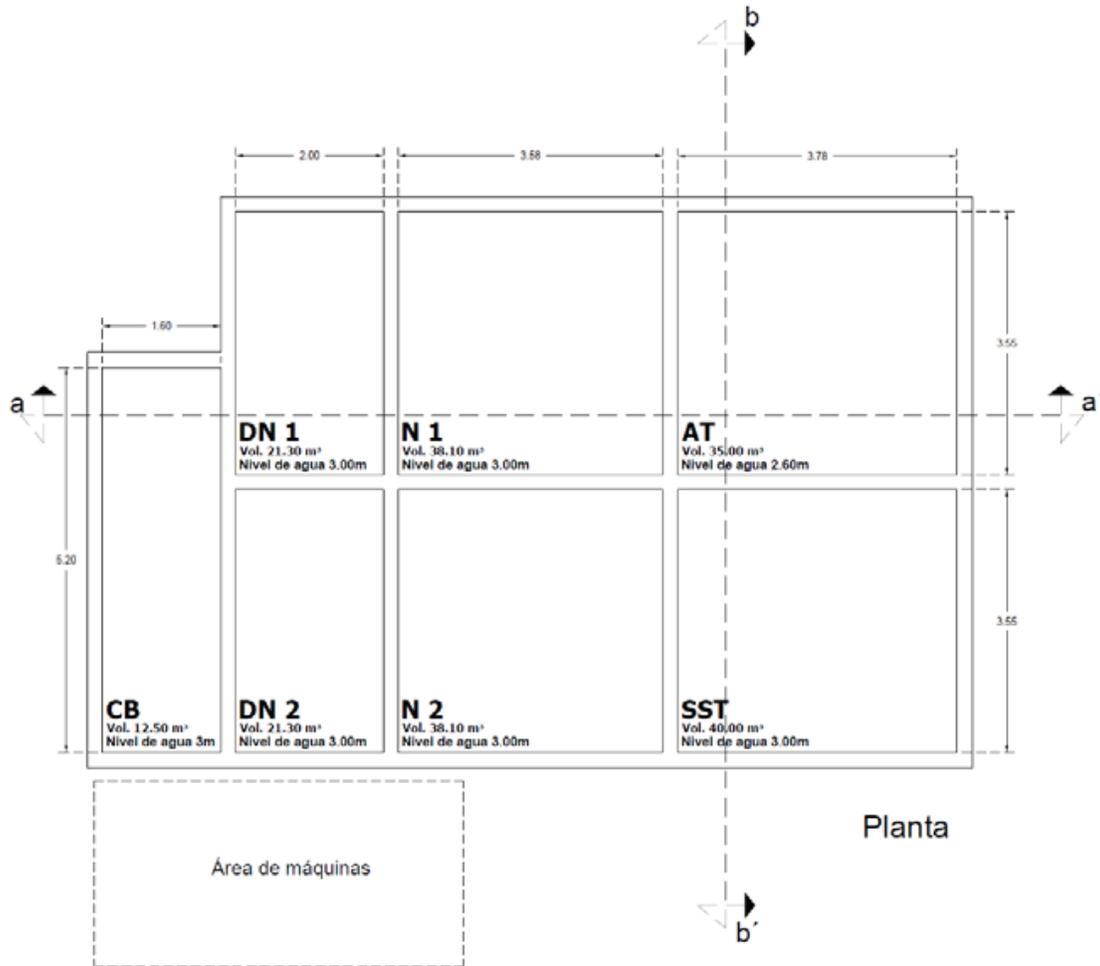
- **Zapatas:** Cada uno de los edificios está concebido con un sistema estructural híbrido; muros y columnas de concreto como estructura portante y entrepisos de madera contra laminada para aligerar el peso del edificio, como resultado se tiene una cimentación de concreto armado de menor impacto al terreno. Todos los edificios están elevados de 50 cm a 80 cm del nivel del terreno natural (dependiendo de la topografía) quedando despegados en su totalidad del predio.
- **Relleno de cimentación:** los edificios van a prescindir de rellenos ya que estarán elevados un promedio de 80cm del nivel natural de terreno, este espacio quedará libre para el paso de fauna del lugar.

II.2.5.3. ALBAÑILERÍA

- **Muros exteriores:** los muros de fachada son estructurales en concreto aparente pigmentado, bajando las cargas de manera axial al terreno.
- **Muros entre departamentos:** Estos serán muros de mampostería de block hueco para poder albergar instalaciones y aportar en el aislamiento acústico entre unidades.
- **Entrepisos:** Serán de un sistema híbrido, entre concreto y madera, de un acabado aparente apoyados de muro a muro liberando un claro de 7.20m dejando plantas libres con divisiones hechas a base de muros de tablarroca.

II.2.5.4. INSTALACIONES

- **Eléctrica:** Cada unidad de departamento contará con sistema de instalación eléctrica independiente con su propio sistema de medida y control; de esta manera el edificio de uso vacacional tendrá su alimentación y monitoreo independiente así como todas las áreas comunes y amenidades.
- **Hidro-sanitaria:** El sistema hidro-sanitario buscará maximizar la eficiencia en el uso de agua potable y lluvia buscando un ahorro económico y energético; siendo además responsables con el medio ambiente. Pre dimensionamiento de la planta de tratamiento:



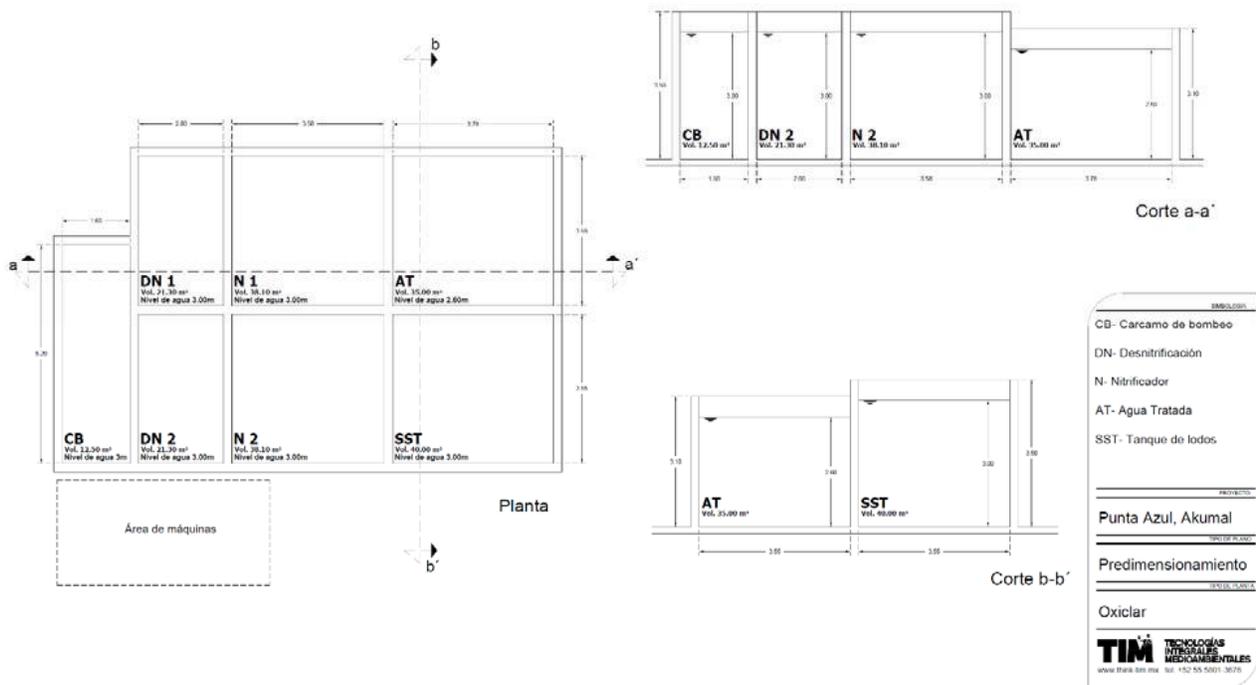


Figura II. 7 Pre dimensionamiento de la Planta de tratamiento.

II.2.5.5 ACABADOS

- **Aplanados:** La estructura de cada uno de los edificios está concebido como un sistema híbrido de concreto y madera, donde todos los elementos estructurales son aparentes, los muros exteriores de los edificios se plantean en concreto aparente pigmentado.
- **Pisos:** los acabados en piso al interior de los departamentos y el edificio de uso vacacional así como en las terrazas serán a base piso cerámica en colores beige y gris; siempre manteniendo una paleta de colores en tonos cálidos.
- **Muros interiores:** las divisiones al interior de las unidades serán de tablaroca acabados con pintura vinílica color blanco u ostión mate.
- **Cancelerías:** para las terrazas los barandales serán de acero para evitar deterioro por oxidación en tono gris oscuro. Los cristales son laminados claros con cancelería de aluminio anodizado en gris oscuro.
- **Carpintería:** para las puertas, closets, cocinas y mobiliario fijo serán en chapa de madera natural de encino acabado mate, complementando las losas aparentes de madera.
- **Obra exterior:** la paleta de materiales colores de todo el conjunto va en los tonos tierra y texturas naturales; los senderos serán de sascab compactado, los cajones de

estacionamiento de gravilla, contenidos con guarniciones de piedra. Los muros perimetrales igualmente serán de piedra de la región acabado aparente.

- **Jardinería:** el proyecto de paisajismo será muy apegado a la paleta vegetal natural existente en el terreno, considerando especies nativas tales como: ramón, zapote, chicozapote y caobas y plantas tales como helechos, musgos, bromeliáceas y aráceas, de ser posible se restaurará la zona del manglar con especies como *Conocarpus erectus*.



Figura II. 8 Vista trasera de los edificios desde la zona de amenidades



Figura II. 9 Vista desde una de las tipologías con jardín privado

II.2.5.6 RELACIÓN DE MATERIAL, EQUIPO Y PERSONAL

A continuación se presenta una tabla con aproximaciones de los materiales, así como el equipo y personal, que se requerirán para la construcción.

Tabla II. 8 Relación de materiales para la construcción.

RELACIÓN DE MATERIAL		
CONCEPTO	UNIDAD	VOLUMEN
Terracerías		
Sascab	m3	8,960.00
Tierra negra	m3	950.00
Construcción		
Alambron	kg	9,600.00
Varilla del n.3	ton	120.00
Varilla del n.4	ton	80.00
Varilla del n.5	ton	20.00
Varilla del n.6	ton	15.00
Clavos de 2"	cajas	90.00
Clavos de 3"	cajas	50.00
RELACIÓN DE MATERIAL		
Alambre recocido	kg	10,000.00
Block de 15x20x40 cm	pza	145,000.00
Polvo de piedra	m3	540.00
Grava de 3/4"	m3	420.00
Cemento gris	ton	660.00
Vigueta de 12-5	ml	18,500.00
bovedilla de poliestileno	pza	23,595.00
Mallalac 6-6-10-10	rollo	195.00
Concreto $f_c=250$ kg/cm2	m3	2,800.00
Masilla Bexel	ton	55.00
Madera cimbraplay 16mm	hoja	1,200.00
Polin de 10x10	pza	2,600.00
Barrotes de 4"x2"	pza	1,700.00
Piso de ceramica	m2	17,182.35
Pegazulejo porcelanico	bulto	11,500.00
Instalaciones		
Red de drenaje tubería pvc de 12 "	ml	750.00
Red de agua potable tub hidráulico ced 40 de 4"	ml	750.00

Tabla II. 9 Equipo para la construcción

EQUIPO	CANT
Excavadora cat 320	2.00
Retroexcavadora 412 case	2.00
Tractor D5 caterpillar	1.00
Motoconformadora	1.00

Vibrocompactador	1.00
Volquetes de 14 m ³	10.00
Camionetas pick up	3.00
Camion de 3 toneladas	2.00

Tabla II. 10 Personal para la construcción

CONSTRUCCION / OBRA	
PERSONAL EN GENERAL	CANT
Gerente de obra	1.00
Superintendente de obra	1.00
Residentes de obra	2.00
auxiliares de obra	2.00
Topografos	1.00
Cadeneros	2.00
Cabos	3.00
Oficial Albañiles	80.00
CONSTRUCCION / OBRA	
Ayudantes de albañil	80.00
Oficial Carpinteros	25.00
Ayudante de carpint	25.00
Oficial Ferreros	20.00
Ayudante herrero	20.00
TOTAL	262.00
PERSONAL ESPECIALIZADO	
	CANT
Superintendente de obra	1.00
Residente de obra	2.00
Auxiliar de obra	2.00
Cabo	4.00
Ayudantes general	25.00
Topógrafo	2.00
Cadeneros	4.00
TOTAL	40.00

II.2.6. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

II.2.6.1 OPERACIÓN DEL PROYECTO (PRESTACIÓN DE SERVICIOS TURÍSTICOS).

La etapa de operación está determinada por las actividades normales de los turistas que se alojan en el mismo y que están asociadas con la recreación, el esparcimiento y el descanso. El desarrollo habitacional "Punta Sur" se compone de 7 edificios y un total de 126 apartamentos y un edificio de uso vacacional de 17 habitaciones, en tres niveles. Tal y como se mencionó con anterioridad, los edificios tendrán una superficie aproximada de 4,911.94 m².

Para atender a los huéspedes de la mejor manera, se requiere disponer de cierta cantidad de servicios relacionados con la alimentación, entretenimiento y la comodidad suficiente en las habitaciones para la estancia de los visitantes. De esta forma, y de acuerdo con la densidad del "Punta Sur", se podrán alojar conjuntamente hasta 314 personas en promedio en temporada alta.

- **Servicios adicionales necesarios durante la operación del proyecto.**

En lo que se refiera al consumo de combustibles, se utilizará gas licuado de petróleo (GLP) para alimentar cocinas y centros de lavado. Se ha previsto contar con un tanque por edificio, es decir 6 tanques (cap.3450 lts) para los edificios de condominio, y un tanque (cap. 3450 lts) para el edificio de uso vacacional. Ubicados en el área de servicios, alejados de las áreas públicas y de acceso restringido a huéspedes. La ubicación de los tanques cubrirá todas las especificaciones técnicas que aseguren la mínima posibilidad de riesgo.

II.2.6.2 MANTENIMIENTO.

El mantenimiento está constituido por una serie de procesos y actividades específicas que tienen que ver, justamente, con mantener las instalaciones en el estado adecuado que permita garantizar el confort y relajación del cliente; adicionalmente, lograr que las instalaciones se conserven en un estado permanente de operación segura, optimización de recursos y generación mínima de contaminantes. El mantenimiento puede dividirse en dos: el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo: El **mantenimiento preventivo** es aquel que se programa regularmente y se realiza diariamente. Y el **mantenimiento correctivo** es aquel que requiere de inmediata solución para el buen desempeño y funcionamiento de las instalaciones. En la Tabla II.11 se muestra las instalaciones que requieren un mantenimiento periódico preventivo.

Tabla II. 11 Equipos que requieren de un mantenimiento periódico.

EQUIPO	PERÍODO
Equipo contra incendio (extintores)	Cada 12 meses
Computadoras y Sistema de TV	Cada 12 meses
Bombas	Cada 12 meses
Cámaras de refrigeración	Cada 12 meses
Lavadoras y secadoras	Cada 12 meses
Hidroneumáticos	Cada 12 meses
Trampas de grasa	Cada 6 meses
Aire acondicionado	Cada 6 meses

El mantenimiento de este equipo se realizará de manera puntual (in situ), ya que al ser un equipo de mobiliario, este **NO** puede trasladarse al taller para su compostura. Las instalaciones también tendrán una revisión periódicamente la cual será más compleja, ya que las instalaciones de tuberías y drenajes estarán ocultas y su acceso solo podrá hacerse por medio de registros.

El personal que realice las funciones de mantenimiento deberá estar capacitado para realizar efectivamente las funciones, ya que deberán mantener o reparar los equipos en una forma adecuada y de una manera rápida y efectiva. No deberán causar ningún deterioro en el complejo habitacional al repararlo ni mucho menos el derramar algún desperdicio o sustancia al drenaje o a los jardines, como pudiera ser sobrantes de pintura, thinner o algún otro líquido. Los sobrantes de sustancias serán almacenados en recipientes cerrados herméticamente en áreas destinadas para la guarda de los mismos.

II.2.7. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

De acuerdo con la naturaleza del Proyecto, éste está diseñado para tener una vida útil de hasta 99 años, con la aplicación eficiente del programa de mantenimiento, su vida útil se puede prolongar por más tiempo, como sucede con las ciudades.

Por las características y tipo de desarrollo turístico en cuestión, no se considera el abandono del sitio, por lo que la vida útil podrá ser indefinida (considerando más de 40 años) si se proporciona el mantenimiento adecuado.

Los programas de mantenimiento de infraestructura y mejoras en el equipo a utilizar deberán ser continuos con el fin de lograr esta meta. Por otro lado, no se tiene contemplada una ampliación o crecimiento del proyecto.

II.2.8. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

El Proyecto no considera el uso de explosivos en ninguna de sus etapas.

II.2.9. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

II.2.9.1. ETAPA PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

II.2.9.1.1 RESIDUOS SÓLIDOS.

Todos los residuos sólidos producto de la preparación del sitio y la construcción del proyecto, serán llevados por una empresa autorizada, mediante camiones de volteo, los cuales deberán de estar cubiertos con lona aun y cuando estén vacíos. Considerando un promedio de 302 obreros de manera simultánea, se estima que pueden llegar a generarse un volumen aproximado de 1 kilo/día / trabajador (302 kilos diarios), durante la fase de preparación y construcción del proyecto.

Durante esta etapa se dispondrá en toda el área de trabajo, de tambos de 50 litros debidamente señalizados, con el fin de captar de manera separada, todos los residuos sólidos generados y de esta manera fomentar su separación y reciclado.

Los desechos que puedan ser reutilizados o transformados, como papel, cartón, vidrio, metal y plástico, serán manejados por separado. El manejo adecuado, reciclado y disposición final de los desechos sólidos, permitirá conservar la salud de los trabajadores y mantendrá el predio y su zona de influencia directa e indirecta, libres de contaminantes que pudieran causar daño al ecosistema.

II.2.9.1.2 AGUAS RESIDUALES.

Se instalarán sanitarios portátiles tipo SANIRENT a razón de 1 por cada 15 trabajadores. El mantenimiento y limpieza de los sanitarios durante estas actividades estará a cargo de la empresa que se contrate para tal fin y se le solicitará que la disposición de los residuos sea de la forma adecuada de acuerdo a la naturaleza de los mismos y a la normatividad aplicable.

II.2.9.1.3 RESIDUOS PELIGROSOS.

Los Residuos Peligrosos (RP) serán generados en áreas de mantenimiento durante el servicio de maquinaria, dando lugar a estopas o trapos impregnados de aceites que se recolectan en un contenedor, los cuales serán retirados por una empresa certificada. A continuación se describen los residuos peligrosos que se pueden generar durante la construcción:

Tabla II. 12 Tipos de residuos peligrosos que pueden ser generados en la preparación y construcción.

NOMBRE DEL RESIDUO	CARACTERÍSTICA CRETIB	TIPO DE ALMACENAMIENTO
Estopas y trapos impregnados con aceite	Toxicidad Crónica	Dicho material debe ser recolectado en contenedores debidamente identificados mediante etiquetas con leyenda: "Exclusivo estopas" , dichos contenedores deben tener un espesor adecuado sin filtraciones y capaces de resistir el material resguardado en ellos.
Recipientes impregnados con hidrocarburos	Toxicidad Crónica	Dicho material debe ser recolectado en contenedores, debidamente identificados mediante etiquetas con leyenda: "recipientes impregnados con hidrocarburos" , dichos contenedores deben tener un espesor adecuado sin filtraciones y capaces de resistir el material resguardado en ellos.
Residuos sólidos impregnados con solventes y pinturas.	Inflamable	Los residuos impregnados con solventes y pinturas deberán ser recolectados en contenedores debidamente identificados mediante una etiqueta con la leyenda: "Exclusivo residuos sólidos impregnados con solventes y/o pinturas" , dichos contenedores deben tener un espesor adecuado sin filtraciones, y no se deben de mezclar con otros residuos sólidos.
Suelo impregnado con hidrocarburos	Toxicidad Crónica	Este residuo peligroso debe ser recolectado en contenedores debidamente identificados mediante una etiqueta con leyenda: "Suelo contaminado" , dichos contenedores deben tener un espesor adecuado, sin filtraciones y capaces de resistir el material resguardado en ellos.

NOMBRE DEL RESIDUO	CARACTERÍSTICA CRETIB	TIPO DE ALMACENAMIENTO
Aceites y grasas gastadas	Toxicidad Crónica Inflamable	El aceite y grasas gastadas deben ser recolectadas en contenedores debidamente identificados mediante etiquetas con la leyenda: " Aceites gastados ", dichos contenedores deben tener un espesor adecuado, sin filtraciones y capaces de resistir el aceite usado. Asimismo, cuando se almacenen residuos líquidos en volúmenes superiores a 220 litros se deberán incluir los sistemas de contención secundaria.
Baterías, acumuladores y pilas	Corrosivo	Las baterías, acumuladores y pilas se deben de separar por tipo, es decir no se deben de mezclar por lo que se tienen que depositar en un contenedor debidamente identificado mediante una etiqueta con la leyenda: " Baterías ", " Acumuladores " o " Pilas ", tanto pilas como baterías al final de su vida útil se deben cubrir sus polos con cinta aislante para neutralizar su posible carga.

II.2.9.1.4 EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

El uso de maquinaria ligera y equipos de combustión interna, generará emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, y debido a que en la zona de estudio no se cuenta con un programa de verificación vehicular obligatorio (PVVO), se recomendará a los responsables del manejo de transporte, maquinaria y equipos de combustión interna que mantengan sus vehículos y maquinarias en condiciones óptimas de operación, para que cumplan con los niveles máximos permisibles de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire como son la NOM-041-SEMARNAT-2006, la NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045- SEMARNAT-2006 y la NOM-050-SEMARNAT-1993, las cuales que establecen los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina, diésel, gas licuado de petróleo o gas natural. Por otro lado, se deberá evitar la dispersión de polvos que irriten las vías respiratorias y los ojos de las personas que trabajen o se encuentren en las inmediaciones de las obras, realizando el manejo de material y las actividades del proyecto en fase húmeda.

II.2.9.1.5 EMISIONES DE RUIDO.

Durante las actividades de preparación del sitio y de construcción, los niveles de ruido que sean producidos por la maquinaria y equipo **NO** deben sobrepasar los máximos permisibles según la NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles de ruido permitidos. Cabe

mencionar que la mayoría de los trabajos se realizaran de forma manual, por lo que se considera que el ruido que se generara en esta etapa del proyecto no será considerable.

Se limitará a 86, 92 y 99 db para vehículos de menos de 3,000 Kg de peso bruto (3,000 a 10,000 Kg y de más de 10,000 Kg, respectivamente). Para reducir los niveles, se recomendará a los operadores para que cierren los escapes de sus unidades cuando circulen cerca de las zonas habitadas o con gente en circulación. Adicionalmente, se facilitará a los trabajadores la utilización de tapones auditivos para mitigar el ruido, de acuerdo con la NOM-017-SPT-1994.

II.2.9.2. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

II.2.9.2.1 RESIDUOS SÓLIDOS (NO PELIGROSOS)

Todos los desechos generados por los inquilinos y parte del equipo de operaciones del conjunto será recolectado dentro de la propiedad para ser llevado un cuarto de residuos donde se contemplan 9 contenedores de 1000lts cada uno, este espacio estará vinculado con un espacio secundario donde se separará la basura en las siguientes categorías:

- | | |
|-----------------|-----------|
| -orgánicos | -plástico |
| -sanitarios | -metales |
| -vidrio | -baterías |
| -cartón y papel | |

Finalmente, próximo a estos dos espacios se encuentran dos cajones asignados para el camión de basura, con la finalidad que el retiro de los desechos se lleve a cabo de manera rápida y eficiente sin comprometer las actividades propias del conjunto así como de los vecinos cercanos.

- 1- Cuarto de recolección de residuos.
- 2- Cuarto de separación de residuos
- 3- Cajones asignados para camión de basura (2)

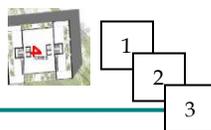




Figura II. 10 Ubicación del sitio donde se llevará a cabo el manejo de residuos sólidos no peligrosos.

Control.

Se implementará una bitácora diaria sobre la generación de los residuos sólidos (no peligrosos). Los movimientos de entrada y salida de residuos peligrosos del área de almacenamiento deberán quedar registrados en una bitácora. Se realizará un contrato con el Municipio de Tulum para solicitar los servicios de recolección, transportación y disposición final de residuos sólidos.

Manejo.

Para la disposición de los residuos sólidos generados en las villas, oficinas, baños y restaurantes, se colocarán recipientes de plástico resistente de diferentes capacidades. Se proyecta que al año se generarán aproximadamente 112 toneladas.

Recolección interna

La recolección de los residuos sólidos generados en las instalaciones se realizará diariamente. El personal encargado de la limpieza de las habitaciones, oficinas, restaurante, comedor, contará con carritos donde colocarán los implementos de trabajo y recipientes de plástico resistente de 50 litros donde colectan los residuos sólidos para ser enviados al almacén temporal de desperdicios. El personal contará con guantes de plástico para evitar el contacto con los residuos sólidos.

Disposición final

Al inicio de actividades de la instalación, se realizarán las gestiones ante el Municipio para solicitar los servicios de recolección del almacén temporal a la unidad de transporte y la transportación hasta los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales autorizados.

II.2.9.2.2 AGUAS RESIDUALES

El proyecto generará aproximadamente 40,800 m³ anuales, que serán colectados y enviados a una planta de tratamiento ubicada dentro de la propiedad.

De acuerdo con el oficio CAPA/G/323/2017 emitido por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado relativo a la factibilidad para los servicios de agua potable y drenaje sanitario (**anexo II.2**) para el proyecto se dice que SI es factible proporcionarle el servicio de agua potable, ya que pasa una tubería de PVC de 3" de diámetro. Se calcula que habrá un consumo anual de 42,950 m³. En cuanto al servicio de drenaje sanitario, NO es factible, ya que no se cuenta con red de alcantarillado por esa zona, por lo tanto se contempla una planta de tratamiento, en el **anexo II.3** se encuentra la memoria técnica-descriptiva, a continuación se describe brevemente su funcionamiento:

Planta de Tratamiento.

Las PTAR OXICLAR SC 288 se construye en un tanque de concreto en el cual se integra la estructura tecnológica "USBF" hecha de acero inoxidable.

- **Descripción de las operaciones y procesos utilizados en el sistema:**

Las plantas de tratamiento OXICLAR consisten en un tratamiento biológico anóxico-aerobio y en la tecnología USBF (Upflow Sludge Blanket Filtration), la cual permite incorporar en un solo tanque todos los procesos necesarios para el tratamiento de las aguas residuales. El resultado es un reactor biológico con dimensiones reducidas en comparación con sistemas de tratamiento convencionales.

Por lo tanto, el reactor integrado "USBF" es una modificación del tratamiento de aguas residuales convencional en donde el proceso de sedimentación en una unidad separada se omite; en su lugar se separan los sólidos en suspensión del agua tratada por medio de filtración ascendente a través del manto de lodos.

El tren de tratamiento queda conformado por las siguientes operaciones unitarias (ver II.1):

1. Pretratamiento
2. Desnitrificación
3. Nitrificación
4. Separador USBF
5. Tanque de retención de lodos
6. Tratamiento terciario

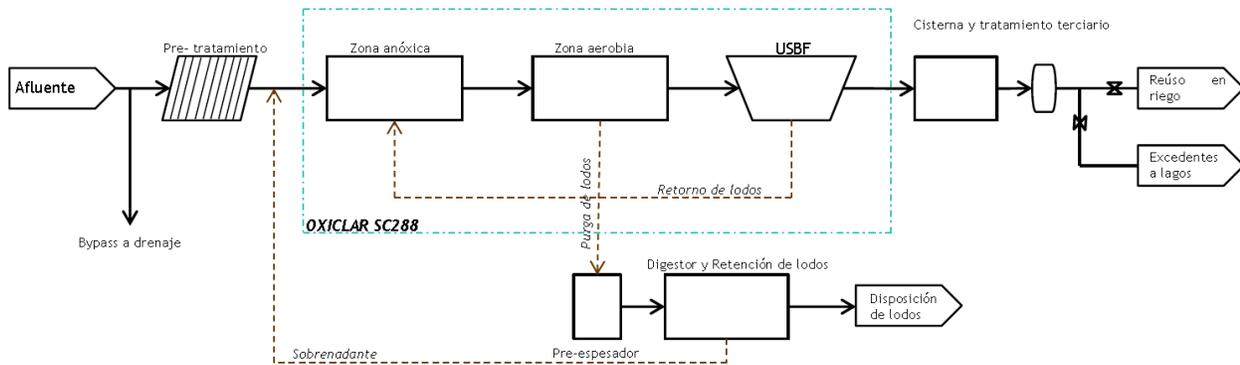


Figura II. 11 Diagrama de Flujo de la planta de tratamiento.

- **Operaciones unitarias Pre-tratamiento- Cribado**

El cribado se emplea para remover los sólidos no biodegradables como plásticos, trapos, etc., que deben ser eliminados para que no interfieran en el tratamiento biológico, además de evitar daños a tuberías y equipos posteriores.

Consisten en una canastilla de polipropileno, colocada en la entrada de aguas residuales (Figura II.13) El sistema de limpieza se realiza de forma manual, mediante un malacate la canastilla se eleva a través de los rieles. Los sólidos removidos deben ser dispuestos en un relleno sanitario.

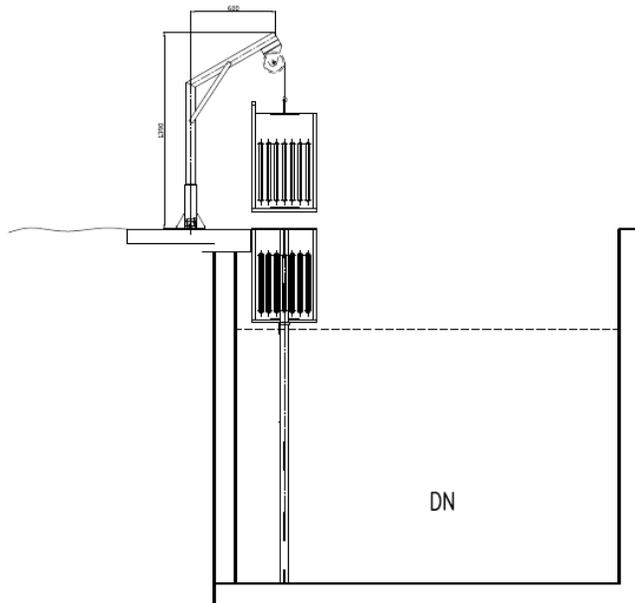


Figura II. 12 Pre-tratamiento-Cribado

- **Zona anóxica (A)**

Tiene por objetivo remover nutrientes como el nitrógeno, llevando a cabo la desnitrificación, es decir que en ausencia de oxígeno los nitratos son reducidos por bacterias heterótrofas a nitrógeno molecular. El proceso anóxico permite obtener una mayor calidad de tratamiento, particularmente en las aguas grises.

Mediante agitación a través de burbujeo grueso, el agua se mantiene en constante movimiento, para evitar que se estanque y comience a producir malos olores.

- **Zona aerobia (lodos activados) (B)**

En ésta sección los microorganismos aerobios en suspensión llevan a cabo la degradación de la materia orgánica en presencia de oxígeno disuelto, el cual se inyecta mediante un soplador de aire a través de difusores de burbuja fina

- **Separador USBF (C)**

La separación del agua tratada del lodo activado se hace mediante la tecnología USBF, es un separador en forma de cono, el agua entra por la parte inferior, a medida que sube disminuye la velocidad ascendente, ocasionando que los lodos o flóculos se vuelven estacionarios y por lo tanto forman un medio de filtrado (lecho de lodos). Funcionan a altas concentraciones de lodos, por lo general de 4000 a 6000 mg/L, de tal forma que la edad del lodo es mayor y se tiene una mayor eficiencia biológica.

- **Tanque de retención de lodos y manejo de lodos**

Contar con un sistema de tratamiento USBF y lodos activados modalidad aireación extendida tiene la ventaja adicional que los lodos producidos están casi totalmente digeridos y la generación de lodos es menor que un proceso convencional.

Mediante una bomba sumergible, controlada de forma manual, el lodo en exceso se bombea al tanque aireado de retención de lodos (Digestor de lodos). El tanque se encuentra aireado para evitar que se produzcan malos olores, reducir el volumen y llevar el proceso hasta la fase endógena, de esta forma los lodos cumplirán con la NOM004-SEMARNAT-2002.

Parando la aireación permite la sedimentación de los mismos y el agua sobrenadante se manda de regreso al proceso biológico. Así se incrementa una concentración de los sólidos al 4%, lo que todavía permite el bombeo hacia el nivel de planta baja, para eliminación de los mismos por medio de un servicio vector.

- **Tratamiento terciario**

El tren de tratamiento terciario se compone por un sistema filtración y desinfección.

El agua tratada al salir de la planta de tratamiento cae por gravedad al tanque de traspaso.

Donde se instala una canastilla de efluentes para retener cualquier sólido mayor a 2mm y un dosificador de pastillas de cloro en línea.

De ésta forma se asegura que cada litro de agua tratada será desinfectado.

Posteriormente se instala una bomba que enviará el agua tratada a la cisterna final de riego, en ésta línea se coloca un sistema de filtración, el cual es un filtro de zeolita para remoción de sólidos, filtro de carbón activado para remoción de color y desinfección con cloro para cumplimiento de cloro residual.

- **Funcionamiento general de la PTAR**

El agua residual pasa por el pretratamiento para posteriormente entrar a la zona anóxica (A), donde se mezcla con el lodo activado que se recircula a partir del fondo del separador USBF, por gravedad el agua fluye hacia la zona aerobia (B), el agua entra al separador USBF por la parte inferior, una vez formado el lecho de lodos, el agua se filtra a través de él, ya que los flóculos se vuelven cada vez más grandes y pesados, descienden a la parte inferior del separador para posteriormente ser regresados a la zona anóxica. Una vez que el agua tratada es filtrada se recolecta mediante una tubería de salida.

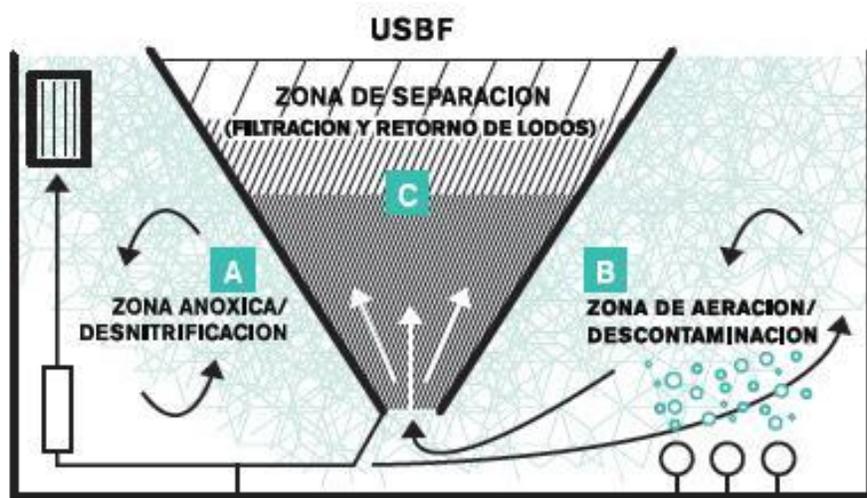


Figura II. 13 Funcionamiento general de la PTAR

- **Materiales y sustancias a utilizar en la operación de la planta**

El pre-tratamiento mecánico y la estructura interna USBF (separador-clarificador, etc.) están hechos de polipropileno. Todos los equipos se instalan dentro de tanques de concreto.

- **Lodos activados para el arranque**

Para el arranque de la planta de tratamiento se requiere adicionar “lodos activados” de otra planta ya estabilizada, ya que esto disminuye el tiempo de estabilización. Estos lodos se adicionan por única vez al inicio, si se siguen correctamente las instrucciones de operación y mantenimiento no es necesario volver a agregar.

Como alternativa el arranque se realiza por medio de una mezcla de bacteria liofilizada y un activador bacteriano.

II.2.9.2.3 RESIDUOS PELIGROSOS

A continuación se describen los residuos peligrosos que se pueden generar durante la operación:

Tabla II. 13 Tipos de residuos peligrosos que pueden ser generados en la etapa de operación

NOMBRE DEL RESIDUO	CARACTERÍSTICA CRETIB	TIPO DE ALMACENAMIENTO
Estopas y trapos impregnados con aceite	Toxicidad Crónica	Dicho material debe ser recolectado en contenedores debidamente identificados mediante una etiquetas con la leyenda: “Exclusivo estopas” , dichos contenedores deben tener un espesor adecuado, sin filtraciones y capaces de resistir el material resguardado en ellos.
Residuos sólidos impregnados con solventes y pinturas.	Inflamable	Los residuos impregnados con solventes y pinturas deberán ser recolectados en contenedores debidamente identificados mediante una etiqueta con la leyenda: “Exclusivo residuos sólidos impregnados con solventes y/o pinturas” , el espesor de los contenedores debe ser el adecuado, sin filtraciones.
Cartuchos de tinta para impresoras	Toxicidad Crónica	Los cartuchos de tóner gastados, se volverán a colocar dentro del embalaje que los contenían cuando eran nuevos y se almacenarán en un área exclusiva para este material dentro del almacén temporal de residuos peligrosos.
Lámparas fluorescentes	Toxicidad Crónica	Este tipo de residuo debe ser almacenado en bolsas de plástico de alta densidad (calibre de 200-300) y deberán de ser cerradas y almacenadas en contenedores de 20 litros con tapa, cuya capacidad de almacenamiento no deberá de superar el 90%.
Baterías, acumuladores y pilas	Corrosivo	Las baterías, acumuladores y pilas se deben de separar por tipo, es decir no se deben de mezclar por lo que se tienen que depositar en un contenedor debidamente identificado mediante una etiqueta con la leyenda: “Baterías”, “Acumuladores” o “Pilas” , tanto pilas como baterías al final de su vida útil se deben cubrir sus polos con cinta aislante para neutralizar su posible carga.
Recipientes impregnados con hidrocarburos	Toxicidad Crónica	Dicho material debe ser recolectado en contenedores debidamente identificados mediante una etiqueta con la leyenda: “recipientes impregnados con hidrocarburos” , los contenedores deben tener un espesor adecuado y sin filtraciones.
Aceites gastados	Toxicidad Crónica Inflamable	El aceite y grasas gastadas deben ser recolectadas en contenedores debidamente identificados mediante una etiquetas con la leyenda “Aceites gastados” , dichos

NOMBRE DEL RESIDUO	CARACTERÍSTICA CRETIB	TIPO DE ALMACENAMIENTO
		<p>contenedores deben tener un espesor adecuado sin filtraciones y capaces de resistir el aceite usado. Asimismo, cuando se almacenen residuos líquidos en volúmenes superiores a 220 l se deberán incluir los sistemas de contención secundaria.</p>

Durante la operación las actividades de transporte y disposición de RP se realizará con una empresa autorizada para tal fin. Asimismo, el Proyecto garantizará que durante su vida útil siempre se realizará este manejo con empresas autorizadas por la SEMARNAT y por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), además se asegurará de que la disposición sea realizada de acuerdo con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (R-LGPGIR).

Manejo.

Los residuos peligrosos generados se envasarán en contenedores en buen estado (tambores metálicos de 200 y 20 Litros) y contarán con tapas a fin de sellar perfectamente los recipientes. Los recipientes destinados para almacenar los residuos peligrosos contarán con etiqueta de identificación que mencionarán el tipo de residuo, el sitio de generación, la clasificación CRETIB, el volumen, fecha, medidas de seguridad durante su manejo y en caso de derrame.

Los residuos biológico-infecciosos generados se almacenarán en contenedores especiales que se puedan cerrar herméticamente y que sean a prueba de fugas. Los contenedores tendrán bolsa de color rojo o estarán marcados con una etiqueta roja o anaranjada de biológico-infecciosos. Los contenedores para la disposición de materiales punzo cortantes serán resistentes a perforaciones, etiquetados o codificados.

Almacenamiento temporal.

El proyecto deberá contar con un almacén temporal de residuos peligrosos, en cual deberá de contar con toda las especificaciones determinadas por la normatividad aplicable.

Tratamiento.

NO se realizará tratamiento a los residuos serán almacenados temporalmente para después ser recolectados, tratados y/ confinados por compañías especializadas y autorizadas para tal fin.

Recolección y transporte.

La recolección de los residuos peligrosos se realizará cuando en los sitios de generación el contenedor llegue al 90% de su capacidad, posteriormente se enviarán a su almacenamiento temporal. Para el transporte a los sitios de disposición final, la empresa contratará los servicios de compañías especializadas para la recolección y transporte de residuos peligrosos, que deberán

contar con autorización previa de la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas de la SEMARNAT y de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT.

Tratamiento o Disposición final.

El tratamiento o la disposición final de los residuos se realizarán a través de compañías especializadas que cuenten con autorización vigente por parte de la SEMARNAT.

Etapa de mantenimiento.

Con base en las actividades de mantenimiento, se generarán esporádicamente y en mínimas cantidades residuos peligrosos, básicamente producto de actividades de mantenimiento de equipo como motores, bombas, generadores, los cuales deberán de ser manejado de la forma descrita con anterioridad.

II.2.9.4. EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Debido a la naturaleza del Proyecto, éste tendrá emisiones principalmente durante las actividades de Preparación de Sitio y Construcción por el acarreo de materiales y movimientos de tierra, como:

Polvo o material suspendido: Como resultado del movimiento de tierras asociadas a los trabajos de excavación, cortes, remoción de vegetación, así como el tránsito de vehículos y el transporte de materiales, se producirán polvos, y partículas que pueden quedar suspendidas en el aire.

Gases producto de la quema de combustibles necesarios para la operación de maquinaria y equipo: El uso de maquinaria ligera y equipos de combustión interna, generará emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, pero que no rebasarán los niveles máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire como la NOM-041-SEMARNAT-2006, la NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006 y la NOM-050-SEMARNAT-1993, que establecen los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina, diésel o gas licuado de petróleo o gas natural u otros combustibles alternos como combustibles, respectivamente. En este sentido, se exigirá a los responsables del manejo de transporte y maquinaria pesada, que mantengan sus vehículos y maquinaria afinados y en condiciones óptimas de operación los motores de esos vehículos, lo cual se complementa con las acciones de mantenimiento mencionadas en el Programa.

Dentro del contexto de las emisiones a la atmósfera por la industria del turismo, se dice que esta actividad es relativamente limpia, además de ser transversal a muchos sectores (OMT¹).

¹ OMT: Organización Mundial del Turismo

II.2.9.5. FUENTES DE RUIDO

Se prevé que la producción de ruido considerable se presente durante las actividades de Preparación del Sitio y Construcción, debido a la operación de maquinaria pesada, en este sentido, los niveles de ruido generados por estos equipos pueden variar entre 68 dBA a niveles de ruido de hasta 100 dBA a una distancia de 15 metros como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla II. 14 Niveles de ruido.

EQUIPO	NIVEL DE RUIDO (DBA) A 15 METROS
Movimiento de tierra	
Compactadoras	72-78
Cargadoras Frontales	72-88
Retroexcavadora	72-92
Tractores	73-93
Escarbadoras	80-93
Pavimentadoras	88-92
Camiones	80-92
Manejo de materiales	
Revolvedoras de concreto	72-88
Bombas de concreto	80-85
Grúa	75-88
Estacionarios	
Bombas	68-72
Generadoras	70-85
Compresoras	72-88
Equipo de impacto	
Máquina de torsión neumática	82-90
Martillos Jack	80-100
Mazos	95-108

Los ruidos, disminuirán rápidamente a una tasa aproximada de 6 dBA al duplicarse la distancia. Por ejemplo un ruido de 68 dBA medido a 50 pies (15.24 m) a partir de la fuente de ruido se reducirá a 62 dBA a 100 pies (30.48 m) a partir de la fuente y hacia el receptor.

Cabe señalar que el área alrededor del predio se encuentra básicamente vacía. Dada la distancia de los hogares más próximos, no se espera que el ruido de la construcción exceda los límites aceptables para estos hogares cercanos (receptores sensibles).

Los ruidos que serán emitidos por la maquinaria y equipo, no deben sobrepasar los máximos permisibles según la NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece que la intensidad de ruido se limitará a 65 dBA para vehículos de menos de 3,000 kg de peso bruto, de 3,000 a 10,000 kg y, de más de 10,000 kg respectivamente. Para reducir los niveles, se exigirá y vigilará a los operadores para que cierren los escapes de sus unidades cuando circulen cerca de las zonas habitadas o con

gente en circulación. Adicionalmente, se recomendará a los trabajadores la utilización de tapones auditivos para mitigar el ruido, de acuerdo con la NOM-017-SEMARNAT-2008.

II.2.10. INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS

La infraestructura adecuada para el manejo y disposición de los residuos generados por el Proyecto, se puede describir de la siguiente manera:

II.2.10.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS

Todos los desechos generados por los inquilinos y parte del equipo de operaciones del conjunto será recolectado dentro de la propiedad para ser llevado un cuarto de residuos donde se contemplan 9 contenedores de 1000lts cada uno, este espacio estará vinculado con un espacio secundario donde se separará la basura en las siguientes categorías:

-orgánicos -sanitarios -vidrio -cartón y papel -plástico -metales -baterías

Finalmente, próximo a estos dos espacios se encuentran dos cajones asignados para el camión de basura, con la finalidad que el retiro de los desechos se lleve a cabo de manera rápida y eficiente sin comprometer las actividades propias del conjunto así como de los vecinos cercanos.

Es importante señalar que se deberá tener un convenio con el servicio de limpieza municipal con el fin de que todos los residuos generados sean recogidos de manera rutinaria y llevados para su disposición al lugar asignado por las autoridades.

II.2.10.2. RESIDUOS PELIGROSOS

Residuos Peligrosos: Los RP una vez generados son colocados en el almacén temporal de RP, el cual está diseñado específicamente para el almacenamiento de este tipo de residuos, los cuales son recolectados, transportados y dispuestos por una empresa autorizada para dicho fin. Se llevará un registro a través de una bitácora diaria sobre la generación de los RP, así como de los movimientos de entrada y salida de sustancias y residuos que puedan considerarse como peligrosos en el área de almacenamiento, mismas que deberán ser anotadas en una bitácora.

II.2.10.3. AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales generadas por los servicios previstos en este proyecto, con un volumen estimado de descarga de 40,800 m³/anuales, serán tratadas y reutilizadas para el riego de áreas verdes del proyecto, por lo que deberán cumplir con la NOM-003-SEMARNAT-1997.

CAPITULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

CONTENIDO

III.1. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL	1
III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)	1
III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.....	5
III.1.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Corredor Cancún-Tulum.....	18
III.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y ZONAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN	32
III.2.1. Áreas Naturales Protegidas.....	32
III.2.2. Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas.....	35
III.2.3. Áreas prioritarias para la conservación.....	35
III.2.3.1. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)	36
III.2.3.2. Regiones Terrestres Prioritarias	36
III.2.3.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias	36
III.3. PLANES DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES.....	37
III.3.1. Programa de desarrollo urbano del centro de población de Akumal 1007-2032.....	37
III.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....	39
III.4.1. Aire	39
III.4.2. Ruido	39
III.4.3. Agua.....	39
III.4.4. Residuos	40
III.4.5. Flora y fauna.....	40
III.5. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.....	47
III.6. LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES Y ESTATALES.....	47
III.6.1. Nivel Federal	47
III.6.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental	47
III.6.1.2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento	48
III.6.1.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento	48
III.6.1.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento	49
III.6.1.5. Ley General de Cambio Climático y su Reglamento.....	49
III.6.1.6 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.....	50
III.6.1.7 Ley General de Turismo	50
III.6.2. Nivel estatal	52
III.6.2.1. Ley de acciones urbanísticas del Estado de Quintana Roo	52
III.6.2.2. Ley para la prevención y la gestión integral de residuos del Estado de Quintana Roo	53

III.7. INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y PROGRAMAS FEDERALES.....	54
III.7.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018	54
III.7.2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018.....	56
III.7.3. Programa Sectorial de Turismo 2013-2018.....	57

TABLAS

Tabla III.1 Información de la UAB 62.....	1
Tabla III.2 Vinculación del Proyecto con las estrategias establecidas para la UAB 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo	2
Tabla III.3 Unidad de Gestión 139	6
Tabla III.4 Vinculación del Proyecto con las acciones establecidas en el Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.....	7
Tabla III.5 Características de la UGA 7 del POE Corredor Cancún-Tulum.....	18
Tabla III.6 Vinculación del Proyecto con los criterios establecidos para la UGA 7	20
Tabla III.7 Áreas Naturales Protegidas Federales	32
Tabla III.8 Áreas Naturales Protegidas Estatales y Municipales.....	33
Tabla III.9 Sitios RAMSAR en el Estado de Quintana Roo	35
Tabla III.10 Vinculación del Proyecto con el Uso de suelo Habitacional 4	37
Tabla III.11 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Aire.....	39
Tabla III.12 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Ruido.....	39
Tabla III.13 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Agua.....	39
Tabla III.14 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Manejo de Residuos.....	40
Tabla III.15 Normas Oficiales Mexicanas para la protección de flora y fauna	40
Tabla III.16 Vinculación del Proyecto con la NOM-122-SEMARNAT-2003.....	41
Tabla III.17. Vinculación del Proyecto con los objetivos y estrategias de la meta México Próspera.....	54

FIGURAS

Figura III.1. Ubicación del Proyecto dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	1
Figura III.2 Área Sujeta al Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe	5
Figura III.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Corredor Cancún-Tulum	19
Figura III.4 Ubicación del ANP Área de Refugio para la Protección de especies marinas Bahía de Akumal.....	34
Figura III.5 Ubicación del ANP Área de Refugio para la Protección de especies marinas Bahía de Akumal.....	38

ANEXOS

Anexo III.1. Factibilidades de Servicios

III.1. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

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

Este Programa fue expedido por medio del acuerdo publicado en el DOF en septiembre de 2012. El ordenamiento promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Reconoce que cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se destacan las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades.

Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB. El POEGT es un instrumento dirigido a guiar las acciones de la Administración Pública y no pretende regular el uso de suelo.

El Proyecto se desarrollara en la UAB No. 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo, como se observa en la Figura III.1.

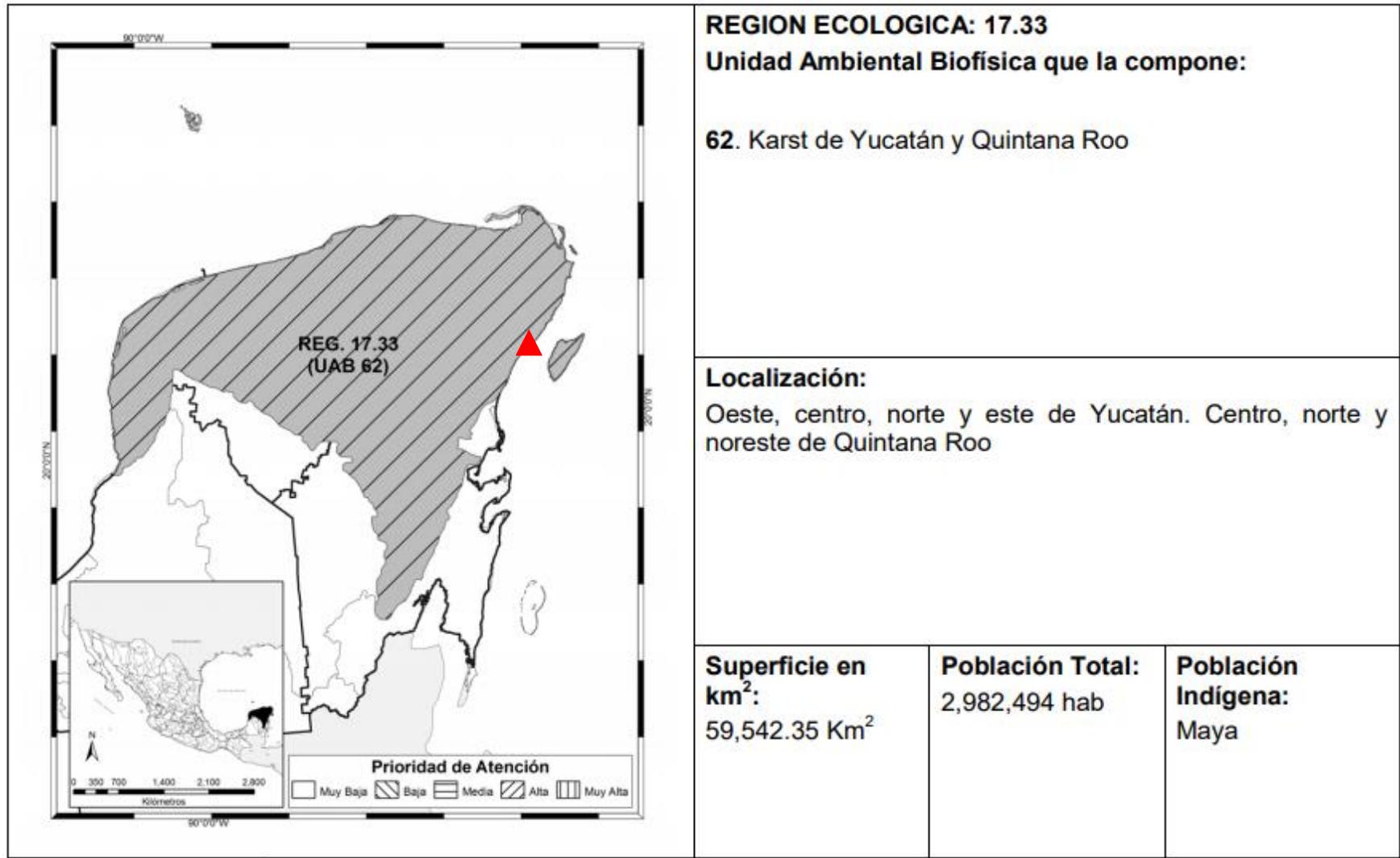


Figura III.1. Ubicación del Proyecto dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Tabla III.1 Información de la UAB 62

Concepto	Descripción
Región Ecológica	17.33
UAB	62 Karst de Yucatán y Quintana Roo
Política	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable
Prioridad de Atención:	Alta
Rectores del desarrollo	Preservación de Flora y Fauna, Turismo
Coadyuvantes del desarrollo	Desarrollo Social Forestal
Asociados del desarrollo	Agricultura Ganadería
Otros sectores de interés	Pueblos Indígenas
No. de estrategia sectorial aplicable	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
Escenario al 2033:	Inestable a Crítico
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km ²): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Fuente: DOF. Viernes 07 de septiembre de 2012. SEMARNAT. Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

De acuerdo al análisis realizado, el Proyecto no contraviene a las estrategias establecidas para la UAB 62 en donde se llevará a cabo. A continuación, se presenta la vinculación de las obras y actividades del Proyecto con las estrategias sectoriales aplicables a la UAB 62:

Tabla III.2 Vinculación del Proyecto con las estrategias establecidas para la UAB 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas hacia la sustentabilidad del territorio	
<i>A) Preservación</i>	
1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto, además se rescatarán y reubicarán las especies vegetales que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
2. Recuperación de especies en riesgo.	El Proyecto contempla implementar programas de rescate y reubicación de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto contribuye al conocimiento de la diversidad al realizar los muestreos y registrar las especies de flora y fauna presentes en el Área del Proyecto, se identifican las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se contempla implementar un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna y un monitoreo para darle seguimiento.
<i>B) Aprovechamiento sustentable</i>	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No aplica ya que el Proyecto no contempla el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos. El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
8. Valoración de los servicios ambientales.	Durante la ejecución del Proyecto se valoran los servicios ambientales y se tiene contemplado implementar un Programa de Manejo Ambiental (PMA) con el fin de mitigar los impactos ambientales.
<i>c) Protección de los Recursos Naturales</i>	
9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de aguas subterráneas, contempla el reusos de las aguas tratadas para disminuir el consumo de agua potable.
10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	
12. Protección de los ecosistemas.	El Proyecto contribuye al conocimiento de la biodiversidad ya que durante la elaboración de este estudio se realizaron muestreos para la caracterización de la flora y fauna. El Proyecto contempla implementar Programas de rescate y reubicación de las especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
<i>d) Restauración</i>	
14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El Proyecto contempla realizar obras para permitir el flujo hidrológico que fu interrumpido por la construcción de una vialidad que colinda con el Área del Proyecto.
<i>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.</i>	
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No aplica ya que no es competencia del promovente rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo
22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	No aplica ya que no es competencia del promovente orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional
23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) - beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	No aplica ya que no es competencia del promovente sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) - beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
<i>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</i>	
<i>E) Desarrollo Social</i>	
31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	No aplica ya que no es competencia del promovente generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.
32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	No aplica ya que no es competencia del promovente frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No aplica ya que no es competencia del promovente promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.
37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	
39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	
40. Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural	El Proyecto se ubica en una propiedad privada y respeta los límites de las propiedades colindantes.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El Proyecto cumple con lo establecido en los Ordenamiento Ecológicos Decretados. Mediante medidas de prevención, mitigación y programas, con el fin de no alterar lo estipulado en los planes de ordenamiento territorial.

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

El Golfo de México y Mar Caribe es una región costero-marina que sustenta ecosistemas de valor único, como son los arrecifes coralinos, manglares, lagunas y dunas costeras, los cuales se encuentran bajo alta presión de actividades humanas, por lo que se requiere promover instrumentos de planeación del territorio adecuados a sus condiciones.

El POEMyRGMMyMC, decretado el 24 de noviembre de 2012, es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.



Figura III.2 Área Sujeta al Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El Programa de Ordenamiento Ecológico considera un Modelo de Ordenamiento Ecológico con: lineamientos ecológicos, y unidades de gestión ambiental; y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

Los Lineamientos Ecológicos incluyen 27 metas y se contemplan 203 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), clasificadas en Marinas y Regionales.

El Programa de Ordenamiento Ecológico establece 26 Estrategias Ecológicas y 167 Acciones orientadas al logro de los lineamientos ecológicos. Las acciones son generales o específicas y se asignan a las UGA dependiendo de sus características derivadas del diagnóstico, pronóstico y constituyen los elementos más finos y directos para inducir y lograr el estado deseado (Lineamiento Ecológico) de cada UGA. El Proyecto se ubica en la UGA 139.

Tabla III.3 Unidad de Gestión 139

Concepto	Descripción
Tipo de UGA	Regional
Nombre	Solidaridad
Superficie:	327229.174 ha
Subregión	Aplicar criterios de Zona Costera inmediata Mar Caribe
Acciones generales	G-01-G-065
Acciones específicas	A-001-A-003, A-004-A-33, A-037-A-040, A-044, A-046, A-050-A-072, A-077

En la siguiente tabla se presenta la vinculación del Proyecto con las acciones aplicables, enlistadas en la tabla anterior.

Tabla III.4 Vinculación del Proyecto con las acciones establecidas en el Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
Acciones generales		
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes	El Proyecto contempla tecnologías para el aprovechamiento del agua pluvial, además de utilizar sistemas ahorradores de agua y el reuso de las aguas residuales tratadas para minimizar el consumo del agua.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable	
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	El Proyecto contempla regular las actividades de los residentes y minimizar los impactos que se pudieran ocasionar durante la operación. Se contempla un Plan de Manejo Ambiental para minimizar los impactos ambientales que se podrían presentar durante la etapa de preparación del sitio y construcción.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
		El Proyecto contempla el uso de plantas ornamentales que no sean nocivas a las especies nativas.

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	No aplica ya que no hay río en el Área de Proyecto.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos	No aplica ya que el Proyecto no se ubica en las márgenes o zonas inmediatas a los cauces de naturales de los ríos.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	No aplica ya que el Proyecto no se ubica en la ladera de una montaña.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El Proyecto no se ubica en las márgenes o zonas inmediatas a los cauces de naturales de los ríos.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	No aplica ya que el Proyecto no se ubica en las márgenes o zonas inmediatas a los cauces de naturales de los ríos.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	En las áreas verdes se utilizarán especies nativas, algunas de las que se tienen contempladas son: ramón, zapote, chicozapote y caobas y plantas tales como helechos, musgos, bromeliáceas y aráceas.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto.

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Se elaborarán programas para determinar la factibilidad de la instalación de fuentes alternativas.
G028	Promover el uso de energías renovables.	
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	El Proyecto contempla la instalación de equipos de alta eficiencia y bajo consumo eléctrico.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	El Proyecto contempla pláticas de educación ambiental que incluye el manejo de los residuos sólidos de acuerdo a la normatividad ambiental vigente para los trabajadores que serán contratados durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como para los habitantes. Se contempla durante todas las etapas del Proyecto la separación de la basura.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas	El Proyecto contempla la construcción y operación de una planta de tratamiento y las aguas tratadas serán reutilizadas para el riego de las áreas verdes.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el DOF el 05 de junio del 2018, en donde en el Título Primero, Capítulo I, artículo 7, inciso LXXI, dice lo siguiente: <i>"Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales. No se considerará terreno forestal, para efectos de esta Ley, el que se localice dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con excepción de las áreas naturales protegidas;"</i> El Proyecto se encuentra dentro del Centro de Población de Akumal, delimitado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal 2007-2032 por lo tanto no requiere solicitud de cambio de uso de suelo, ya que es una zona en dónde se proyecta el desarrollo urbano.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFFEST que resulten aplicables.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	No aplica ya que el Proyecto no se ubica en ningún área natural protegida.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	No aplica ya que el Proyecto no contempla la instalación de infraestructura costera.

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino	
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El Proyecto no contempla la construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas.
G065	La realización de obras y actividades en Areas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	No aplica ya que el Proyecto no se ubica en ningún área natural protegida.
Acciones específicas		
A-001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de uso de agroquímicos y pesticidas.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
A-002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	
A-003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	
A-004	Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas.	Cada uno de los edificios está concebido con un sistema estructural híbrido; muros y columnas de concreto como estructura portante y entresijos de madera contra laminada para aligerar el peso del edificio, como resultado se tiene una cimentación de concreto armado de menor impacto al terreno. Todos los edificios estarán elevados de 50 cm a 80 cm del nivel del terreno natural (dependiendo de la topografía) quedando un espacio entre el nivel del terreno y los edificios evitando la obstrucción del flujo hídrico.
A-005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
A-006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El Proyecto contempla tecnologías para el aprovechamiento del agua pluvial, además de utilizar sistemas ahorradores de agua y el reuso de las aguas residuales tratadas para minimizar el consumo del agua.
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
A-008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	No aplica ya que el Proyecto no contempla actividades sobre playas de anidación de tortugas marinas.
A-009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	
A-010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
A-011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria	
A-012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	No aplica ya que el proyecto no afectará a la duna costera.
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
A-014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	El Proyecto contempla conservar el manglar que se ubica dentro del Área del Proyecto.
A-015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO	No aplica ya que el proyecto no afectará a la duna costera.
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	
A-017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto.

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
A-018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto. Además contempla un Programa de rescate de flora y fauna y un Plan de Manejo Ambiental para garantizar su cumplimiento.
A-019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
A-020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	
A-021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos	
A-023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	
A-024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	
A-025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	
A-026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	
A-027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación	No aplica ya que el proyecto no contempla la instalación de infraestructura sobre la playa.

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
A-028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	No aplica ya que el proyecto no afectará a la duna costera.
A-029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	No aplica ya que el Proyecto no afectará el perfil de la costa ni los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa.
A-030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	No aplica ya que el Proyecto no afectará el perfil costero ni los patrones de aguas costeras.
A-031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	No aplica ya que el Proyecto no se ubica en una barra costera.
A-032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	No aplica ya que el proyecto no afectará a la duna costera.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
A-037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	
A-038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	
A-039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías	
A-046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
A-047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	
A-048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	
A-049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	
A-050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	
A-051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	
A-052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto.
A-053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	
A-054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
A-055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	
A-056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	
A-057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	El Proyecto cumple con los criterios establecido para Habitacional de alta densidad (H4).
A-058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
A-059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
A-060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	
A-061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	
A-062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	
A-063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El Proyecto contempla la construcción y operación de una planta de tratamiento.
A-064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	
A-065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	Los lodos que serán generados por la planta de tratamiento serán dispuestos en sitios autorizados. Se contratará a una empresa autorizada para el que le manejo de los lodos se realice de acuerdo a lo establecido por la normatividad ambiental vigente.
A-066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	El Proyecto contempla la construcción y operación de una planta de tratamiento.
A-067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	Se utilizarán tecnologías para el aprovechamiento del agua pluvial, además de utilizar sistemas ahorradores de agua y el reuso de las aguas residuales tratadas para minimizar el consumo del agua
A-068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El Proyecto contempla pláticas de educación ambiental que incluye el manejo de los residuos sólidos de acuerdo a la normatividad ambiental vigente para los trabajadores que serán contratados durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como para los habitantes que ocuparán los edificios.
A-069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	
A-070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	Se contempla durante todas las etapas del Proyecto la separación de la basura.
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los	El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto.. Se contempla implementar un Programa de Rescate y

Clave	Descripción	Forma de cumplimiento
	recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	Reubicación de Flora y Fauna y un monitoreo para darle seguimiento. Además se utilizarán tecnologías para el aprovechamiento del agua pluvial, se instalarán de sistemas ahorradores de agua, la operación de una planta de tratamiento de aguas residuales y el reuso de las aguas residuales tratadas para minimizar el consumo del agua.
A-072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	Se impartirán pláticas de educación ambiental que incluye el manejo de los residuos sólidos de acuerdo a la normatividad ambiental vigente para los trabajadores que serán contratados durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como para los habitantes que ocuparán los edificios. Durante todas las etapas del Proyecto la separación de la basura.
A-077	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.

III.1.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO CORREDOR CANCÚN-TULUM

El programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la región denominada corredor Cancún Tulum se publicó en el periódico oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 16 de noviembre de 2001. Este programa define las áreas sujetas a ordenamiento en unidades de gestión ambiental (UGA), a las que les asigna su política y uso de suelo, así como potencial de aprovechamiento de cada zona. El Proyecto se encuentra dentro de la UGA 7 cuya política es de conservación.

Tabla III.5 Características de la UGA 7 del POE Corredor Cancún-Tulum

Concepto		Descripción
Nombre		Conservación
Política / Fragilidad Ambiental		Conservación 5
Uso Predominante		Corredor natural
Usos Compatibles		Flora y fauna
Usos Condicionados		Infraestructura turismo
Usos Incompatibles		Acuicultura, agricultura, asentamientos humanos, forestal, industria, minería, pecuario, pesca.
Criterios	C	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8,10, 11, 12, 13,14, 15, 16, 17, 18, 19
	EI	3, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 36, 38, 43, 48, 49, 50, 52, 53
	FF	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 32, 33, 34
	MAE	1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 45, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 59
	TU	3, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 34, 40, 43, 44, 45

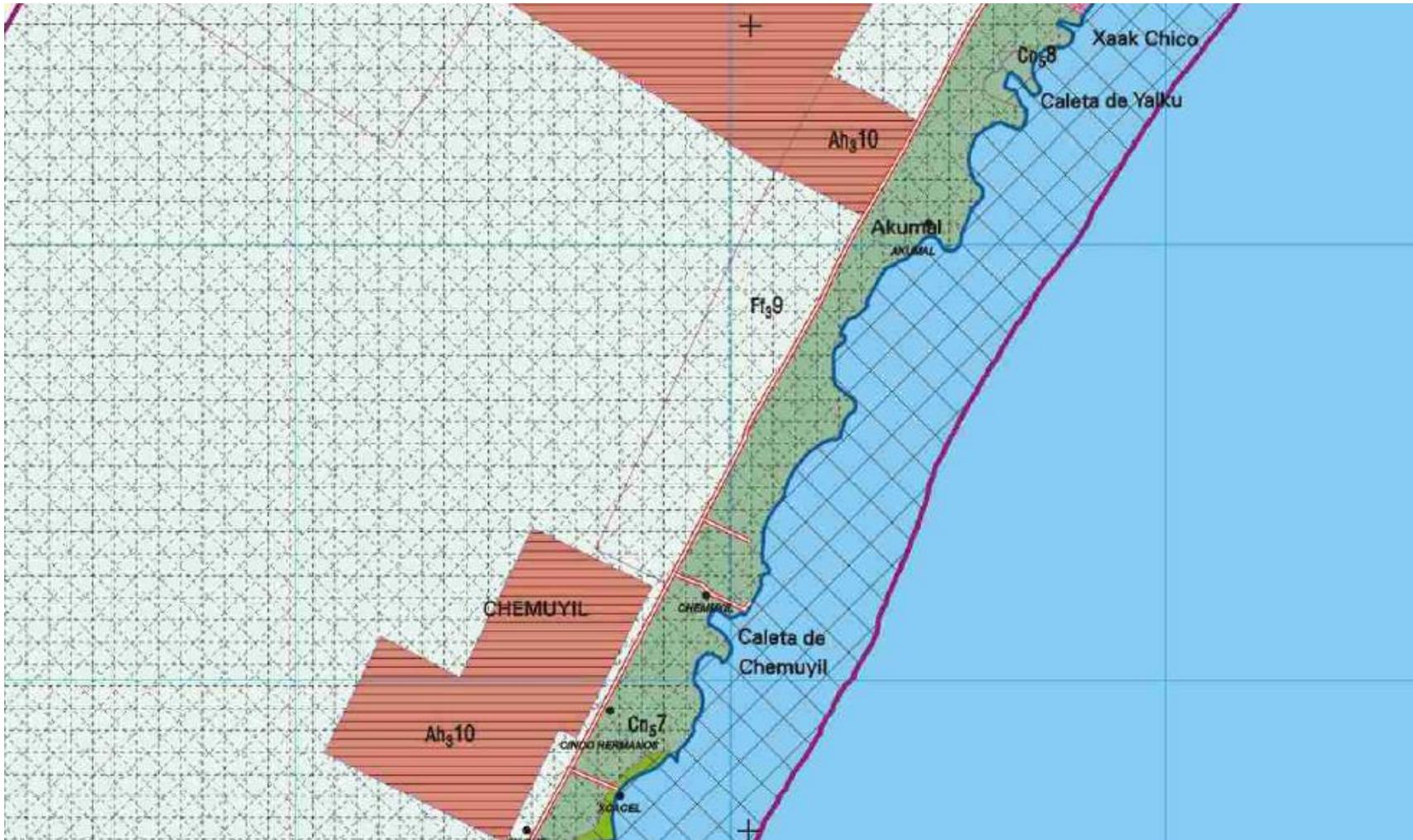


Figura III.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Corredor Cancún-Tulum

Tabla III.6 Vinculación del Proyecto con los criterios establecidos para la UGA 7

Clave	Criterios de la UGA 7	Vinculación con el Proyecto
Construcción		
C-1	Solo la superficie mínima indispensable para el proyecto constructivo podrá ser despalmada.	El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área 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.	El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto. Se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna y un monitoreo para darle seguimiento.
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.	Las áreas temporales que incluyen una oficina móvil, sanitarios portátiles, taller, almacén y comedor se instalarán sobre las áreas en donde se llevará a cabo el desplante de los edificios o de las amenidades.
C-4	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo in situ de desechos sanitarios.	El Proyecto contempla la contratación de sanitarios portátiles y contratar a una empresa autorizada para su mantenimiento y realice la disposición de los residuos en sitios autorizados.
C-5	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo integral (minimización, separación, recolección y disposición) de desechos sólidos.	Se impartirán pláticas de educación ambiental que incluye el manejo de los residuos sólidos de acuerdo a la normatividad ambiental vigente para los trabajadores que serán contratados durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Durante todas las etapas del Proyecto la separación de la basura.
C-7	Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento.	El Proyecto contempla un Programa de Manejo de Residuos Sólidos y peligrosos así como un Plan de Manejo Ambiental para garantizar su cumplimiento. Al término de la etapa de construcción se llevará a cabo la limpieza de todas las áreas.
C-8	Cualquier cambio o abandono de actividad deberá presentar y realizar un programa autorizado de restauración de sitio.	Se considera un Proyecto permanente en caso de cambio o abandono de actividad se presentará el programa autorizado de restauración del sitio.
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.	No se contempla 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 material producto de la excavación será utilizado para rellenar, el material sobrante será dispuesto en sitios autorizados.

Clave	Criterios de la UGA 7	Vinculación con el Proyecto
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.	El Proyecto contempla un Programa de Manejo de Residuos Sólidos, Líquidos y Peligrosos así como un Plan de Manejo Ambiental para garantizar su cumplimiento.
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.	El Proyecto contempla un Programa de Manejo de Residuos Sólidos y peligrosos así como un Plan de Manejo Ambiental para garantizar su cumplimiento.
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.	En el Área del Proyecto se registran individuos de la especie <i>Thrinax radiata</i> , las cuáles serán rescatadas y reubicadas conforme se establezca en el Programa de rescate y reubicación de especies.
C-15	El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.	El Proyecto contempla el riego periódico para disminuir la emisión de polvos particularmente en la temporada de secas a fin de minimizar la emisión de polvos.
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 contempla durante la etapa de preparación del sitio y construcción obras temporales que estarán constituidas por una oficina móvil, almacén, taller, comedor y sanitarios portátiles que serán instalados al interior del Área del Proyecto en las áreas de desplante de los edificios y amenidades.
C-18	Las cimentaciones no deben interrumpir la circulación del agua subterránea entre el humedal y el mar.	Cada uno de los edificios está concebido con un sistema estructural híbrido; muros y columnas de concreto como estructura portante y entresijos de madera contra laminada para aligerar el peso del edificio, como resultado se tiene una cimentación de concreto armado de menor impacto al terreno. Todos los edificios estarán elevados de 50 cm a 80 cm del nivel del terreno natural (dependiendo de la topografía) quedando un espacio entre el nivel del terreno y los edificios.
C-19	Se recomienda la instalación subterránea de infraestructura de conducción de energía eléctrica y comunicación, evitando la contaminación visual del paisaje.	El Proyecto contempla que la infraestructura eléctrica e hidrosanitaria será subterránea.
Equipamiento e Infraestructura		
EI-3	La instalación de infraestructura estará sujeta a Manifestación de Impacto Ambiental.	El Proyecto contempla la construcción y operación de infraestructura eléctrica e hidrosanitaria así como la construcción de ocho edificios, por lo que se presenta esta manifestación de impacto ambiental.

Clave	Criterios de la UGA 7	Vinculación con el Proyecto
EI-5	Los asentamientos humanos y/o las actividades turísticas deberán contar con un programa integral de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.	El Proyecto contempla la elaboración e implementación de un Programa integral de manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos.
EI-8	Se promoverá el composteo de los desechos orgánicos, para su utilización como fertilizantes orgánicos degradables en las áreas verdes.	El material vegetal producto del desmonte será triturado para producir munch y utilizarlo en las áreas verdes o en su caso se contratará a una empresa autorizada par el manejo y disposición de estos residuos.
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 en su etapa de preparación del sitio y construcción la contratación de sanitarios portátiles y a una empresa autorizada para el manejo y disposición final de los residuos a fin de cumplir con la normatividad ambiental vigente. El Proyecto construirá y operará una planta de tratamiento de aguas residuales, una vez tratadas las aguas seán reutilizadas cumpliendo con la normatividad ambiental vigente.
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.	No aplica, ya que el Proyecto no contempla la construcción de clínicas, hospitales ni centros médicos.
EI-11	Los desarrollos turísticos y/o asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de residuos líquidos y sólidos.	El Proyecto contempla la elaboración e implementación de un Programa de manejo integral de los residuos sólidos y líquidos, en el que se incluirán las actividades e infraestructura para que su manejo se realice cumpliendo con la normatividad ambiental vigente. Además se construirá y operará una planta de tratamiento para el manejo de las aguas residuales.
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 construirá y operará una planta de tratamiento de aguas residuales, una vez tratadas las aguas seán reutilizadas cumpliendo con la normatividad ambiental vigente.
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.
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 la separación del drenaje pluvial y sanitario. Se utilizarán tecnologías para el aprovechamiento del agua pluvial.

Clave	Criterios de la UGA 7	Vinculación con el Proyecto
EI-16	Se promoverá la reutilización de las aguas residuales previo cumplimiento de la normatividad vigente en materia de contaminación de aguas.	Se utilizarán tecnologías para el aprovechamiento del agua pluvial, además de utilizar sistemas ahorradores de agua y el reuso de las aguas residuales tratadas para minimizar el consumo del agua
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.	La planta de tratamiento contará con un sistema de minimización de generación de lodos, para el manejo y disposición final de estos se contempla la contratación de una empresa autorizada.
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.	Las aguas residuales tratadas se reutilizarán para el riego de las áreas verdes.
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.	No aplica ya que el Proyecto no contempla el mantenimiento de derechos de vía.
EI-22	Los taludes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	No aplica ya que el Proyecto no contempla la construcción de caminos de acceso.
EI-23	Los paramentos de los caminos de acceso deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.	
EI-24	No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en la orilla de los caminos.	
EI-25	Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.	No aplica ya que el Proyecto accedera a través de una vialidad existente, no contempla la construcción de una vialidad adicional.
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 contempla únicamente accesos peatonales al interior del Área del Proyecto, se contempla un puente peatonal con pilotes para acceder a la playa.
EI-28	Se prohíbe la instalación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos.	No aplica ya que el Proyecto no contempla la construcción y operación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos. Los residuos sólidos generados serán dispuestos en sitios autorizados. Se contratará a una empresa autorizada para el mnejo y disposición final de los residuos.
EI-36	No se permite la construcción de muelles.	No aplica ya que el Proyecto no contempla la construcción de muelles
EI-38	Se desarrollarán programas para la instalación de fuentes alternativas de energía.	Se elaborarán programas para determinar la factibilidad de la instalación de fuentes alternativas.
EI-43	Se prohíben los campos de golf.	No aplica ya que el Proyecto no contempla la construcción y operación de campos de golf

Clave	Criterios de la UGA 7	Vinculación con el Proyecto
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.	No aplica ya que el Proyecto no obstruirá ni limitará el acceso de la zona federal marítimo terrestre.
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 contempla las actividades autorizadas para habitacional de alta densidad. En el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo con fecha 03 de abril de 2018 se publicó el cambio de uso de suelo del predio en cuestión de Turístico Residencial 2 de baja densidad (TR2) a Habitacional de alta densidad (H4) Anexo II.1.
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 contempla la conservación del manglar que se encuentra al interior del Área del Proyecto además se
Flora y Fauna		
FF-1	Se prohíbe la tala y aprovechamiento de leña para uso turístico y comercial.	El Proyecto no contempla la tala y aprovechamiento de la leña para uso turístico y comercial.
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.	El Proyecto contempla el rescate y reubicación de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas especies de lento desplazamiento de las áreas de desplante a las áreas destinadas a la conservación dentro del mismo predio, las acciones específicas se establecerán en el Programa de rescate de flora y fauna. Cabe destacar que durante los muestreos realizados no se observó mono araña.
FF-4	En los caminos y calles, se deberá conservar y promover la conectividad de las copas de los árboles para permitir la movilización de la fauna silvestre.	Se minimizará el impacto del proyecto para promover la conectividad de las copas de los árboles y se desarrollará y programa de rescate y reubicación de fauna.
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.	El Área del Proyecto no está en una zona de playa ni duna por lo que estos criterios no aplican.
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.	

Clave	Criterios de la UGA 7	Vinculación con el Proyecto
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.	
FF-8	La autorización de actividades en sitios de anidación de tortugas, estará sujeta al programa de manejo.	
FF-9	Se prohíbe alterar las dunas y playas en áreas de arribazón de tortugas.	
FF-10	En playas de arribazón de tortugas se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.	
FF-11	En las áreas adyacentes a las playas de arribazón de tortugas, de requerirse iluminación artificial, ésta será ámbar, para garantizar el arribazón de las tortugas, debiendo restringirse alturas e inclinación en función de estudios específicos.	
FF-12	Se prohíbe el tránsito de vehículos automotores sobre la playa salvo el necesario para acciones de vigilancia y mantenimiento autorizados.	
FF-13	Se realizará la señalización de las áreas de paso y uso de las tortugas marinas durante la época de anidación y desove de la tortuga marina.	
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.	
FF-15	En las áreas verdes deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original según la especie.	En las áreas verdes se evaluará la factibilidad de dejar en pie los árboles más desarrollados.
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.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se darán pláticas para instruir a los trabajadores sobre la importancia de la conservación de la flora y fauna silvestre además de prohibirles la extracción o comercialización de las especies silvestres.
FF-17	Se permite establecer viveros e invernaderos autorizados.	El Proyecto no contempla establecer viveros ni invernaderos.
FF-18	Se prohíbe el uso de compuestos químicos para el control de malezas o plagas. Se promoverá el control mecánico o biológico.	No se contempla el uso de compuestos químicos para el control de malezas o plagas. Se promoverá el control mecánico o biológico.
FF-19	Se promoverá la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) no extractivas.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.

Clave	Criterios de la UGA 7	Vinculación con el Proyecto
FF-20	No se permite la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, excepto para fines de investigación autorizado por la SEMARNAT.	No aplica ya que en el Área del Proyecto no existen cenotes.
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 despejada 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)	En el Área del Proyecto se registra la presencia de <i>Thrinax radiata</i> , se contempla la elaboración de un Programa de rescate y reubicación de especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
FF-22	Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.	El Proyecto no contempla la introducción de especies exóticas invasivas.
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.	No aplica ya que en el Área del Proyecto no se registra la presencia de organismos pertenecientes a la especie <i>Casuarina equisetifolia</i> , ni se contempla su uso en las áreas verdes, se utilizarán especies nativas.
FF-24	En las áreas verdes se emplearán plantas nativas y se restringirán aquellas especies que sean perjudiciales a esta flora.	En las áreas verdes se utilizarán especies nativas, algunas de las que se tienen contempladas son: ramón, zapote, chicozapote y caobas y plantas tales como helechos, musgos, bromeliáceas y aráceas.
FF-26	Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones cercanas a arrecifes y manglares.	No aplica ya que el Proyecto no contempla el uso de explosivos, ni realizar dragados o construcciones cercanas a arrecifes. El manglar que se localiza en el Área del Proyecto será conservado en su totalidad.
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.	No aplica ya que el Proyecto no incluye dragados apertura de canales, boca y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina y la línea de costa.
FF-33	Los desarrollos nuevos y/o existentes deberán garantizar la permanencia de las poblaciones de cocodrilos.	No aplica ya que en el Área del Proyecto no se registra la presencia de cocodrilos.
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.	El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto. Se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna y un monitoreo para darle seguimiento.
Manejo de Ecosistemas		
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 infraestructura sobre la playa.
MAE-4	No se permite encender fogatas en las playas.	En el reglamento de operación del Proyecto se establecerá la prohibición del uso de fuego en la playa.

Clave	Criterios de la UGA 7	Vinculación con el Proyecto
MAE-5	Se prohíbe la extracción de arena de playas, dunas y lagunas costeras.	El Proyecto adquirirá los materiales requeridos para la construcción en casas comerciales autorizadas.
MAE-6	Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.	Durante la preparación del sitio y construcción se les prohibirá a los trabajadores y contratistas el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos. En el reglamento de operación del Proyecto se establecerá la prohibición del vertimiento de hidrocarburos y productos químicos.
MAE-7	No se permite la infraestructura recreativa y de servicios en el cordón de las dunas frontal.	No aplica ya que el Proyecto no se ubica en una duna frontal.
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 no se localiza en la zona de playa o dunas por lo que estos criterios no aplican.
MAE-9	No deberán realizarse nuevos caminos sobre dunas.	
MAE-10	Solo se permite la construcción de accesos peatonales elevados y transversales sobre las dunas.	
MAE-11	No se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de las dunas, ni la modificación de éstas.	No aplica ya que el Área del Proyecto no se ubica en una zona de duna costera.
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 contempla la conservación del manglar ubicado en el Área del Proyecto, no se contempla ningún tipo de aprovechamiento. Solo se contempla la construcción de un puente peatonal con pilotes.
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 contempla infraestructura para la captación del agua 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	No aplica ya que el Proyecto no contempla el aprovechamiento de aguas subterráneas, el abastecimiento de agua potable será a través del municipio.
MAE-17	Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal y cuerpos de agua.	No aplica ya que el Proyecto no se ubica en la zona federal, al interior del Área del Proyecto no se registran cuerpos de agua.
MAE-18	Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona perimetral a los cuerpos de agua.	No aplica ya que en el Área del Proyecto no existen cuerpos de agua.
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.	El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto.
MAE-23	La reforestación deberá realizarse con flora nativa.	En las áreas verdes se utilizarán especies nativas, algunas de las que se tienen contempladas son: ramón, zapote, chicozapote y caobas y plantas tales como helechos, musgos, bromeliáceas y aráceas.

Clave	Criterios de la UGA 7	Vinculación con el Proyecto
MAE-24	No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.	No aplica ya que en el Área del Proyecto no se registran dolinas, cenotes y 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.	
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.	
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.	
MAE-29	Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de fauna silvestre.	El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto.
MAE-30	En zonas inundables no se permite la alteración de los drenajes naturales principales.	Todos los edificios contemplados en el Proyecto, estarán elevados de 50 cm a 80 cm del nivel del terreno natural (dependiendo de la topografía) quedando un espacio entre el nivel del terreno y los edificios. Además el Proyecto construirá obras sobre la vialidad existente para reconectar el flujo hidrológico.
MAE-31	Las obras autorizadas sobre manglares deberán garantizar el flujo y reflujo superficial del agua a través de un estudio geohidrológico.	
MAE-32	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	
MAE-33	Se promoverá el control integrado en el manejo de plagas, tecnologías, espacio y disposición final, de envases de plaguicidas.	Dentro del Programa de manejo de residuos sólidos se incluirán acciones para el manejo y disposición de los enases de plaguicidas.
MAE-45	El aprovechamiento, tala y relleno del manglar en ningún caso deberá de 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 contempla la conservación del manglar, se hará una poda controlada de algunos organismos ubicados al sur para la construcción de un puente peatonal sobre pilotes que dará acceso del Área del Proyecto hacia la playa.
MAE-47	El aprovechamiento de los cuerpos de agua se deberá justificar con estudios geohidrológicos aprobados por la Comisión Nacional del Agua.	No aplica ya que el Proyecto no contempla el aprovechamiento de cuerpos de agua.
MAE-48	Solo se permite la utilización de fertilizantes orgánicos, herbicidas y plaguicidas biodegradables en malezas, zonas arboladas, derechos de vía y áreas verdes	En el mantenimiento de las áreas verdes solo se utilizarán fertilizantes orgánicos, herbicidas y plaguicidas biodegradables.
MAE-49	En las áreas verdes solo se permite sembrar especies de vegetación nativa.	

Clave	Criterios de la UGA 7	Vinculación con el Proyecto
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.	En las áreas verdes se utilizarán especies nativas, algunas de las que se tienen contempladas son: ramón, zapote, chicozapote y caobas y plantas tales como helechos, musgos, bromeliáceas y aráceas. El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto.
MAE-53	Se prohíbe la utilización de fuego o productos químicos para la eliminación de la cobertura vegetal y/o quema de deshechos vegetales producto del desmonte.	Estará prohibida la utilización del fuego o de productos químicos para realizar el desmonte se contempla un Programa de vigilancia ambiental para garantizar su cumplimiento.
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 Área del Proyecto no ha sido afectada por incendios, movimientos de tierra productos o actividades que eliminen y/o modifiquen la cobertura vegetal.
MAE-55	Se prohíbe la acuicultura en cuerpos de agua naturales.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
MAE-59	Para la zona comprendida entre la carretera federal y el Área Natural Protegida de X'cachel-X'cachelito, solo se permite desmontar hasta el 10 % de la cobertura vegetal del predio.	No aplica ya que el Proyecto no se ubica entre entre la carretera federal y el Área Natural Protegida de X'cachel-X'cachelito, solo se permite desmontar hasta el 10 % de la cobertura vegetal del predio.
Turismo		
TU-3	Se podrán llevar a cabo desarrollos turísticos con una densidad neta de hasta 30 cuartos/ha en el área de desmonte permitida.	En el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo con fecha 03 de abril de 2018 se publicó el cambio de uso de suelo del predio en cuestión de Turístico Residencial 2 de baja densidad (TR2) a Habitacional de alta densidad (H4) Anexo II.1.
TU-10	Las actividades recreativas deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.	El Proyecto contempla la elaboración de un Programa de manejo integral de residuos sólidos y líquidos.
TU-11	Las actividades recreativas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.	El Proyecto contempla la elaboración e implementación de un reglamento en donde se establecerán las estrategias para minimizar los impactos sobre la flora y fauna silvestre durante la operación. En la preparación del sitio y construcción se contempla implementar un Programa de rescate de flora y fauna así como un Plan de Manejo Ambiental para garantizar su cumplimiento.
TU-12	En el espeleobuceo no se permitirá molestar, capturar o lastimar a la fauna cavernícola ni modificar, ni alterar o contaminar el ambiente de la caverna.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.

Clave	Criterios de la UGA 7	Vinculación con el Proyecto
TU-17	La construcción de hoteles e infraestructura asociada ocupará como máximo el 10% del frente de playa del predio que se pretenda desarrollar.	No aplica ya que el Área del Proyecto no se ubica en un frente de playa.
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.	
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 del área natural protegida hacia la zona de aprovechamiento.	No aplica ya que el Área del Proyecto no colinda ni se ubica en un área natural protegida.
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 contempla áreas de conservación, que incluye manglar, tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto. En la preparación del sitio y construcción se contempla implementar un Programa de rescate de flora y fauna, que incluye acciones para el rescate y reubicación de la flora y fauna en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
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 contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha, representa el 17.09% del Área del Proyecto. Las áreas de conservación se distribuyen de forma perimetral alrededor del predio y del conjunto de edificaciones construidas.
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 contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha, representa el 17.09% del Área del Proyecto. El mantenimiento de estas áreas estará a cargo de los propietarios.
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.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
TU-40	Se prohíbe dar alimento a la Fauna silvestre.	El Proyecto contempla la elaboración e implementación de un reglamento en donde se establecerán las estrategias para minimizar los impactos sobre la flora y fauna silvestre durante la operación, en las que se incluirá la prohibición de darle alimento a la fauna silvestre. En la preparación del sitio y construcción se contempla implementar un Programa de educación ambiental a los trabajadores así como un Plan de Manejo Ambiental para garantizar su cumplimiento.

Clave	Criterios de la UGA 7	Vinculación con el Proyecto
TU-43	En las Zonas Arqueológicas solo se permite la construcción de obras, infraestructura o desarrollo avalada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.	En el Área del Proyecto no se registra ningún vestigio arqueológico.
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.	
TU-45	<p>Se consideran como equivalentes:</p> <p>Una villa a 2.5 cuartos de hotel. Un departamento, estudio o llave hotelera a 2.0 cuartos de hotel. Un cuarto de clínica hotel a 2.0 cuartos de hotel Un camper sencillo y cuarto de motel a 2.0 cuartos de hotel. Un cuarto de motel a 1 cuarto de hotel. Una Junior suite a 1.5 cuarto de hotel. Una suite a 2 cuartos de hotel.</p> <p>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.</p>	En el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo con fecha 03 de abril de 2018 se publicó el cambio de uso de suelo del predio en cuestión de Turístico Residencial 2 de baja densidad (TR2) a Habitacional de alta densidad (H4) Anexo II.1.

III.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y ZONAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN

III.2.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

En el Estado de Quintana Roo se identificaron 26 Áreas Naturales Protegidas federales de las cuáles seis de son áreas de protección de flora y fauna, seis parques nacionales, cinco son reservas de la biosfera un área de refugio y ocho áreas voluntarias para la conservación. En la siguiente tabla se enlistan las ANP's federales.

Tabla III.7 Áreas Naturales Protegidas Federales

Nombre	Categoría de Manejo	Municipio
1. Yum Balam	Área de protección de flora y fauna	Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas
2. Uaymil		Felipe Carrillo Puerto y Othón Pompeyo
3. Otoch Ma'ax Yetel Kooch		Lázaro Cárdenas, Solidaridad
4. Bala'an K'aax		José María Morelos, Bacalar, Tekax, Hopelchen
5. Manglares de Nichupté		Benito Juárez
6. La porción norte y franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel		Cozumel
7. Tulum	Parque Nacional	Tulum
8. Arrecifes de Cozumel		Cozumel
9. Occidental de Islas Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc		Isla Mujeres y Benito Juárez
10. Arrecife de Puerto Morelos		Benito Juárez
11. Isla Contoy		Isla Mujeres
12. Arrecifes de Xcalak		Othón P. Blanco
13. Sian Ka'an	Reserva de la Biosfera	Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco, Solidaridad
14. Banco Chinchorro		Othón P. Blanco
15. Arrecifes de Sian Ka'an		Felipe Carrillo Puerto, Solidaridad
16. Tiburón Ballena		Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas
17. Playa de la Isla Contoy	Isla Mujeres	
18. Área de Refugio para la Protección de especies marinas Bahía de Akumal	Área de Refugio	Akumal y Tulum
19. Reserva Ecológica El Edén	Áreas Voluntarias para la Conservación	Lázaro Cárdenas
20. Zona de Conservación de Puerta del Mar		Benito Juárez
21. Much Kanan K'aax		Felipe Carrillo Puerto
22. Huub'Sak		Othón P. Blanco
23. Reserva Privada Moon Palace		Benito Juárez
24. Las Gatas		Puerto Morelos
25. Canaán Max		Felipe Carrillo Puerto
26. Biól. Julio Berdegué Aznar		Puerto Morelos

La ANP más cercana al Área del Proyecto es la denominada Área de Refugio para la Protección de especies marinas Bahía de Akumal,

En el Estado de Quintana Roo existen diez ANP's estatales y una municipal, en la siguiente tabla se enlistan.

Tabla III.8 Áreas Naturales Protegidas Estatales y Municipales

Nombre	Categoría	Municipio
Estatales		
1. Laguna de Chankanaab	Parque natural	Cozumel
2. Parque Kabah	Parque urbano	Benito Juárez
3. Bahía de Chetumal, Santuario del Manatí.	Reserva estatal	Othón P. Blanco
4. Xcacel-Xcacelito	Zona sujeta a conservación ecológica, Santuario de la tortuga marina	Tulum
5. Laguna Manatí	Zona sujeta a conservación ecológica, refugio estatal de flora y fauna	Benito Juárez
6. Laguna Colombia	Parque ecológico estatal	Cozumel
7. Sistema lagunar Chichankanab	Reserva estatal	José María Morelos
8. Parque lagunar de Bacalar	Parque ecológico estatal	Bacalar
9. Sistema Lagunar Chacmochuch	Zona sujeta a conservación ecológica, Refugio estatal de flora y fauna	Isla Mujeres y Benito Juárez
10. Selvas y Humedales de Cozumel	Reserva estatal	Cozumel
Municipales		
11. Ombligo verde	Reserva ecológica municipal	Benito Juárez

Cabe destacar que el ANP más cercano es la Zona sujeta a conservación ecológica santuario de la tortuga marina que se ubica a 80 m al este del Área del Proyecto.

El Proyecto no incidirá de forma directa sobre esta ANP, sin embargo durante la operación los residentes y visitantes tendrán acceso a la playa mediante un puente peatonal y podrían ingresar a la porción de la zona marina de la Zona sujeta a conservación ecológica santuario de la tortuga marina y podrían interactuar con las tortugas.

Con el fin de regular a los residentes y visitantes, se establecerá en el reglamento que deberán respetar los criterios y lineamientos establecidos en el Programa de Manejo de la Zona sujeta a conservación ecológica santuario de la tortuga marina. Se instalarán señalamientos en el inicio del puente peatonal informando de la existencia del área natural protegida y las reglas principales para proteger a la tortuga marina.

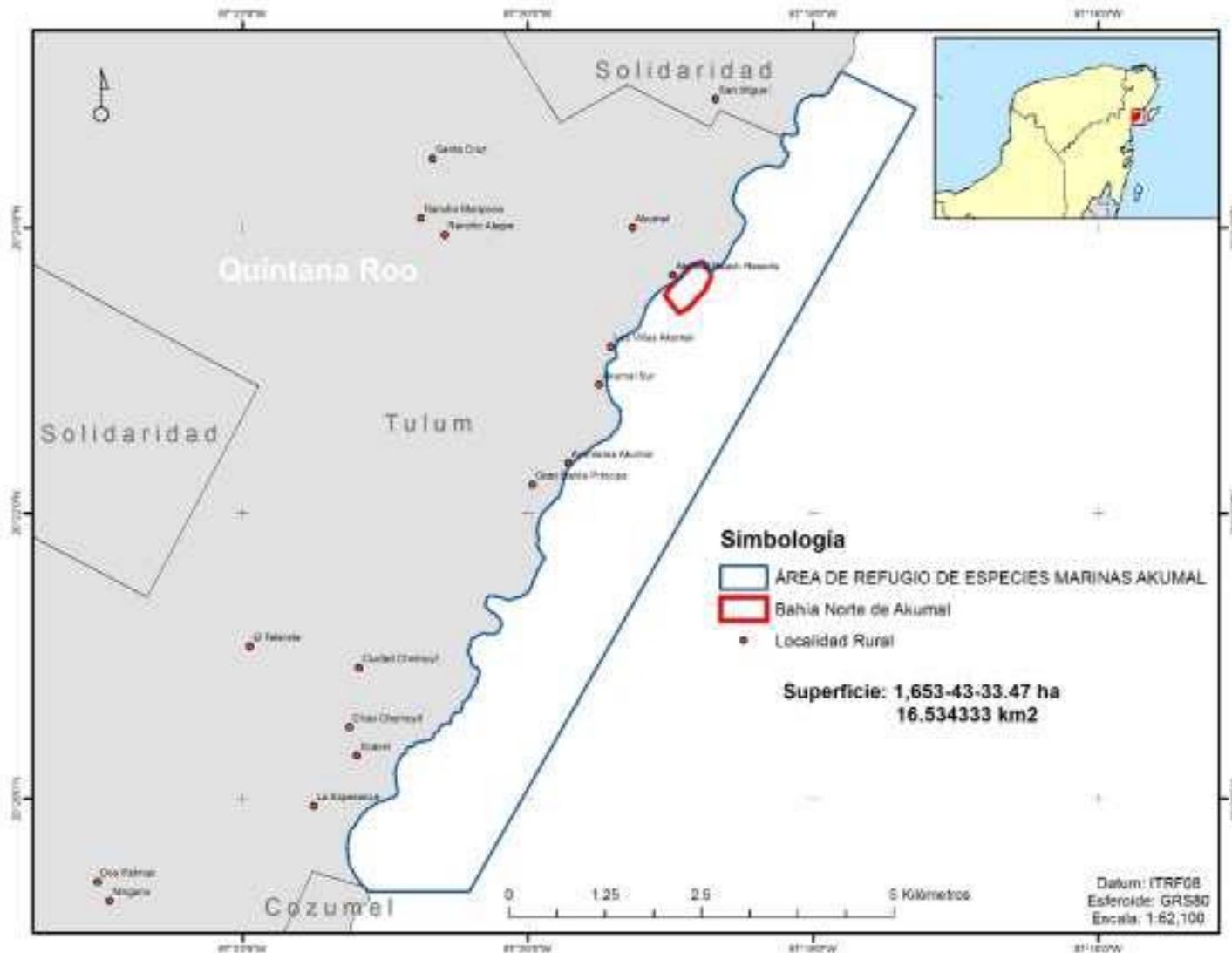


Figura III.4 Ubicación del ANP Área de Refugio para la Protección de especies marinas Bahía de Akumal

III.2.2. CONVENCIÓN RELATIVA A LOS HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL ESPECIALMENTE COMO HÁBITAT DE AVES ACUÁTICAS

La Convención se firmó en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971, entró en vigor en 1975 y fue modificada según el Protocolo de París, del 3 de diciembre de 1982.

Actualmente es el único Convenio entre gobiernos que se centra en la conservación y uso racional de los ecosistemas de Humedal, reconociendo de esta manera su importancia ecológica al ser uno de los ecosistemas más ricos en biodiversidad, y de los cuales depende la supervivencia de gran cantidad de especies.

El principal objetivo de la Convención Ramsar es: "*La conservación y el uso racional de los humedales a través de la acción nacional y mediante la cooperación internacional*". En la siguiente tabla se enlistan los sitios RAMSAR ubicados en el Estado de Quintana Roo.

Tabla III.9 Sitios RAMSAR en el Estado de Quintana Roo

Nombre	Fecha del decreto	Municipio
1. Parque Nacional Isla Contoy	27 de noviembre de 2003	Isla Mujeres
2. Sian Ka'an		Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco, Solidaridad
3. Parque Nacional Arrecifes de Xcalak		Othón P. Blanco
4. Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam	02 de febrero de 2004	Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas
5. Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos		Benito Juárez
6. Playa Tortuguera X'cabel X'cabelito		
7. Laguna de Chichankanab		José María Morelos;
8. Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro		Othón P. Blanco
9. Bala'an Káax	02 de febrero de 2005	José María Morelos, Bacalar, Tekax, Hopelchen
10. Parque Nacional Arrecifes de Cozumel		Cozumel
11. Manglares de Nichupté		Benito Juárez
12. Otoch Ma'ax Yetel Kooch	02 de febrero de 2008	Lázaro Cárdenas, Solidaridad
13. Manglares y Humedales del norte de la Isla de Cozumel		Cozumel

Cabe destacar que el Área del Proyecto no se ubica dentro de ningún sitio RAMSAR

III.2.3. ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN

Las Regiones Prioritarias Terrestres, Hidrológicas y Marinas, así como los sitios RAMSAR y las Áreas de Conservación de las Aves (AICAS) establecidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), no forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y por tanto para efectos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental no tienen criterios de tipo vinculante con el uso de suelo, sin embargo se realizó el análisis para identificar estas regiones a fin de tener claridad sobre la importancia para la conservación que tiene el Área del Proyecto.

III.2.3.1. ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA)

Existe un conjunto de áreas que sin contar con un decreto de protección federal han sido identificadas como relevantes para la conservación de las aves, denominadas “Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)”, estas son una red de sitios que destacan por su importancia en el mantenimiento de las poblaciones de las aves a largo plazo, estas zonas se eligen con espacio suficiente que pueda albergar poblaciones de las especies de interés.

El Área del Proyecto no se ubica dentro de ningún AICA.

III.2.3.2. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) son áreas donde las características físicas y bióticas favorecen condiciones importantes para la biodiversidad, donde la riqueza biológica e integridad ecológica las convierten en objetivos prioritarios para la conservación; en ocasiones las RTP contienen áreas naturales protegidas por lo que la inclusión de estas suele ser frecuente.

El Área del Proyecto no se ubica dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria.

III.2.3.3. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), se determinan con base a su función en su biodiversidad, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte. Una región hidrológica de alta biodiversidad es un área que tiene la posibilidad actual o potencial para la conservación de sus recursos, y en donde ocurren o pueden ocurrir impactos negativos, resultado de las diferentes actividades de uso o explotación de recursos que realizan distintos sectores.

El Proyecto se localiza en la región hidrológica prioritaria No. 105 denominada Corredor Cancún-Tulum está clasificada por la CONABIO como una región de alta diversidad (AAB), con presencia de usos por sectores (AU) y con regiones amenazadas (AA), cuya extensión es de 1,715 Km², estando sus coordenadas extremas en los 21°10'48" - 20°20'24" de latitud norte y 87°28'12" - 86°44'24" de longitud oeste, por lo que incluye lagunas costeras como Chakmochuk y Nichupté, así como cenotes, estuarios, humedales (recursos lénticos) y aguas subterráneas (recursos lóticos).

Las actividades económicas principales son turísticas, forestales y pecuarias; pesquerías de caracol y langosta, así como cultivo de peces en la laguna de Nichupté. Y la problemática asociada incluye:

- Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.
- Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.
- Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco (*Cocos nucifera*).

El Proyecto no contribuye a la problemática de esta Región Hidrológica Prioritaria en ninguna de sus etapas, debido a que se contempla la construcción y operación de una planta de tratamiento

para las aguas residuales y las aguas tratadas serán reutilizadas para el riego de las áreas verdes, por ningún motivo se verterán sustancias o cualquier residuos al mar.

III.3. PLANES DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES

III.3.1. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE AKUMAL 1007-2032

El Proyecto “Punta Sur” se encuentra dentro del Centro de Población de Akumal, delimitado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal 2007-2032, específicamente el Proyecto se ubica en la categoría de Turístico Residencial 2 de baja densidad (TR2), sin embargo en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo con fecha 03 de abril de 2018 se publicó el cambio de uso de suelo del predio en cuestión de Turístico Residencial 2 de baja densidad (TR2) a Habitacional de alta densidad (H4) Anexo II.1.

Tabla III.10 Vinculación del Proyecto con el Uso de suelo Habitacional 4

Concepto	Descripción	Vinculación con el Proyecto
Uso de suelo	H4	Uso autorizado mediante decreto publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo con fecha 03 de abril de 2018
Área de Terreno	--	23,816.05 m ²
Habitaciones/Hectárea	240	El Proyecto contempla 17 habitaciones por lo que cumple con este criterio.
Cuartos/Ha	-	--
Viviendas/Ha	60	El Proyecto contempla 126 viviendas, por lo que se tienen 154.78 viviendas por ha por lo que cumple con este criterio.
Coefficiente de Ocupación de Suelo	0.60	El Área del Proyecto tendrá una superficie de desplante de 10,873.76 m ² por lo tanto el proyecto se encuentra aún por debajo del máximo establecido con un COS de 45.5%,
Coefficiente de Utilización del Suelo	1.65	El Proyecto cumple al tener un máximo de área construida de 14,815.28 m ² , que corresponde a un coeficiente del 0.62.
Altura máxima metros	12 m	Los edificios cumplen con el criterio
Altura máxima niveles	3	El Proyecto contempla que los ocho edificios tengan una Planta Baja más dos niveles.

En el siguiente plano se presenta la ubicación del Proyecto en el Programa de Desarrollo Urbano de Akumal.



Figura III.5 Ubicación del ANP Área de Refugio para la Protección de especies marinas Bahía de Akumal

III.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

III.4.1. AIRE

En materia de Aire se identificaron las siguientes Normas Oficiales Mexicanas que se vinculan con el Proyecto:

Tabla III.11 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Aire.

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
NOM-045-SEMARNAT-2017	Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

III.4.2. RUIDO

En materia de Ruido se identificaron dos Normas Oficiales Mexicanas, que se describen en la Tabla III.12.

Tabla III.12 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Ruido.

Norma Oficial Mexicana	Descripción
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.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Para dar cumplimiento a la NOM-080-SEMARNAT-1994 el mantenimiento Preventivo y Correctivo será obligatorio, esto garantizará que los vehículos y maquinaria trabajen de manera óptima evitando que el nivel de ruido sobrepase los límites permitidos dentro de las instalaciones. Se contempla un Programa de vigilancia ambiental para garantizar su cumplimiento.

Las fuentes fijas dentro del Proyecto son la planta de tratamiento de aguas residuales, el cuarto de bombas, etc., sin embargo, se encuentran en sitios cerrados, lo cual sirve como una barrera física de ruido al ambiente y se podrán realizar monitoreos de los niveles de ruido.

III.4.3. AGUA

En materia de Agua se identificaron las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

Tabla III.13 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Agua

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-002-SEMARNAT-1996.	Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-004-SEMARNAT-2002	Lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

Durante la Operación del Proyecto se contará con una planta de tratamiento de aguas residuales con la finalidad de reutilizar el agua para riego de las áreas verdes del Proyecto y deberá cumplir con las especificaciones aplicables de la NOM-003-SEMARNAT-1997.

III.4.4. RESIDUOS

El manejo de los residuos generados en la etapa de construcción y operación del Proyecto se sujetará a lo establecido en las normas contenidas en la siguiente tabla, asimismo, se implementará un Plan Integral de Manejo de Residuos específico para el Proyecto.

Tabla III.14 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Manejo de Residuos.

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

III.4.5. FLORA Y FAUNA

Durante los trabajos de campo se registraron dos especies de fauna en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Al respecto, cabe destacar que el Proyecto contempla un Plan de Protección de Flora y Fauna para las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo, por lo que el Proyecto no pondrá en riesgo su conservación.

Tabla III.15 Normas Oficiales Mexicanas para la protección de flora y fauna

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-059-SEMARNAT-2010	Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.
NOM-122-SEMARNAT-2003	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable, y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar

Tabla III.16 Vinculación del Proyecto con la NOM-122-SEMARNAT-2003

Especificaciones	Vinculación
4.0 El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo.	El Proyecto contempla la conservación del manglar y su mantenimiento estará a cargo de los propietarios.
4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	El Proyecto no contempla la obstrucción del flujo o desvío del agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica del manglar que se ubica dentro del Área del Proyecto.
4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.	No aplica ya que el manglar que se presenta dentro del Área del Proyecto no requiere de la construcción de canales.
4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	No aplica ya que el Proyecto no contempla la construcción de canales.
4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	No aplica ya que el Proyecto no contempla la construcción de infraestructura marina.
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	No aplica ya que el Proyecto no contempla ningún bordo que interrumpa el flujo natural del agua hacia el manglar.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	El Proyecto contempla un Programa de Vigilancia Ambiental para garantizar que no se contaminará ni asolvará el manglar que existe en el Área del Proyecto.
4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento del agua proveniente de la cuenca ya que el municipio proporcionará el abastecimiento del agua potable.
4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades	El Proyecto contempla un Programa de manejo integral de residuos sólidos para manejarlos de acuerdo a lo establecido en la normatividad ambiental vigente. Además se construirá y operará una Planta de Tratamiento para las aguas residuales que serán generadas y una vez tratadas serán

Especificaciones	Vinculación
productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	reutilizadas para el riego de las áreas verdes. Se cumplirá con la normatividad ambiental vigente aplicable.
4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	El Proyecto no contempla el vertimiento de aguas residuales ya que contará con una planta de tratamiento y las aguas tratadas cumplirán con la normatividad ambiental vigente para ser reusada para el riego de las áreas verdes.
4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	El Proyecto no contempla la extracción de agua subterránea por lo que no afectará el balance hidrológico ni provocará la intrusión de la cuña salina en el acuífero.
4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.	En las áreas verdes se utilizarán especies nativas, algunas de las que se tienen contempladas son: ramón, zapote, chicozapote y caobas y plantas tales como helechos, musgos, bromeliáceas y aráceas.
4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.	No aplica ya que el Proyecto no se encuentra en una zona estuarina.
4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.	No aplica ya que el Proyecto no contempla la construcción de vías de comunicación utilizará el camino existente.
4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.	El Proyecto contempla la conservación del manglar, únicamente al sur del Área del Proyecto se construirá un puente peatonal con pilotes que requerirá una afectación mínima al manglar
4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	El Proyecto no contempla la realización de ninguna obra o actividad en el área donde se encuentra el manglar.

Especificaciones	Vinculación
4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	La obtención de los materiales requeridos para la construcción del Proyecto será en casas de materiales autorizadas. El Proyecto no contempla la apertura de bancos de materiales.
4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	El Proyecto no contempla el desmonte, quema ni desecación del manglar, por el contrario las áreas de manglar serán destinadas a la conservación.
4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	No aplica ya que el Proyecto no contempla realizar dragados.
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	El Proyecto contempla la elaboración e implementación de un Programa de manejo de residuos sólidos con el fin de que el manejo se realice de acuerdo a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.
4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.
4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.	No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales.

Especificaciones	Vinculación
<p>4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.</p>	
<p>4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.</p>	
<p>4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.</p>	
<p>4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.</p>	
<p>4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.</p>	
<p>4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.</p>	<p>El Proyecto no contempla la realización de ninguna obra o actividad en el área donde se encuentra el manglar.</p>
<p>4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.</p>	<p>No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales. El Proyecto no contempla actividades de turismo náutico.</p>
<p>4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.</p>	

Especificaciones	Vinculación
<p>4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.</p>	
<p>4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.</p>	<p>El Proyecto contempla la conservación del manglar, únicamente al sur del Área del Proyecto se construirá un puente peatonal con pilotes que requerirá una afectación mínima al manglar</p>
<p>4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.</p>	<p>No aplica ya que el Proyecto no contempla la construcción de canales.</p>
<p>4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.</p>	
<p>4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.</p>	<p>No aplica ya que el Proyecto no se ubica en las orillas e interiores de bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua, sin embargo, cabe destacar que el Proyecto contempla la conservación del manglar ubicado en el Área del Proyecto, no se realizará ninguna actividad sobre el manglar.</p>
<p>4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.</p>	
<p>4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.</p>	<p>El Proyecto no contempla la obstrucción del flujo o desvío del agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica del manglar que se ubica dentro del Área del Proyecto. No se contempla la realización de ninguna obra o actividad.</p>

Especificaciones	Vinculación
<p>4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.</p>	<p>No aplica, ya que es un Proyecto inmobiliario que contempla la construcción de ocho edificios, amenidades, accesos peatonales, estacionamiento y planta de tratamiento de aguas residuales. Cabe destacar que el Proyecto contempla la conservación del manglar.</p>
<p>4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.</p>	
<p>4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.</p>	
<p>4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.</p>	
<p>4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.</p>	<p>En el Capítulo IV de esta manifestación se hace un análisis de la unidad hidrológica donde se encuentra el Proyecto.</p>

III.5. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917 y cuya última reforma fue publicada el 10 de julio de 2015, menciona en el Artículo 1 que todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en la Constitución así como en los tratados internacionales de los que el país sea parte, y de las garantías para su protección, cuyo derecho no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que la misma Constitución establece.

En el Artículo 4 establece, entre otros derechos, el derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, así mismo el daño y deterioro ambiental generará responsabilidad en quien lo genere en términos de lo dispuesto por la ley.

El Artículo 25 menciona que bajo los criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modificaciones que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

...

El Proyecto contempla áreas de conservación que en total tendrán una superficie de 4,070.36 ha que representa el 17.09% del Área del Proyecto, además contempla medidas de mitigación para cada uno de los impactos identificados.

III.6. LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES Y ESTATALES

III.6.1. NIVEL FEDERAL

III.6.1.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

El instrumento legal instituido para garantizar la permanencia de los lugares que no han sido significativamente alterados es la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la cual establece en su artículo 15, fracción IV, que:

“Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cauce, así como a asumir los costos que impliquen las afectaciones provocadas...”

La naturaleza del Proyecto se refiere a la construcción de un desarrollo inmobiliario, por lo cual su ejecución requiere autorización en materia de impacto ambiental con base en el Artículo 28 fracciones IX, X y VII de la LGEEPA, que a la letra dice:

“ARTÍCULO 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;

X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;

y el Artículo 5° inciso Q del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) que a la letra expresa:

“Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

...

- O) Cambio de uso de suelo para actividades de desarrollo inmobiliario e infraestructura urbana*
- Q) Desarrollo inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros*
- R) Obras y actividades en humedales, manglares, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.*

Por lo anterior, se presenta esta manifestación de impacto ambiental modalidad particular para obtener la autorización en materia de impacto ambiental y dar cabal cumplimiento con lo dispuesto en la LGEEPA.

III.6.1.2. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) Y SU REGLAMENTO

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el DOF el 05 de junio del 2018, en donde en el Título Primero, Capítulo I, artículo 7, inciso LXXI, dice lo siguiente:

“Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales. No se considerará terreno forestal, para efectos de esta Ley, el que se localice dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con excepción de las áreas naturales protegidas;”

Es por esto que el Proyecto no contempla elaborar el Estudio Técnico Justificativo para la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

III.6.1.3. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS) Y SU REGLAMENTO

La Ley General de Vida Silvestre en su Artículo 56, establece que la

“La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo...”

En el Artículo 60 se establece lo siguiente:

“La Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados...”

En atención a lo dispuesto en esta normatividad, previo a la construcción del Proyecto se realizarán actividades para prevenir y/o mitigar los impactos a la flora y fauna como es el rescate y reubicación de especies con alguna categoría de protección establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

III.6.1.4. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO

La Ley establece las disposiciones que deberá cumplirse en la generación y manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso. Como se indica a continuación:

Artículo 18. "Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria...";

Artículo 19. "Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación..."

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

Artículo 22. "Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales".

En el Reglamento estipula del Artículo 12 que

"Las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría para la clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que estarán sujetos a planes de manejo..."

En el Artículo 40 establece que

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

El Proyecto contempla la elaboración e implementación de un Programa Integral para el Manejo de Residuos Sólidos, Líquidos y Peligrosos así como un Plan de Vigilancia Ambiental para garantizar su cumplimiento.

III.6.1.5. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO Y SU REGLAMENTO

El proyecto se apegará a los principios establecidos en el artículo 26, fracciones VIII y XI de la Ley General de Cambio Climático:

"VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;

...

XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y"

El Proyecto contempla establecer medidas de mitigación para cada uno de los impactos ambientales así como elaborar e implementar un Plan de Vigilancia Ambiental para garantizar su cumplimiento. Además se destinarán 4,070.36 ha a áreas de conservación que representa el 17.09% del Área del Proyecto.

III.6.1.6 LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

Esta Ley fue publicada en el DOF el 07-06-2013 y regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

En el Artículo 10 de la Ley se establece que:

Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

En el Artículo 12 señala que

Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de:

I. Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos;

En el Artículo 13 se establece que

La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño.

El Proyecto contempla el cumplimiento de las normas oficiales, leyes y reglamentos vigentes aplicables y en el caso excepcional que se presente un daño ambiental se procederá a su reparación en los términos que marca la ley.

III.6.1.7 LEY GENERAL DE TURISMO

La presente Ley es de orden público e interés social, de observancia general en toda la República en materia turística. La materia turística comprende los procesos que se derivan de las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias temporales en lugares distintos al de su entorno habitual, con fines de ocio y otros motivos.

Los procesos que se generan por la materia turística son una actividad prioritaria nacional que, bajo el enfoque social y económico, genera desarrollo regional.

La presente Ley plantea quince objetivos, el Proyecto al ser un desarrollo mixto podrá contribuir con los siguientes objetivos:

“IX. Optimizar la calidad y competitividad de los servicios turísticos;

X. Impulsar la modernización de la actividad turística;

...

XV. Fomentar y desarrollar acciones para diversificar la actividad turística, todas las modalidades turísticas se considerarán como un factor de desarrollo local integrado, apoyando el aprovechamiento de las actividades propias de las comunidades.”

Por otro lado, se cumplirá lo establecido en los Artículos 58, 59 y 60, que a la letra dicen:

“Artículo 58. Son obligaciones de los prestadores de servicios turísticos:

I. Anunciar visiblemente en los lugares de acceso al establecimiento la dirección, teléfono o correo electrónico, tanto del responsable del establecimiento, como de la autoridad competente, ante la que puede presentar sus quejas;

II. Informar al turista los precios, tarifas, condiciones, características y costo total, de los servicios y productos que éste requiera;

III. Implementar los procedimientos alternativos que determine la Secretaría, para la atención de quejas;

IV. Participar en el manejo responsable de los recursos naturales, arqueológicos, históricos y culturales, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables;

V. Inscribirse en el Registro Nacional de Turismo y actualizar los datos oportunamente;

VI. Cumplir con los servicios, precios, tarifas y promociones, en los términos anunciados, ofrecidos o pactados;

VII. Expedir, aún sin solicitud del turista, factura detallada, nota de consumo o documento fiscal que ampare los cobros realizados por la prestación del servicio turístico proporcionado;

VIII. Profesionalizar a sus trabajadores y empleados, en los términos de las leyes respectivas, en coordinación con la Secretaría;

IX. Disponer de lo necesario para que los inmuebles, edificaciones y servicios turísticos incluyan las especificaciones que permitan la accesibilidad a toda persona de cualquier condición;

X. Cumplir con las características y requisitos exigidos, de acuerdo a su clasificación en los términos de la presente Ley;

XI. Prestar sus servicios en español como primera lengua, lo que no impide que se puedan prestar los servicios en otros idiomas o lenguas, y

XII. Las demás que establezca la legislación aplicable en la materia.

Artículo 59. En la prestación y uso de los servicios turísticos no habrá discriminación de ninguna naturaleza en contra de persona alguna, en los términos del orden jurídico nacional.

Artículo 60. En caso de que el prestador del servicio turístico incumpla con uno de los servicios ofrecidos o pactados o con la totalidad de los mismos, tendrá la obligación de rembolsar, bonificar o compensar la suma correspondiente por el pago del servicio incumplido, o bien podrá prestar otro servicio de las mismas características o equivalencia al que hubiere incumplido, a elección del turista.”

III.6.2. NIVEL ESTATAL

III.6.2.1. LEY DE ACCIONES URBANÍSTICAS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

Esta Ley fue publicada POE 16-08-2018, es de orden público e interés social y de aplicación en todo el territorio del Estado de Quintana Roo, y tiene por objeto, establecer las normas básicas para regular las acciones urbanísticas de fusión, subdivisión, retotificación, parcelación, fraccionamiento y conjuntos urbanos en el Estado.

Los artículos aplicables al Proyecto son:

Artículo 41. Todo desarrollo deberá contar con un reglamento interno de uso, mantenimiento e imagen urbana que se apegue a los programas de ordenamiento territorial, ecológico y desarrollo urbano aplicables, así como a las normas contenidas en su autorización. El reglamento se consignará en la escritura pública de constitución del fraccionamiento, conjunto urbano o condominio de que se trate

Artículo 44. El reglamento interno de los conjuntos urbanos y fraccionamientos incluirá, de manera enunciativa más no limitativa, las siguientes temáticas:

I. Uso de los espacios de uso común y sus actividades:

a) Actividades compatibles con los espacios de uso común;

b) Sobre el derechos, requisitos y autorizaciones para el uso y disfrute de los espacios de uso común en la modalidad de las distintas actividades; y

c) Horarios permitidos para la realización de las distintas actividades;

II. Mantenimiento:

a) Definición de los elementos del conjunto urbano o fraccionamiento que, conforme a la Ley, vinculan solidariamente al propietario o usuario para su mantenimiento;

b) Obligaciones de los propietarios y usuarios en materia de mantenimiento;

c) Responsables de la ejecución de las obras de mantenimiento;

d) Programación de las actividades de mantenimiento; y

e) Mecanismos de transparencia y rendición de cuentas conforme a la ley;

III. Imagen urbana:

a) Fachadas:

I. Materiales;

II. Color;

III. Identidad gráfica de la nomenclatura de numeración de los lotes y denominación de los negocios;

IV. Identidad visual de puertas, ventanas, balcones, jardineras y otros elementos de fachada;

V. Instalaciones de telecomunicaciones, y

VI. Publicidad;

b) Construcciones no permanentes en azoteas,

c) Techos:

I. Materiales,

II. Inclinación,

III. Instalaciones de telecomunicaciones,

IV. Áreas de secado, y

V. Anuncios espectaculares y otras instalaciones como tinacos, tanques de gas, subestaciones eléctricas, equipos de aire acondicionado y otros semejantes;

d) Banquetas:

I. Materiales;

- II. Especies de plantas para jardineras, y
- III. Colocación de mobiliario como bancas, buzones, botes de basura, entre otros;
- e) Mobiliario urbano:
 - I. Materiales;
 - II. Colores;
 - III. Diseño de las distintas piezas de mobiliario;
 - IV. Propaganda autorizada en mobiliario;
 - V. Condiciones de uso de espacios específicos;
 - VI. Vegetación permitida;
 - VII. Características estéticas de la infraestructura verde, y
 - VIII. Infraestructura verde.

El Proyecto contempla la elaboración e implementación de un reglamento en donde se establecerán las reglas de operación que deberán cumplir los residentes y visitantes.

III.6.2.2. LEY PARA LA PREVENCIÓN Y LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

Esta Ley tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la gestión y el manejo integral de los Residuos de Manejo Especial, Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos de control local, así como de la prevención de la contaminación de sitios por residuos y su remediación, con base en la responsabilidad compartida, pero diferenciada, de los distintos sectores sociales y las autoridades de los tres órdenes de gobierno. Los artículos aplicables al Proyecto están:

Artículo 51.- Están prohibidos el abandono, el vertido o la eliminación incontrolada de Residuos en el Estado. Toda actividad relacionada con la liberación al ambiente de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial o Peligrosos queda sujeta a autorización de las autoridades competentes

Artículo 52.- De acuerdo con esta ley y sin perjuicio de las sanciones establecidas en las disposiciones administrativas civiles o penales aplicables se consideran actividades ilegales de manejo y disposición de residuos o de uso de equipamiento urbano en el Estado.

- I.- Arrojarlos o abandonarlos en la vía pública, áreas comunes, lotes baldíos, parques y en general en sitios no autorizados;*
- II.- Arrojarlos a la vía pública o depositarlos en los recipientes de almacenamiento de uso público cuando contengan sustancias tóxicas o peligrosas para la salud y el ambiente;*
- III.- La incineración de residuos sólidos urbanos o de manejo especial o utilizarlos en calderas u otros equipos de combustión sin autorización y de manera contraria a lo dispuesto en esta Ley, la LGPGIR, su reglamento, la normatividad aplicable y las disposiciones en la materia de los Convenios Internacionales de los que México sea parte.*
- IV.- Arrojarlos al mar o en cuerpos de aguas superficiales o subterráneas, sistemas de drenaje, alcantarillado o en fuentes públicas;*
- V.- Establecer depósitos en lugares no autorizados o aprobados por las autoridades competentes;*
- VI.- Colocar propaganda política en el equipamiento urbano destinado a los servicios de aseo;*
- VII.- Creación de basureros y tiraderos clandestinos;*
- VIII.- El depósito o confinamiento fuera de los sitios destinados para dicho fin, en parques, áreas verdes, áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas, zonas rurales o áreas de conservación ecológica y otros lugares no autorizados; y*

IX.- La dilución o mezcla de Residuos Sólidos con líquidos para su vertimiento al sistema de alcantarillado, a cualquier cuerpo de agua o sobre suelos con o sin cubierta vegetal.

El Proyecto contempla un Programa de Manejo de Residuos Sólidos, Líquidos y Peligrosos así como un Plan de Manejo Ambiental para garantizar su cumplimiento. Se cumplirá con todo lo establecido en esta Ley y demás normatividad ambiental vigente aplicable.

III.7. INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y PROGRAMAS FEDERALES

III.7.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo 2013, se trata de un documento de trabajo que rige la programación y el presupuesto de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con el PND, cuya estructura general considera cinco Metas Nacionales:

- I. México en Paz
- II. México Incluyente
- III. México con Educación de Calidad
- IV. México Próspero
- V. México con Responsabilidad Global.

El Proyecto es congruente con la cuarta meta nacional, *México Próspera*, ya que la finalidad de dicha meta es generar un crecimiento económico sostenible e incluyente que esté basado en un desarrollo integral y equilibrado, el proyecto contribuirá con esta finalidad toda vez que permitirá un crecimiento económico en la región al generar empleos y por otra parte permitirá la preservación de la riqueza natural y cultura de la zona.

Los objetivos y estrategias con los que se vincula el Proyecto son los siguientes:

Tabla III.17. Vinculación del Proyecto con los objetivos y estrategias de la meta México Próspera.

Objetivo	Estrategia	Línea de acción	Relación con el Proyecto
4.3. Promover el empleo de calidad	4.3.2. Promover el trabajo digno o decente.	<p>Impulsar acciones para la adopción de una cultura de trabajo digno o decente.</p> <p>Promover el respeto de los derechos humanos, laborales y de seguridad social.</p> <p>Fomentar la recuperación del poder adquisitivo del salario vinculado al aumento de la productividad.</p> <p>Contribuir a la erradicación del trabajo infantil.</p>	<p>El Proyecto beneficiará la economía de la región generando empleos, además se fomentará el empleo digno, se promoverá el respeto, derechos humanos, laborales y no se contratarán infantes.</p>

Objetivo	Estrategia	Línea de acción	Relación con el Proyecto
4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.	4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.	Lograr un manejo integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos, que incluya el aprovechamiento de los materiales que resulten y minimice los riesgos a la población y al medio ambiente.	Los residuos generados serán manejados en cumplimiento con las leyes aplicables, para lo cual actualmente se cuenta con un Plan de Manejo Integral de Residuos.
4.8. Desarrollar los sectores estratégicos del país	4.8.1. Reactivar una política de fomento económico enfocada en incrementar la productividad de los sectores dinámicos y tradicionales de la economía mexicana, de manera regional y sectorialmente equilibrada	Articular, bajo una óptica transversal, sectorial y/o regional, el diseño, ejecución y seguimiento de proyectos orientados a fortalecer la competitividad del país, por parte de los tres órdenes de gobierno, iniciativa privada y otros sectores de la sociedad.	El Proyecto está dentro de uno de los sectores más importantes desde el nivel municipal hasta nivel nacional, el Turismo, por lo que contribuye al crecimiento de dicho sector que promueve la derrama económica en el país.
4.11. Aprovechar el potencial turístico de México para generar una mayor derrama económica en el país.	4.11.2. Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico.	Diversificar e innovar la oferta de productos y consolidar destinos. Posicionar adicionalmente a México como un destino atractivo en segmentos poco desarrollados, además del de sol y playa, como el turismo cultural, ecoturismo y aventura, salud, deportes, de lujo, de negocios y reuniones, cruceros, religioso, entre otros.	El Proyecto contribuye a la diversificación de los destinos turísticos, ofreciendo turismo de lujo, negocios y deportes que son segmentos poco desarrollados.
	4.11.3. Fomentar un mayor flujo de inversiones y financiamiento en el sector turismo y la promoción eficaz de los destinos turísticos.	Promover en todas las dependencias gubernamentales de los tres órdenes de gobierno los esquemas de simplificación y agilización de trámites para la inversión.	Es evidente que el Proyecto deberá verse favorecido por esta línea de acción al tratarse de un desarrollo turístico e inmobiliario.
	4.11.4. Impulsar la sustentabilidad y que los ingresos generados por el turismo sean fuente de bienestar social.	Convertir al turismo en fuente de bienestar social. Promover el ordenamiento territorial, así como la seguridad integral y protección civil	El Proyecto generará empleos principalmente para los habitantes de la región. Por otro lado, el proyecto se alinea a lo establecido en el ordenamiento territorial.

También dentro del PND se establecen tres estrategias transversales para lograr los objetivos correspondientes a la meta nacional de México Próspero:

i. Democratizar la productividad

- ii. Gobierno Cercano y Moderno
- iii. Perspectiva de Género

El Proyecto se relaciona con la estrategia i) *Democratizar la productividad*, ya que al promover la actividad turístico-inmobiliaria promueve la formalidad e integración de los mexicanos a la economía, además mediante los programas y medidas de mitigación y/o compensación también contribuye con el uso eficiente de los recursos productivos, mediante la potencialización de la riqueza natural del sitio. Así, el Proyecto lleva a que el desarrollo llegué a la zona mediante el equipamiento de servicios y contribuye con el crecimiento del país a partir de la creación de empleos.

III.7.2. PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018

Si bien en el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 no existen políticas públicas que deriven del PND 2013-2018 y apliquen en forma específica sobre el Proyecto, puede asociarse con el objetivo 4.4. del PND *-Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo-*, y las estrategias 4.4.1 y 4.4.4. *Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad con costos y beneficios para la sociedad, y Proteger el patrimonio natural respectivamente, son las que se vinculan de forma indirecta al proyecto.*

En dicho sentido, el diagnóstico presentado por el Programa en comento, reconoce diversos problemas como son:

- El cambio climático, la infraestructura que podría resultar afectada en los municipios más vulnerables al mismo, por inundaciones y deslaves, abarca servicios de salud, comercio, educación, energía, vías de comunicación y turismo en zonas de costa.
- La escases y sobreexplotación de las fuentes de agua que se agrava por la contaminación derivada de la descarga de aguas residuales domésticas e industriales sin tratamiento.
- El manejo inadecuado de los residuos que produce un rezago importante además de los efectos adversos que se producen por la generación de residuos de origen orgánico, donde cabe señalar, que el estado de Sonora presenta un déficit cercano al 10% en lo concerniente al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos.
- La pérdida y degradación de ecosistemas, debido a la construcción de infraestructura como la de servicios turísticos y de crecimiento urbano, que no solo tiene efectos sobre la biodiversidad, sino que disminuye la posibilidad futura de aprovechar sustentablemente los recursos naturales y sus servicios ambientales,
- Reconoce que la relevancia de las zonas costeras y marinas para el desarrollo económico del país vive en especial el turismo.

Considerando las tendencias y problemas, el Proyecto está obligado a acatar y cumplir con la normatividad ambiental vigente aplicable en materia de protección y conservación del entorno natural, lo cual deriva en la propuesta de acciones y medidas de mitigación, compensación y resarcimiento ambiental.

III.7.3. PROGRAMA SECTORIAL DE TURISMO 2013-2018.

Conforme al diagnóstico presentado en el Programa Sectorial de Turismo 2013-2018, si bien se reconoce a México como un destino turístico de Sol y Playa, existen señales de agotamiento en dicho rubro, con la circunstancia de existir áreas de oportunidad en el campo del turismo cultural, ecoturismo, turismo de aventura, **deportivo, de negocios y de lujo**, estos últimos tres aspectos, dentro de la esfera que atañen al Proyecto.

El programa reconoce que,

- 1) La actividad turística reúne atributos para la interacción de la inversión pública y privada, lo cual puede llevar a detonar una dinámica de crecimiento y generación de riqueza, siempre y cuando se generen empleos bien remunerados, mediante el aprovechamiento de las capacidades productivas de los recursos humanos y la vocación turística de la región donde se desarrolla un proyecto de este tipo de servicios.
- 2) Que México se ubica entre los primeros 10 lugares más confiables para invertir, sin embargo se esclarece que aún prevalecen barreras para detonar un mayor financiamiento e inversión hacia proyectos turísticos.
- 3) Destaca la necesidad de desarrollar el turismo sustentable, como uno de los principales retos, puesto que el turismo masivo y las altas concentraciones poblacionales en los centros de playa producen impactos significativos en los entornos naturales y culturales, en aras de garantizar el consumo energético eficiente y el manejo de residuos, así como del aprovechamiento de los activos naturales y culturales evitando su deterioro, puesto que la sustentabilidad económica de este sector se fundamenta en las relaciones económicas en el tiempo, con la generación de empleos de calidad, el fomento en la creación de comunidad y cuya actividad incremente el bienestar humano, a través de actividades rentables y amigables con el ambiente, 4) Además, respecto al cambio climático, advierte que el turismo guarda una relación ambivalente con dicho fenómeno, adjudicándole al turismo responsabilidad en las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero.

Los reconocimientos anteriores, dan lugar a que el desarrollo de proyectos como el presente, se lleven a cabo dentro de un marco de modelos de desarrollo sustentable, donde se armonicen las condiciones ambientales con los intereses de inversión, delimitando las capacidades de carga y propiciando las facilidades para el cumplimiento del marco legal que corresponda.

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

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA.....	6
IV.1. Delimitación del área de estudio.....	6
IV.1.1. Límites establecidos para el Área de Influencia de acuerdo con instrumentos de planeación	6
IV.1.1.1. De acuerdo con el Programa de Ordenamientos Ecológico Territorial (POET)	6
IV.1.1.2. De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano.....	9
IV.1.2. Límites físicos establecidos para el área de influencia del proyecto.....	9
IV.1.2.1. Vías de comunicación y vialidades de acceso	9
IV.1.3. Límites de acuerdo con el sistema natural.	9
IV.1.4. Límites de acuerdo con el sistema socioeconómico	10
IV.1.5. Delimitación del Sistema Ambiental (SA) del Proyecto.	11
IV.1.6. Argumentos y criterios utilizados para su delimitación	15
IV.2. Medio Físico	16
IV.2.1. Clima y Fenómenos Meteorológicos.	16
IV.2.1.1. Ubicación de la Estación Meteorológica.....	16
IV.2.1.2. Temperatura promedio	17
IV.2.1.3. Precipitación.....	18
IV.2.1.4. Balance hídrico.....	18
IV.2.1.5. Frecuencia de heladas, nevadas, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos climáticos extremos.	19
IV.2.2. Geología.	22
IV.2.2.1. Fisiografía.	22
IV.2.2.2. Topografía y pendiente media.	23
IV.2.2.3. Relieve.....	25
IV.2.2.4. Geología.....	27
IV.2.2.5. Litología.....	27
IV.2.2.6. Sistema de fallas	27
IV.2.3. Suelo.....	29
IV.2.3.1. Tipos de suelo en el predio del proyecto y su área de influencia.	29
IV.2.4. Hidrografía.	33
IV.2.4.1. Región Hidrológica	33
IV.2.4.2. Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, lagunas, ríos, arroyos, etc.)	34
IV.2.4.3. Balance hidrometeorológico.	35
IV.2.4.4. Ríos subterráneos	35
IV.2.4.5. Descarga y explotación de acuífero	36
IV.2.4.6. Flujo subterráneo.....	36
IV.2.5. Aire.	37
IV.3. Medio Biótico	37
IV.3.1. Vegetación en el Sistema Ambiental	37
IV.3.2. Descripción de la vegetación.	48
ESPECIE	54

ESPECIE	56
IV.3.2.1 Listados de especies.....	76
IV.3.2.2. Usos de la vegetación en la zona.....	77
IV.3.3. Fauna	79
IV.3.3.1. Listado de especies registradas.....	81
IV.3.3.2. Composición taxonómica y riqueza específica.....	83
IV.4. Paisaje.....	90
IV.4.1. La visibilidad.....	90
IV.4.2. La Calidad Paisajística.....	90
IV.4.3. Características Intrínsecas del Sitio.....	90
IV.4.4. Calidad Visual.....	91
IV.4.5. Calidad del Fondo Escénico.....	91
IV.4.6. Fragilidad.....	91
IV.4.7. Frecuencia de Presencia Humana.....	91
IV.5. Descripción del Medio Socioeconómico.....	92
IV.5.1. Demografía.....	92
IV.5.2. Migración.....	93
IV.5.3. Grupos Étnicos.....	94
IV.5.4. Desarrollo Urbano y Medio Ambiente.....	95
IV.5.5. Urbanización.....	96
IV.5.6. Servicios públicos.....	98
IV.5.7. Salud.....	100
IV.5.8. Educación.....	101
IV.5.9. Economía.....	102
IV.5.10. Actividades productivas.....	102
IV.6. Diagnóstico ambiental.....	105

TABLAS

Tabla IV. 1 Características de la UGA Cn 7, en la que se localiza el predio de interés.....	7
Tabla IV. 2 Criterios para delimitar el Sistema Ambiental del proyecto.....	11
Tabla IV. 3 Poligonal de Sistema Ambiental asignada al Proyecto.....	15
Tabla IV. 4. Registros de temperatura en la estación Meteorológica de Tulum.....	18
Tabla IV. 5. Escala de huracanes de Saffir-Simpson (ESSH).....	20
Tabla IV. 6. Fenómenos ciclónicos más recientes que han afectado al estado de Quintana Roo.....	21
Tabla IV. 7. Ecosistemas y asociaciones vegetales presentes en el Área del Proyecto y Sistema Ambiental.....	44
Tabla IV. 8 Superficies de las asociaciones vegetales en el área del proyecto.....	45
Tabla IV. 9. Densidad de las especies del matorral costero con elementos herbáceos.....	54
Tabla IV. 10. Densidad de las especies del matorral costero con elementos arbustivos.....	56
Tabla IV. 11. Valores de diversidad para las especies del matorral costero con elementos herbáceos y arbustivos.....	56
Tabla IV. 12. Densidad de las especies de la selva baja perennifolia en el área del proyecto.....	67
Tabla IV. 13. Densidad de las especies arbustivas de la selva baja perennifolia en área del proyecto.....	67
Tabla IV. 14. Densidad de las especies herbáceas de la selva baja perennifolia en el área del proyecto.....	68
Tabla IV. 15. Valores de Importancia ecológica de la vegetación de selva baja perennifolia.....	68
Tabla IV. 16 Valor del área basal para las especies de la selva baja perennifolia.....	69
Tabla IV. 17. Estimación de índice de diversidad para las especies de la selva baja perennifolia.....	70
Tabla IV. 18. Densidad de las especies arbóreas en la vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.....	71

Tabla IV. 19. Densidad de las especies arbustivas de la vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.	72
Tabla IV. 20. Densidad de herbáceas en la vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.	73
Tabla IV. 21. Densidad de las especies en la vegetación secundaria arbustiva derivada de la selva baja perennifolia.	74
Tabla IV. 22. Lista de especies de la vegetación de selva en el área del proyecto.	76
Tabla IV. 23. Lista de especies endémicas de la Península de Yucatán.	78
Tabla IV. 24. Lista de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	78
Tabla IV. 25. Comparativo de la fauna silvestre regional y local.	79
Tabla IV. 26. Listado de especies registradas.	82
Tabla IV. 27. Composición taxonómica de la fauna vertebrada registrada en la Propiedad Privada en Akumal.	85
Tabla IV. 28. Abundancia proporcional de la fauna registrada en el predio.	85
Tabla IV. 29. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para cada especie registrada.	86
Tabla IV. 30. Especies de fauna Incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y en la Lista Roja de la IUCN.	89
Tabla IV. 31. Alumnos, docentes y escuelas en el municipio de Tulum (ciclo escolar 2010-2011).	101

FIGURAS

Figura IV. 1 Ubicación del proyecto en el POET Cancún-Tulum.	8
Figura IV. 2. Delimitación del Sistema ambiental.	14
Figura IV. 3 Distribución de los tipos climáticos en	17
Figura IV. 4. Climograma para la Estación Meteorológica de Tulum, Quintana Roo.	18
Figura IV. 5. Valores de evaporación, humedad y humedad relativa para la ciudad de Tulum Quintana Roo.	19
Figura IV. 6. Matriz de distribución de trayectorias de huracanes en México.	20
Figura IV. 7. Los frentes fríos y su influencia en el clima en la Península de Yucatán.	22
Figura IV. 8. Distribución de la provincia Carso Yucateco en relación al inmueble de interés.	23
Figura IV. 9. La zona de Tulum que se ubica dentro de una llanura plana y con pendientes de 0 a 2.5%.	24
Figura IV. 10. En el municipio de Tulum predomina la llanura como tipo de relieve predominante.	25
Figura IV. 11. Distribución de los estratos geológicos.	26
Figura IV. 12. Mapa de regionalización sísmica de la República Mexicana.	29
Figura IV. 13. Suelos gelysol integrados por materiales no consolidados.	30
Figura IV. 14. Suelos Regosol integrados por materiales de arrastre y propios del litoral.	32
Figura IV. 15. Distribución de los tipos de suelo.	¡Error! Marcador no definido.
Figura IV. 16. Distribución de las Regiones Hidrológicas en que se subdivide la Península de Yucatán.	33
Figura IV. 17. Ubicación de la Subcuenca “d” en la zona norte de Quintana Roo.	34
Figura IV. 18. Ubicación de las lagunas interiores del municipio fuera del área de influencia del proyecto.	35
Figura IV. 19. Dirección del flujo subterráneo en la zona de Tulum de acuerdo con Perry <i>et al.</i> (2002)	36
Figura IV. 20. Ilustración del tamaño y forma de los sitios de muestreo de la vegetación.	41
Figura IV. 21. Clases diamétricas en el manglar con <i>Conocarpus erectus</i>	60
Figura IV. 22. Clases de diamétricas para la vegetación de selva baja perennifolia en el predio de interés.	69
Figura IV. 23. Porcentajes de registros por clase taxonómica.	85
Figura IV. 24. Zonificación de los movimientos migratorios de la población en Quintana Roo.	94
Figura IV. 25. Flujo de migrantes hacia la Península de Yucatán.	95
Figura IV. 26. Viviendas totales en el municipio de Tulum.	96

FOTOGRAFÍAS

Fotografía IV. 1. Estimación de DAP de las especies de más de 10 cm en DAP.....	41
Fotografía IV. 2. Captura de información obtenida en campo.....	41
Fotografía IV. 6. <i>Thrinax radiata</i> (chit).....	44
Fotografía IV. 7. <i>Conocarpus erectus</i> (mangle botoncillo).....	44
Fotografía IV. 3. Vista de la costa rocosa en el frente costero del predio en Akumal.....	49
Fotografía IV. 4. Presencia de desechos arrastrados por la marea y que en esta época corresponde con restos orgánicos de sargazo.....	49
Fotografía IV. 5. Rocas de diversas dimensiones que son arrastradas por las corrientes oceánicas predominan en la ZOFEMAT.....	49
Fotografía IV. 8. Matorral costero con presencia de manchones uniespecificos se observa a <i>Coccoloba uvifera</i> (uva de mar). Se observa el sustrato de rocas de distintas dimensiones.....	51
Fotografía IV. 9. Rodal de <i>Tournefortia gnaphalodes</i> (sikimay) en el frente costero del inmueble de interés.....	51
Fotografía IV. 10. Rodal de <i>Scaevola taccada de amplia cobertura</i> en el frente costero del inmueble de interés.....	52
Fotografía IV. 11. Vista de la vegetación secundaria que se manifiesta dentro del inmueble de interés, la cual ha sido propiciada por las edificaciones que se ubican hacia las propiedades aledañas.....	53
Fotografía IV. 12. Una vegetación densa de carácter arbustivo al fondo, así como individuos herbáceos de 30 cm de altura prevalece en la zona.....	53
Fotografía IV. 13. Se observa una amplia planicie cubierta con vegetación secundaria hacia el lindero sur del inmueble de interés.....	54
Fotografía IV. 14. Vista de la vegetación secundaria que se manifiesta dentro del inmueble de interés, la cual ha sido propiciada por las edificaciones que se ubican hacia las propiedades aledañas.....	55
Fotografía IV. 15. Una vegetación densa de carácter arbustivo al fondo, así como individuos herbáceos de 30 cm de altura prevalece en la zona.....	55
Fotografía IV. 16. Se observa una amplia planicie cubierta con vegetación secundaria hacia el lindero sur del inmueble de interés.....	56
Fotografía IV. 17. Borde la manglar con <i>Conocarpus erectus</i> que se cubre de <i>Bravaisia tubiflora</i> (Julub) con individuos herbáceos y arbustivos.....	58
Fotografía IV. 18. El manglar con <i>Conocarpus erectus</i> con individuos arbóreos de más de 10 cm en DAP, se observa una zona bajo sujeta a inundación.....	58
Fotografía IV. 19. Ausencia de un estrato bajo dentro del manglar con <i>Conocarpus erectus</i> , motivado por el proceso de inundación a cual está sujeta esta zona.....	59
Fotografía IV. 20. Vista del manglar secundarios con <i>Conocarpus erectus</i> que se ubica en una zona que no está sujeta a procesos de inundación.....	61
Fotografía IV. 21. El manglar secundario con <i>Conocarpus erectus</i> con individuos con tallas mayores a los 10 cm en DAP.....	61
Fotografía IV. 22. Presencia de un estrato herbáceo con <i>Panicum maximum</i> (zacate guinea) en el manglar secundario. Además de individuos de <i>Leucaena leucocephala</i> (waxim) Ambas especies indicadoras de ecosistemas secundarios.....	62
Fotografía IV. 23. Vista de una de las zonas bajas desprovistas de vegetación.....	63
Fotografía IV. 24. Bajo inundable con <i>Bravaisia tubiflora</i> (julub) el cubre una depresión ubicada hacia la zona suroeste del predio de interés.....	63
Fotografía IV. 25. Presencia de individuos de hasta 2 m de altura caracterizan en la depresión cubierta por <i>Bravaisia tubiflora</i> (Julub).....	64
Fotografía IV. 26. hacia la parte más baja de la depresión con <i>Bravaisia tubiflora</i> (julub) se pueden presentar áreas cenagosas y en el borde individuos realmente dispersos de <i>Conocarpus erectus</i>	64
Fotografía IV. 27. Vista de la selva baja perennifolia con <i>Thrinax radiata</i> en el inmueble de interés.....	66
Fotografía IV. 28. Se integran individuos poco corpulentos dentro de la selva baja perennifolia con <i>Thrinax radiata</i>	66
Fotografía IV. 29. Abundancia de individuos de <i>Thrinax radiata</i> en los 3 estratos de la selva baja perennifolia.....	66

Fotografía IV. 30. Presencia de individuos con tallas menores a los 5 cm en diámetro la vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.	71
Fotografía IV. 31. Gran cobertura de las especies arbustivas vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.	72
Fotografía IV. 32. Estrato herbáceo del todo ausente en algunos puntos de la vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.	72
Fotografía IV. 33. Presencia de individuos con tallas menores a los 5 cm en diámetro la vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.	74
Fotografía IV. 34. Gran cobertura de las especies arbustivas vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.	75
Fotografía IV. 35. Estrato herbáceo del todo ausente en algunos puntos de la vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.	75
Fotografía IV. 36. Vista de las áreas desmontadas en la colindancia noroeste del predio de interés.	76
Fotografía IV. 37. Espacios abiertos han surgido luego de los desmontes realizados de manera reciente.	76
Fotografía IV. 38. Lagartija (<i>Anolis sagrei</i>)	81
Fotografía IV. 39. Tordo (<i>Dives dives</i>).....	82
Fotografía IV. 40. Luis bienteveo (<i>Pitangus sulphuratus</i>)	82
Fotografía IV. 41. Tirano tropical (<i>Tyrannus melancholicus</i>).	84
Fotografía IV. 42. Zanate (<i>Quiscalus mexicanus</i>).	84
Fotografía IV. 43. Fragata (<i>Fregata magnificens</i>).....	84
Fotografía IV. 44. Garza tigre (<i>Trigrisoma mexicanum</i>)	89
Fotografía IV. 45. Iguana gris (<i>Ctenosaura similis</i>)	90
Fotografía IV. 46. Lagartija espinosa (<i>Sceloporus cozumelae</i>)	90
Fotografía IV. 47. Vista de la Carretera estatal Tulum-Punta Allen.....	97
Fotografía IV. 48. Vista de una de las Estaciones de Servicio ubicada sobre la carretera Tulum-Playa del Carmen	99
Fotografía IV. 49. En Tulum operan clínicas médicas particulares.	100
Fotografía IV. 50. Vista de las instalaciones de la Casa de Cultura de Tulum.	102
Fotografía IV. 51. Trampas para la captura de langosta	105

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

IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para la delimitación del Sistema Ambiental, también nombrado Área de Influencia del **Proyecto**, se consideró la vinculación de los sistemas ecológicos o naturales y los físicos particulares. Además, se deben relacionar con las cuestiones económicas puesto que de ello depende el logro de objetivos y el impulso que se requiere para detonar el desarrollo regional. Considerando además de que en todos los casos se deberá evitar promover acciones que contribuyan al deterioro de la calidad de ambiente.

En este caso, se anticipa que se habrá de considerar como base principal para la delimitación del Sistema Ambiental y del Área la Influencia del **Proyecto**, la propuesta de zonificación establecida por los instrumentos de planeación como es el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Corredor Cancún-Tulum, el cual además refiere los usos permitidos, prohibidos y condiciones a aplicar para el uso de suelo. Asimismo, se habrán de considerar los límites físicos existentes en la zona, debido a que éstos constituyen los factores determinantes para acotar los alcances de este y que en este caso están representados por la existencia de vialidades en fase de operación. Adicionalmente, se incluye un análisis de los componentes del sistema natural, así como del medio físico, donde se consideraron las unidades naturales más representativas del área de estudio.

De acuerdo con lo anterior, la primera consideración indica que el sitio donde se llevará a cabo la construcción del **Proyecto** es un predio que se encuentra comunicado a través de la Carretera Federal 307 Reforma Agraria- Puerto Juárez, correspondiendo su ubicación con el kilómetro 252. Es por ello que el inmueble referido, queda inserto dentro de una amplia zona en donde aún se lleva a cabo el desarrollo de la vida natural, por lo que hacia la colindancia norte se mantiene un manchón de humedales con manglar, al centro prevalece la cobertura de la selva baja perennifolia con *Thrinax radiata* (chit) y vegetación secundaria derivada de esta misma vegetación; al suroeste un bajo inundable cubierto mayormente por *Bravaisia tubiflora* (julub).

Además, se debe señalar que existe fuerte presión para llevar a cabo el desarrollo de actividades productivas en vista del fortalecimiento que requiere el desarrollo de las actividades turísticas, que son la principal base del desarrollo y promoción de la economía regional y estatal. Por lo que a continuación, se describen los componentes a través de los cuales se determinó la zona de influencia del Proyecto.

IV.1.1. LÍMITES ESTABLECIDOS PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA DE ACUERDO CON INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN

IV.1.1.1. DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTOS ECOLÓGICO TERRITORIAL (POET)

Por su ubicación, el **Proyecto** quedará localizado dentro de una zona en donde el uso del suelo se encuentra regulado por el *Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Corredor Cancún-Tulum* (publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo, del 16 de noviembre de 2001). De manera precisa, el sitio se ubica dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Cn 7. En lo que se refiere a la política ambiental y la vocación del uso del suelo,

en la **Tabla IV.1** se señalan las actividades que están permitidas, además de aquellas que son incompatibles y que en ningún caso es recomendable llevar a cabo.

Tabla IV. 1 Características de la UGA Cn 7, en la que se localiza el predio de interés

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Nombre	Punta Soliman, Chemuyil, Akumal, Xaak, Kantenah, Chak-Halal, Yanten y Punta Venado.
Política/ Fragilidad Ambiental	Conservación/5.
Uso predominante	Corredor Natural. Usos Compatibles Flora y Fauna.
Usos Condicionados	Infraestructura, Turismo.
Usos Incompatibles	Acuacultura, Agricultura, Asentamientos humanos, Forestal, Industria, Minería, Pecuario, Pesca.

De manera complementaria, en la **Figura IV.1** se muestra la distribución espacial del sitio del Proyecto en relación con la UGA Cn 7 antes referida.

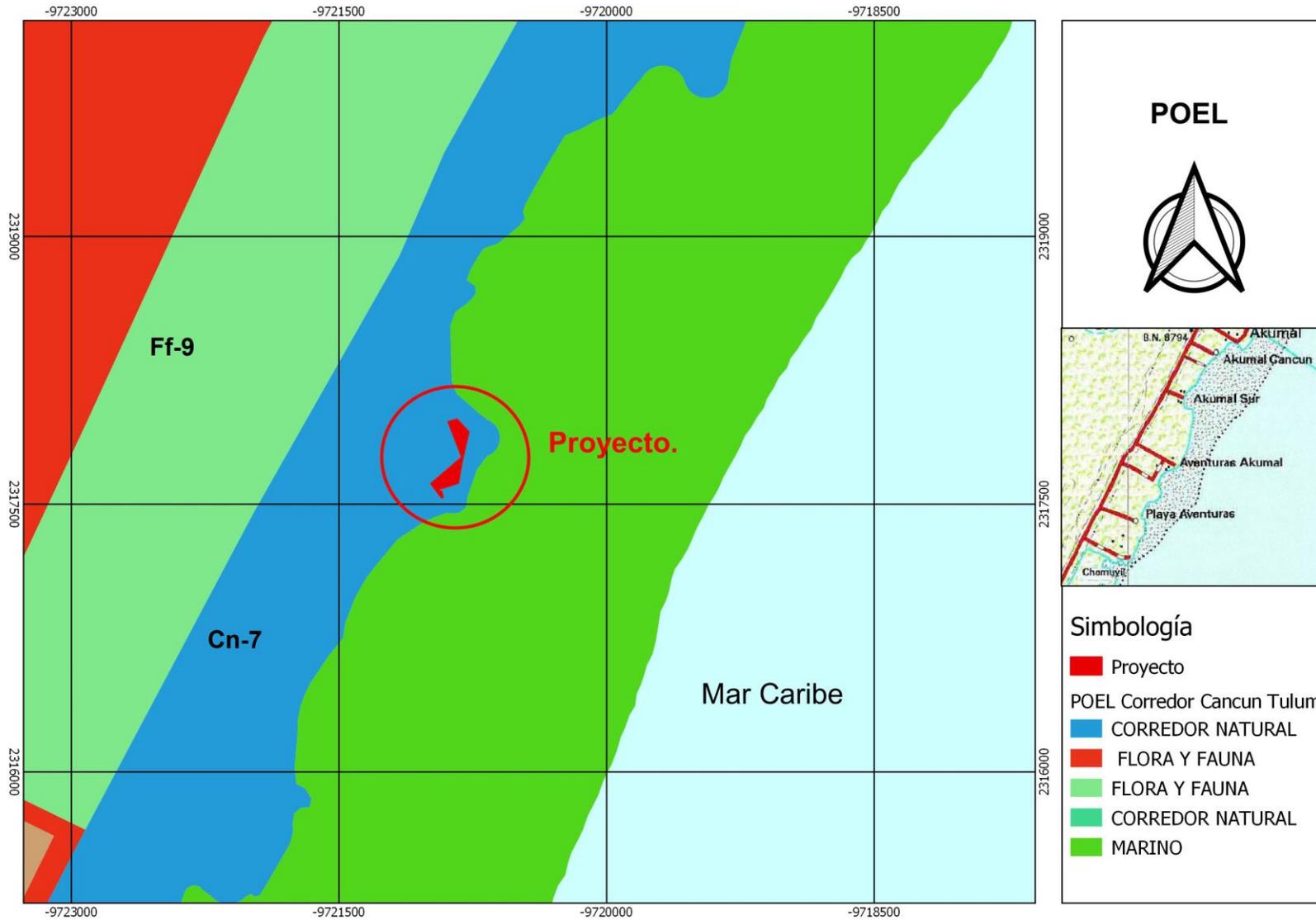


Figura IV. 1 Ubicación del proyecto en el POET Cancún-Tulum.

Tomando en consideración los usos que han sido asignados para la UGA Cn 7, por el POET del Corredor Cancún-Tulum, es evidente que la zona de interés es apta para llevar a cabo actividades Turísticas, siempre y cuando éstas se realicen acordes a los criterios de la conservación de los recursos naturales.

De acuerdo con lo anterior, el Proyecto tan solo requiere del establecimiento de aquellas obras mínimas necesarias a través de las cuales se logren consolidar los objetivos que permitan la promoción de un nuevo destino turístico.

Por otra parte, y de acuerdo a estas consideraciones, se reconoce que el establecimiento del **Proyecto** necesariamente quedará circunscrito de manera específica dentro de los límites propios de la UGA Cn 7.

IV.1.1.2. DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO.

Para la zona donde se ubica el predio de interés, se deben considerar los criterios del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Akumal 2007-2032, el cual fue actualizado el 3 de abril del 2018. Por lo que, en este caso, **el área de influencia del Proyecto se acota a los límites del área donde se asigna el uso Habitacional 4 (H4)** y al que se le asigna hasta 60 cuartos/Ha.

En este caso, de nueva cuenta se cita que el proyecto se apega a los criterios establecidos en la actualización del PDU de centro de población Akumal 2007-2032.

IV.1.2. LÍMITES FÍSICOS ESTABLECIDOS PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1.2.1. VÍAS DE COMUNICACIÓN Y VIALIDADES DE ACCESO

El inmueble donde se pretende llevar a cabo el **Proyecto**, se encuentra ubicado en la zona costera norte del municipio de Tulum. De manera particular, toda esta zona se encuentra comunicada por la Carretera Federal 307 Reforma Agraria-Puerto Juárez. Además de que se cuenta con un camino de terracería que comunica de manera directa hasta el predio de interés.

De acuerdo con lo anterior, el **Proyecto** prácticamente **se encuentra comunicado por vías principales y secundarias de comunicación, por lo que se confirma que estas vialidades corresponden con un límite físico que acotará de manera definitiva el desarrollo de todas las actividades** y hace prácticamente imposible la expansión del Proyecto o la afectación hacia propiedades privadas aledañas.

IV.1.3. LÍMITES DE ACUERDO CON EL SISTEMA NATURAL.

El desarrollo de la zona urbana, hacia el norte del municipio de Tulum, se ha llevado a cabo de manera paulatina, los desarrollos turísticos y habitacionales se han establecido muy cercanos a la línea de costa, así que se han creado amplios manchones dónde se ha modificado el terreno, mismos que han quedado inmersos dentro de amplias franjas donde aún prevalece la vegetación natural.

Por lo anterior, se considera que el ecosistema dominante en la región es selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva al poniente de la Carretera Federal 307 y la selva baja subcaducifolia al oriente de la misma. Esta última zona, dónde se encuentra el proyecto, presenta una dominancia de especies de baja altura por lo que se ubica entre los 6-10

m. Hacia la zona litoral, se pueden presentar amplios espacios cubiertos de humedales los cuales pueden integrar elementos de manglar en su estructura y composición. Mientras que, hacia la zona más cercana a la rompiente de la marea, habrá de predominar la vegetación de duna costera la cual suele ser de 2 tipos, la típica playa arenosa donde se da la dominancia de especies de herbáceas y arbustivas, o bien, la costa rocosa donde se manifiestan macizos de roca calcárea expuestos los cuales se encuentran agresivamente erosionada por el embate del oleaje y las corrientes marinas, lo que da forma a puntas, crestas, salientes, etc.

Para el caso del **Proyecto**, se manifiesta la presencia de mangle, **por lo que todos sus elementos se habrán de establecer única y exclusivamente hacia la zona cubierta con vegetación de selva baja y en la vegetación con desarrollo secundario**. De esta forma, se habrá de minimizar la superficie de aprovechamiento siguiendo los criterios y parámetros que indica el PDU del centro de población Akumal 2007-2032. Así y en todos los casos, se habrá de respetar de manera íntegra las áreas cubiertas de humedales con manglar. Al considerar este tipo de eventos, se sigue manteniendo que el Proyecto tendrá un área de influencia Local.

De manera adicional y tomando en consideración nuevamente la naturaleza del Proyecto, se manifiesta un nuevo límite en su área de influencia, mismo que está dado por la presencia del mar Caribe hacia el costado este. En este sentido, se debe considerar que la actividad primordial del Proyecto es la oferta de un nuevo destino, el cual de manera definitiva no se puede realizar dentro de la zona marina, resultando en este caso que la zona marina sea un límite físico importante para el desarrollo de algunas de las actividades que se propone.

IV.1.4. LÍMITES DE ACUERDO CON EL SISTEMA SOCIOECONÓMICO

En la delimitación del área de influencia del **Proyecto**, también se debe considerar el sistema social.

Con respecto a los requerimientos de mano de obra y maquinaria, es posible la contratación de todo tipo de personal y equipos en las ciudades Playa del Carmen (municipio de Solidaridad) y Tulum (cabecera municipal), por lo que el **Proyecto** no generará procesos migratorios adicionales a los que ya existen en la región; dentro de este ámbito se continúa manifestando un área de influencia local.

Por otra parte, en el único aspecto que el **Proyecto** habrá de tener un área de influencia regional y/o nacional, consiste en el aspecto económico, ya que gran parte de las actividades de planeación, así como algunos de los materiales que se requieren para el establecimiento de la obra es posible que sean adquiridos en localidades distantes como es la ciudad de Cancún, o Mérida (en el vecino estado de Yucatán). Además y en lo referente a los recursos económicos para liquidar el costo de la obra, seguramente se deberá gestionar antes organismos financieros, cuyas casas matrices y de toma de decisiones en muchos de los casos se ubican en el centro de la República, e inclusive y por este concepto, puede haber algún tipo de componente en el ámbito internacional.

IV.1.5. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) DEL PROYECTO.

Tomando en consideración las particularidades del entorno natural donde se habrá de desarrollar el **Proyecto** y con base en sus características, objetivos, metas y alcances, se hace necesario delimitar un **Sistema Ambiental (SA)**. Este se debe entender como una zona donde habrán de interactuar las actividades constructivas con el medio natural y que se extiende más allá de los límites establecidos para el predio de interés.

En este caso, la presencia de un sistema complejo habrá de implicar una gama mucho mayor de posibles impactos ambientales e inclusive la posibilidad de generar aquellos de carácter irreversible con el consecuente deterioro y pérdida irremediable de los recursos naturales. Por lo contrario, si se considera (como es el caso) que existe una continuidad y uniformidad en las características de los ecosistemas, se pueden esperar impactos de mucha menor cuantía y si se considera además que se habrán de aplicar importantes medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental se podrá reducir al mínimo sino es que nula la posibilidad de causar algún desequilibrio ecológico. De esta manera, se garantiza que el Proyecto será compatible con el entorno natural ocasionando el menor impacto posible.

Como apoyo para la delimitación del Sistema Ambiental (SA), se recurrió al uso de imágenes satelitales y sistemas de información geográfica, los cuales permitieron ubicar, delimitar y geoposicionar el área denominada Sistema Ambiental del Proyecto. De esta manera y con base en lo antes mencionado se determinó que dicho Sistema se encuentre integrado por una superficie de 413,772.00 m² (41.4 Ha) que se extiende a hacia los distintos puntos cardinales y dentro de los cuales se mantienen el mismo patrón de vegetación, uso de suelo, así como la existencia de infraestructura carretera y de actividades productivas.

Además, es importante referir que dicha superficie ha quedado ubicada dentro de la misma Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Cn 7, del POET del Corredor Cancún-Tulum, ya que se debe considerar continuidad y uniformidad. En este caso, en las UGAs colindantes, se distribuyen ecosistemas que no existen en el predio como sería la vegetación de selva mediana subperennifolia hacia la UGA Ff₃-9 ubicada al poniente de la Carretera Federal 307.

Por lo anterior, se hace referencia a las situaciones en las cuales el **Proyecto** pudiera llegar a incidir fuera de su poligonal sobre los factores del ambiente; como se describen en la **Tabla IV.2**.

Tabla IV. 2 Criterios para delimitar el Sistema Ambiental del proyecto.

FACTOR	ACCIONES	RESULTADOS	CONSIDERACIONES
Aire	La emisión de contaminantes a la columna de aire proviene de humos, gases, polvos y ruido que pueden ser dispersados por el viento.	En todas las situaciones estará prohibida la quema de desechos. Además, la maquinaria y equipo a emplear estará sujeta a un programa de mantenimiento.	Se espera que la disipación de gases, humos y ruido emitidos por vehículos y maquinaria se realice en un radio menor a los 200 m más allá de la poligonal del predio. Además, se debe considerar que el parque vehicular será muy limitado y se propiciarán emisiones menores a las que ya se generan sobre las Carretera Federal 307 que cuenta con tráfico intenso aun en horas de la noche. Al respecto se tiene registros de un aforo de alrededor de 25 vehículos por minuto; esta

FACTOR	ACCIONES	RESULTADOS	CONSIDERACIONES
			situación nunca será propiciada por el Proyecto.
Agua	La emisión de contaminantes del agua, refiere la generación de residuos sólidos y sanitarios, así como el manejo de combustibles y lubricantes.	Se contará con sanitarios ecológico a razón de 1 por cada 15 trabajadores y se dará el mantenimiento adecuado. Solo la maquinaria que no pueda ser conducida hasta la estación de servicio será alimentada por medios manuales. No se efectuarán reparaciones en el sitio de obra. Se contará con depósitos para desechos rotulados y con tapa.	Se espera que el manejo adecuado de los residuos sólidos y sanitarios se realice dentro de los propios límites del predio de interés.
Suelo	Se requiere despalme, el cual se realizará a una profundidad aproximada de 30 cm, en aquellas zonas en donde sea posible realizarlo	Se deberá efectuar el levantamiento topográfico preciso de las zonas de aprovechamiento.	Se espera que el proceso de despalme se realice únicamente dentro de los propios límites del predio de interés.
Vegetación	Se requiere el desmonte de 10, 837.76 m ² .	Se efectuará el levantamiento topográfico preciso de las zonas de aprovechamiento.	Se espera que el proceso de desmonte se realice únicamente dentro de los propios límites del predio de interés. Y se aplicará un programa de reubicación de especies en norma dentro del mismo predio.
Fauna	Se requiere el desmonte y despalme de 10, 837.76 m ² .	Se ha registrado una relativa baja presencia de especies e individuos en el sitio. Por lo que el grupo de las Aves integra el 60% de los organismos avistados.	Se aplicará un programa de rescate de fauna silvestre y se propiciará que las mismas se desplacen hacia los alrededores del predio de interés. Se considera una radio de 100 m alrededor del inmueble de interés para el alejamiento de la fauna. Si bien las Aves que son el grupo más común, por sus hábitos voladores no se verán comprometidas por el desarrollo del proyecto.
Paisaje	Se requiere el desmonte y despalme de 10, 837.76 m ² .	Se efectuará el levantamiento topográfico preciso de las zonas de aprovechamiento.	Se espera que por el proceso de desmonte y despalme afecte el paisaje natural de selva baja perennifolia y vegetación secundaria. Así como un bajo inundable con <i>Bravaisia tubiflora</i> (julub). No obstante, el proyecto se ubica dentro de la zona urbana de Akumal donde precisamente se está fomentando el componente urbano. Se respetará el COS de 60%. Las actividades se refieren a la propia poligonal del predio de interés.

FACTOR	ACCIONES	RESULTADOS	CONSIDERACIONES
Socio-economía	Se efectuará el levantamiento topográfico preciso de las zonas de aprovechamiento.	El proyecto se ubica en un área de características naturales, sujeta al PDU de centro de población de Akumal y no se generarán fenómenos migratorios.	Este es un factor que se puede extender en el ámbito nacional e internacional, pero sobre el cual no existen ningún tipo de restricciones.

En este caso y como se ha referido, se ha trazado una poligonal definida con base en las similitudes de los ecosistemas inmersos en ella y a la zonificación establecida por un POET, por lo que aplican usos de suelo específicos a su problemática, con criterios ecológicos tendientes al aprovechamiento sustentable del área, así como a la protección y conservación de los recursos naturales existentes. De esta manera, el Sistema Ambiental para el Proyecto se ubica dentro de una poligonal cuyas coordenadas se expresan en la **Tabla IV.3**.



Figura IV. 2. Delimitación del Sistema ambiental.

Tabla IV. 3 Poligonal de Sistema Ambiental asignada al Proyecto

VERTICES	X	Y	VERTICES	X	Y
1	465,426	2'253,333	11	466,308	2'253,200
2	465,966	2'253,060	12	466,340	2'253,257
3	466,031	2'252,980	13	466,339	2'253,293
4	466,198	2'253,054	14	466,341	2'253,389
5	466,206	2'253,067	15	466,332	2'253,428
6	466,206	2'253,084	16	466,253	2'253,513
7	466,203	2'253,093	17	466,226	2'253,556
8	466,234	2'253,112	18	466,177	2'253,527
9	466,264	2'253,114	19	465,661	2'253,759
10	466,273	2'253,155			

IV.1.6. ARGUMENTOS Y CRITERIOS UTILIZADOS PARA SU DELIMITACIÓN

En concordancia con lo anterior, el resumen de los argumentos y criterios que se tomaron en consideración para la delimitación del área de influencia son lo que se mencionan a continuación:

- El predio donde se desea llevar a cabo la construcción del **Proyecto**, se localiza en la franja costera noreste del municipio de Tulum, Quintana Roo.
- De acuerdo al Programa de Gobierno de Quintana Roo 2016-2022, se plantea la necesidad de impulsar el desarrollo de las poblaciones y actividades turísticas del municipio de Tulum y del resto del estado de Quintana Roo, lo cual se asocia a la mejora en la calidad de vida y servicios que se ofertan a los viajeros y habitantes de la entidad.
- Que el crecimiento de las zonas dedicadas a la industria turística en el municipio de Tulum está regido por el POET del Corredor Cancún-Tulum, mismo que contempla que para el predio de interés aplica un uso de suelo propio considerado como prioritario para el desarrollo habitacional.
- Que la actualización del PDU del centro de población Akumal 2007-2032 contempla que para el predio de interés aplica un uso de suelo Habitacional (H4).
- Que el **Proyecto** no requiere de la construcción de vialidades, ya que el inmueble se encuentra rodeado por carreteras y acceso en fase de operación.
- Que el promovente del **Proyecto** manifiesta que el predio con el que cuenta para realizar la edificación de la obra señalada, es el que se acredita en la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular y que cuenta con una superficie total de **23,816.04 m²** (2.38 Ha).
- Que el área donde se habrán de establecer los elementos del **Proyecto** cuenta con una superficie de 10,837.76 m², además de que se cumple con los parámetros urbanos para la zona de interés.
- Que el ambiente dentro de la zona donde se desplantará la obra, comprende un área en donde aún prevalece el desarrollo de la vida natural, por lo la superficie está cubierta de vegetación natural de selva baja perennifolia con *Thrinax radiata* (chit), la vegetación secundaria derivada de

la mismas y el bajo con *Bravaisia tubiflora* (julub). Además de que no se afectará ningún espacio donde prevalezcan humedales con manglar, el 17%.

- Que la zona se encuentra ubicada fuera del área de influencia de las Áreas Naturales Protegidas que han sido decretadas por la SEMARNAT y por el Gobierno del estado de Quintana Roo.
- Que se requiere fomentar la dotación de infraestructura y servicios dentro del municipio de Tulum, para la consolidación de las actividades productivas en el estado de Quintana Roo.

IV.2. MEDIO FÍSICO

IV.2.1. CLIMA Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS.

IV.2.1.1. UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA

El registro de los parámetros atmosféricos que permiten definir el tipo climático predominante en la región donde se llevará a cabo el **Proyecto**, se llevan cabo por la Estación Meteorológica Tulum (23025), misma que es administrada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y se localiza precisamente en la ciudad de Tulum y a 23 km al sur del predio de interés. Además, dicha Estación cuenta con 64 años de observaciones, ya que inició sus actividades desde 1951 y ha operado de manera ininterrumpida hasta la fecha¹.

Por otra parte, la validez de los datos se basa en su ubicación geográfica ya que sus registros refieren las condiciones climáticas que imperan en la isoyeta de los 1,200 mm y la isoterma de los 26 °C, dentro de las cuales se localiza la zona de interés (**Figura IV.3**)².

Por ello al aplicar los registros de temperatura y precipitación de esta Estación Meteorológica al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por García (1978), se tiene que en la zona predomina el tipo climático Ax'(w₁)iw'', **Figura IV.3**. Este es correspondiente a un clima cálido subhúmedo, intermedio con lluvias uniformemente repartidas y tendencia a que sea de verano y alto porcentaje de lluvia de invierno y canícula, manifiesta una precipitación promedio anual entre los 1,100 y 1,200 mm; la temperatura media anual es de 26 °C. Además, y de manera específica, el comportamiento anual de los parámetros atmosféricos registrados para Tulum se muestra en la **Figura IV.3**.

¹ http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75

² http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/citla/07_tipos_climas_modificado_por_e_garcia.pdf

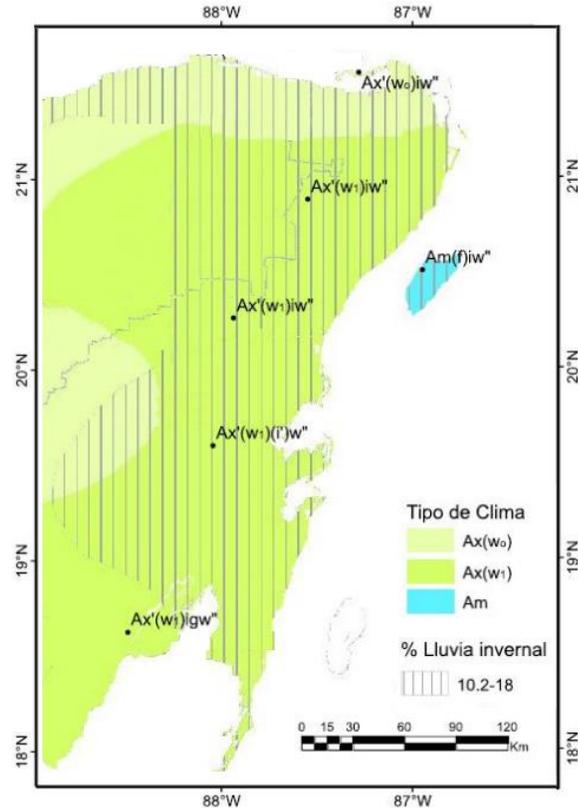


Figura IV. 3 Distribución de los tipos climáticos en Quintana Roo.

El tipo climático referido presenta un régimen pluvial donde el mes más lluvioso se manifiesta en la mitad caliente del año (de abril a septiembre), mientras que la cantidad de lluvia recibida en ese mes es 10 o más veces mayor a la del mes más seco.

IV.2.1.2. TEMPERATURA PROMEDIO

De 1951 a la fecha, la Estación Meteorológica de Tulum ha registrado los valores de temperatura promedio mensual que se muestran en la **Tabla IV.4**. Por lo que de acuerdo con los valores se tiene que para la región el mes más frío corresponde a enero con 23.5 °C; mientras que junio es el más cálido por lo que se alcanzan los 27.2 °C. La oscilación térmica anual (diferencia en temperatura entre el mes más frío y el mes más caliente) es de 3.7, valor que indica un clima isotermal, es decir, en la zona los cambios en la temperatura promedio mensual son mínimos y no significativos. Adicionalmente, se reporta una temperatura promedio anual de 25.7 °C.

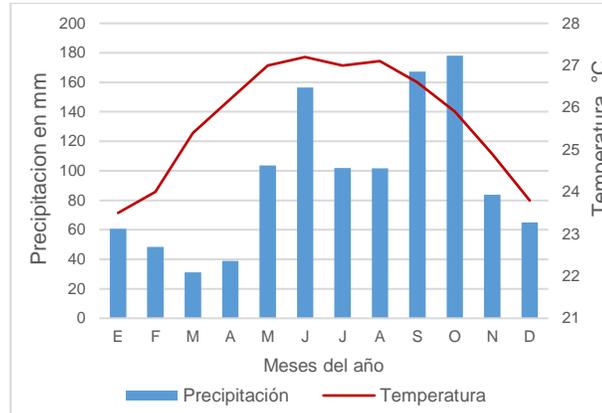


Figura IV. 4. Climograma para la Estación Meteorológica de Tulum, Quintana Roo.

IV.2.1.3. PRECIPITACIÓN

Los datos de precipitación registrados por la Estación Meteorológica de Tulum se presentan en la **Tabla IV.4**. De esta forma, en la región se manifiesta una precipitación promedio anual que alcanza los 1,136.8 mm. Asimismo, se registra a marzo como el mes más seco con 31.2 mm; mientras que octubre es el mes más lluvioso con 178.1 mm. El índice de Lang (relación que existe entre la precipitación total anual y la temperatura media anual) es de 44.2, lo cual indica un grado de humedad intermedio entre los climas Ax'(w) presentes en Quintana Roo.

Tabla IV. 4. Registros de temperatura en la estación Meteorológica de Tulum.

MESES	TEMPERATURA	PRECIPITACIÓN
Enero	23.5	60.7
Febrero	24.0	48.3
Marzo	25.4	31.2
Abril	26.2	38.8
Mayo	27.0	103.6
Junio	27.2	156.5
Julio	27.0	102.0
Agosto	27.1	101.7
Septiembre	26.6	167.2
Octubre	25.9	178.1
Noviembre	24.9	83.7
Diciembre	23.8	65.0
Promedio anual	25.7	1,136.8

IV.2.1.4. BALANCE HÍDRICO

De acuerdo con los valores reportados por la Estación Meteorológica de Tulum se ha realizado el balance hídrico de la región. De esta forma, en la **Figura IV.5** se puede apreciar que durante los meses de primavera y parte del verano existen valores de evaporación mucho más altos (con un promedio de 137.3 mm), que los que se captan por medio de la precipitación pluvial, lo cual es ocasionado por las altas temperaturas que se presentan en la zona.

Para el final del verano y principio del otoño, que es cuando las lluvias se hacen manifiestas en la región, se compensan de manera significativa los volúmenes de humedad perdidos por evaporación (un promedio de 188.0 mm), siendo ésta una contribución importante para la recarga del acuífero.

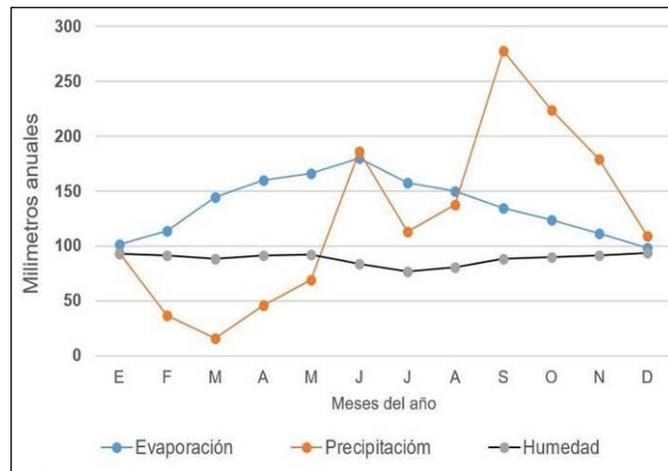


Figura IV. 5. Valores de evaporación, humedad y humedad relativa para la ciudad de Tulum Quintana Roo.

IV.2.1.5 FRECUENCIA DE HELADAS, NEVADAS, TORMENTAS TROPICALES Y HURACANES, ENTRE OTROS EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS.

a) Heladas y Nevadas.

En la región no se presentan heladas o nevadas.

b) Tormentas tropicales y huracanes.

La zona donde se localiza el predio de interés, así como el resto del estado de Quintana Roo, se encuentran ubicados dentro de la denominada Zona Intertropical de Convergencia; la cual es una franja larga y estrecha del océano situada en las proximidades del Ecuador. En esta zona, año con año y desde mayo hasta noviembre, los rayos solares tienen una incidencia en forma perpendicular provocando elevaciones significativas de la temperatura y por consecuencia calentamiento de las aguas marinas. En esta época, también se manifiestan los vientos alisios que, aunados a las condiciones anteriores propician la formación de fenómenos ciclónicos. Estos meteoros, por los volúmenes de agua y velocidades de viento que logran acumular, son considerados intemperismos severos.

Los ciclones, además de propiciar cambios significativos en el paisaje de los sitios por donde pasan, aceleran el equilibrio hídrico del manto freático debido a los grandes volúmenes de agua que acarrear consigo. Los meteoros que arriban a las costas de Quintana Roo, tienen su formación en dos de las cuatro matrices reportadas como causantes de alteraciones por estos fenómenos en la República Mexicana (**Figura IV.6**).

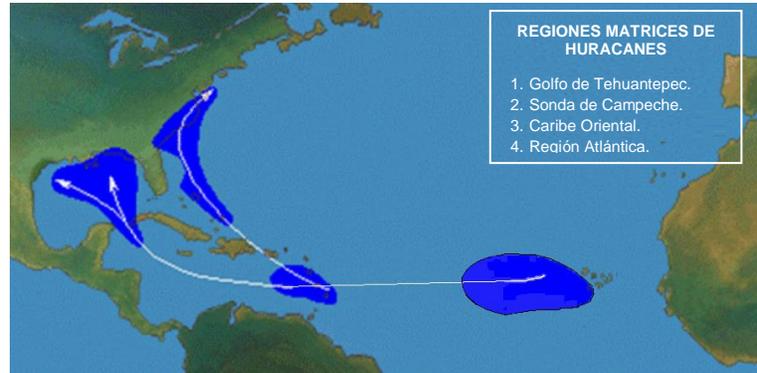


Figura IV. 6. Matriz de distribución de trayectorias de huracanes en México³.

La primera se sitúa en el mar Caribe, frente a las costas de Venezuela y Trinidad. Los fenómenos ahí formados tienen un desplazamiento hacia el Noroeste, sobre el mar Caribe, atravesando América Central y las Antillas Mayores, para luego dirigirse al norte hasta las costas de la Florida, EE.UU., durante su recorrido por las Antillas pueden llegar a afectar la línea costera de Quintana Roo. Esta afectación puede ser de manera directa o indirecta según sus dimensiones en diámetro y la dirección en longitud y latitud que tengan.

La segunda matriz se localiza frente de las Antillas Menores en el Caribe Oriental hasta el océano Atlántico tropical, específicamente por el área de Cabo Verde frente a las costas del continente africano. Los ciclones formados en esta zona tienen un rumbo general hacia el Oeste, cruzando entre las Islas de las Antillas de sotavento y barlovento, para encaminarse hacia la Península de Yucatán, y luego continuar al Golfo de México, afectando los estados de Veracruz y Tamaulipas, en México y Texas, EE.UU. Estos fenómenos, al igual que los formados en la primera matriz, cuando se dirigen hacia la península de Yucatán; afectan a su paso al estado de Quintana Roo.

De acuerdo a la velocidad del viento que logren alcanzar, pueden evolucionar hasta tres niveles: depresión tropical, tormenta tropical y huracán. En esta última categoría se considera a los fenómenos que son realmente desastrosos, su intensidad se mide conforme a la escala de Saffir-Simpson, misma que se basa en la velocidad del viento y la altura de las mareas de tempestad que levanta. Según esta escala se registran hasta 5 niveles de intensidad, cuyas características se anotan en la **Tabla IV.5**.

Tabla IV. 5. Escala de huracanes de Saffir-Simpson (ESSH).

No.	VIENTOS	MAREA DE TEMPESTAD ENCIMA DE LO NORMAL	ESTIMACIÓN DE LOS POSIBLES DAÑOS
ESSH	Km/h	m	MATERIALES E INUNDACIONES
1	119 - 153	1.5	Ningún daño a edificios, daños sobre todo a casas rodantes, muelles, arbustos y árboles. Algunas inundaciones de carreteras costeras.
2	154 - 177	2 - 2.5	Provoca algunos daños en los tejados, puertas y ventanas de los edificios. Daños considerables a la vegetación, casas rodantes y muelles. Las carreteras se inundan a dos a cuatro horas antes de la entrada del centro del huracán. Las lanchas pequeñas en fondeaderos sin protección rompen amarras.

³ <https://www.tiempo.com/ram/355472/meses-mas-activos-temporada-huracanes-atlantico/>

NO.	VIENTOS	MAREA DE TEMPESTAD ENCIMA DE LO NORMAL	ESTIMACIÓN DE LOS POSIBLES DAÑOS
ESSH	Km/h	m	MATERIALES E INUNDACIONES
3	178 - 209	2.6 - 3.7	Provoca algunos cambios estructurales a pequeñas residencias y construcciones, con pequeñas fisuras en muros de revestimiento y destrucción de casas rodantes. Inundaciones cerca de la costa destruyen las estructuras más pequeñas y los escomeros flotantes dañan a los mayores. Los terrenos planos abajo de 1.5 m, pueden resultar inundados hasta 13 Km de la costa.
4	210 - 149	4.5 - 5	Provoca fisuras más generalizadas en los muros de revestimiento con derrumbe completo de toda la estructura del techo en las residencias pequeñas. Erosión de las playas. Graves daños en los pisos bajos de las estructuras cercanas a la costa. Inundaciones en los terrenos planos en zonas de hasta 3 msnm, situados hasta cerca de 10 Km de la costa.
5	> 250	> 5.5	Derrumbe total de los techos de muchas residencias y edificios industriales. Se desmoronan algunos edificios por completo y el viento se lleva las construcciones auxiliares pequeñas. Daños graves en los pisos bajos de las estructuras situadas a menos de 4.6 m por encima del nivel del mar y a una distancia de 460 m de la costa.

Fuente: Servicio Meteorológico de Cozumel, Estación Cozumel 1990.

Para la zona costera donde se localiza el predio de interés, se han presentado un gran número de estos eventos. Los más importantes son los que se enlistan en la **Tabla IV.6**. Esta información contiene fecha de arribo a la zona, tipo de ciclón y velocidad máxima alcanzada al momento de afectar o pasar cerca de las costas de Quintana Roo.

Tabla IV. 6. Fenómenos ciclónicos más recientes que han afectado al estado de Quintana Roo.

AÑO	ORIGEN	NOMBRE	CATEGORÍA	LUGAR DE ENTRADA A TIERRA	PERIODO	VIENTOS (Km/hr)
2017	Mar Caribe	Franklin	Tormenta tropical	Pulticub	8 Ago	95
2012	Mar Caribe	Ernesto	Huracán 1	Bahía del Espiritu Santo	7 Ago	140
2011	Mar Caribe	Rina	Tormenta tropical	Norte de Tulum	28 Oct	70
2010	Mar Caribe	Karl	Tormenta tropical	Mahahual	15 sept	75
2009	Mar Caribe	Ida	Huracán 2	Canal de Yucatán	10 Nov	160
2008	Atlántico	Dolly	Tormenta tropical	Norte de Cancún	21 Jul	85
2007	Mar Caribe	Dean	Huracán 5	Mahahual	20-21 Ago	250
2005	Mar Caribe	Wilma	Huracán 5	Cozumel	21-24 Oct	250
2005	Mar Caribe	Stan	Tormenta tropical	Bahía de la Ascensión	2-3 Oct	75
2005	Atlántico	Emily	Huracán 3	Xpu-Ha	24-26 Jul	235

c) Nortes.

En la zona de interés, también año con año, durante los meses de noviembre a febrero, descienden desde Norteamérica frentes fríos de tipo anticiclónico, conocidos comúnmente como *Nortes*. Al considerar la magnitud de sus características de temperatura, precipitación pluvial y dirección de sus vientos, los *Nortes* no representan un fenómeno natural que produzca alguna alteración significativa del paisaje por donde pasen, razón por la cual se les denomina intemperismos no severos (**Figura IV.7**).

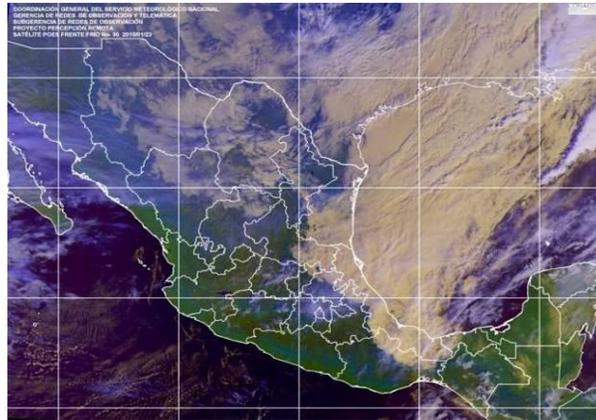


Figura IV. 7. Los frentes fríos y su influencia en el clima en la Península de Yucatán.

No obstante, su arribo a la zona se manifiesta por medio de la formación de masas húmedas y frías provenientes de la región polar del continente y el norte del océano Atlántico. De esta forma, en la época invernal en que se manifiestan los días despejados pueden reducirse hasta un 50%, debido a que estos frentes fríos arrastran tras de sí grandes extensiones de nubosidad y precipitación y se llega a reducir la temperatura promedio mensual hasta en uno o dos grados. Además, estas corrientes alcanzan una velocidad promedio de 5.5 m/seg y manifiestan un desplazamiento hacia el Sudeste, hasta que son disipados por la predominancia de condiciones cálidas en las cercanías del Ecuador.

IV.2.2. GEOLOGÍA.

IV.2.2.1. FISIOGRAFÍA.

De acuerdo al Estudio Hidrológico (INEGI, 2002), el estado de Quintana Roo queda ubicado en la provincia fisiográfica Número XI denominada Península de Yucatán, misma que a su vez se divide en tres subprovincias:

- Carso y Lomeríos de Campeche
- Carso Yucateco
- Costa Baja de Quintana Roo.

La subprovincia Carso Yucateco, cubre una mayor extensión de superficie del Estado llegando hasta la costa norte de la entidad, en donde se ubica el predio de interés, desde el punto de vista fisiográfico se trata de una planicie calcárea modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestada por la presencia de rasgos de disolución. Durante el cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas así como la acumulación de abundantes depósitos de litoral, litificación de depósitos eólicos y por la formación de playas y dunas arenosas⁴.

⁴ <https://proteccionforestal.files.wordpress.com/.../anexo-4-provincias-y-subprovincias->

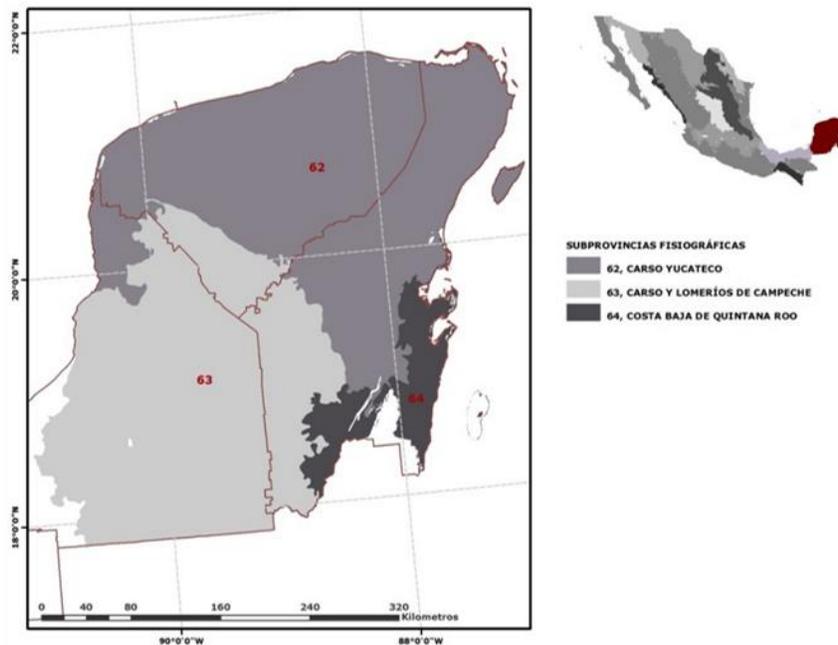


Figura IV. 8. Distribución de la provincia Carso Yucateco en relación al inmueble de interés.

Esta subprovincia se distingue por su topografía cárstica, la cual presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones (localmente denominadas cenotes) y en algunas de las cuales se asoma la superficie freática. Casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial, generalmente es una llanura con piso rocoso segmentado y salino con presencia de playas y duna costera.

IV.2.2.2. TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE MEDIA.

La subprovincia Carso yucateco presenta una composición geológica más o menos homogénea en toda su extensión y está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana, cuyas mayores alturas alcanzan cerca de los 300 msnm y que se ubican hacia el centro-sur de la Península (en las inmediaciones del límite con Campeche (alrededor de la región de Zohlaguna, Camp) y hacia la parte suroeste del estado de Quintana Roo, desde la cual se desprende con dirección aproximada norte-sur abarcando una extensión considerable. Estas elevaciones no pueden conceptualizarse como una sierra o algo parecido, ya que tanto en su parte interior más alta como en sus porciones laterales la superficie del suelo es relativamente plana, casi tanto como en las planicies del norte de la península y que va decreciendo hacia el norte y este hasta llegar al nivel del mar en las costas.

El paso de las partes altas de la región anterior a las bajas situadas al este de Quintana Roo, se realiza por una serie de escalones bruscos, que corresponden a las líneas de fallas, mostrando las características de una meseta baja tectónica (horst), que se extiende hacia el sur y dentro de las planicies del Petén en Guatemala.

Hacia el noroeste de la Entidad el terreno desciende con una ligera pendiente hacia el oriente, presenta alturas máximas de 22 msnm en su parte suroeste. En general, se muestra un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones, característico de la carsticidad de la roca caliza que lo conforma, representando desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones

en donde se acumulan arcillas de descalcificación, en algunas de las cuales asoma la superficie freática (localmente denominados cenotes), presenta también áreas inundables, localizándose las más extensas de ellas en la porción norte del estado.

Con referencia la zona precisa de interés, se debe referir que el perfil topográfico está formado a través de una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, con una ligera pendiente descendente hacia el oriente hasta alcanza el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; conformando elevaciones máximas de 5 msnm. Por lo antes expuesto y en concordancia con lo referido por el INE-SEMARNAT (2007), **la zona de estudio y el territorio municipal de Tulum se define como una llanura plana, por lo que se mantiene una pendiente media entre los 0 y 2.5%**, la cual se considera como poco significativa.

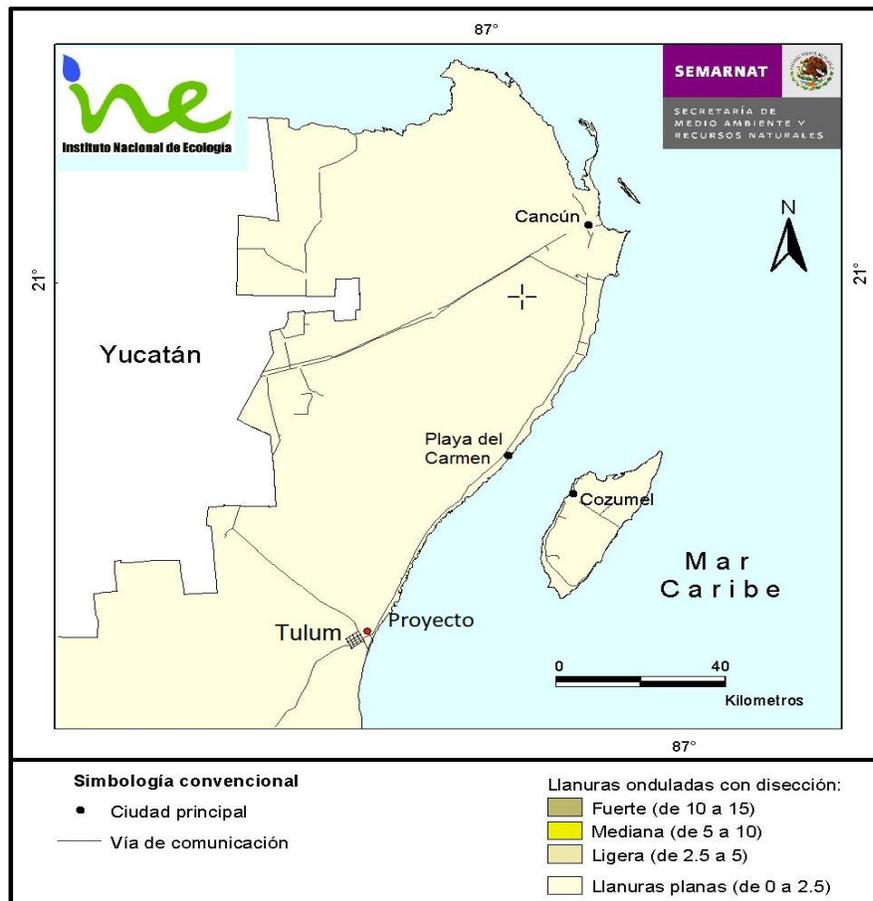


Figura IV. 9. La zona de Tulum que se ubica dentro de una llanura plana y con pendientes de 0 a 2.5%.

Asimismo, es característico para esta zona que la roca calcárea se vaya alternando en mayor o menor frecuencia con pequeñas hondonadas, lo que da lugar a una constante alternancia de caliza y diferentes tipos de suelos en los puntos más bajos. La peculiaridad de estas formaciones se debe a la carsticidad, así como a particularidades ligadas a la falta de verdaderos ríos, además de que existe formación de cavernas y conductos subterráneos.

IV.2.2.3. RELIEVE

Dentro del municipio de Tulum, el relieve presenta alturas máximas de 22 msnm, las cuales vienen descendiendo hacia el oriente hasta alcanzar los 0 msnm en el litoral con el mar Caribe a través de una ligera y pendiente; por ello por toda la zona se muestra un relieve ondulado en el que se alternan pequeñas crestas y depresiones, mismas que son características de la carsticidad de la roca caliza que lo conforma, representadas como oquedades minúsculas hasta grandes depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, en algunas de las cuales asoma la superficie freática (cenotes), presenta también áreas inundables, localizándose las más extensas de ellas en la porción norte del estado. De esta manera, el relieve ha sido definido como tipo llanura de acuerdo con el INEGI (2005).

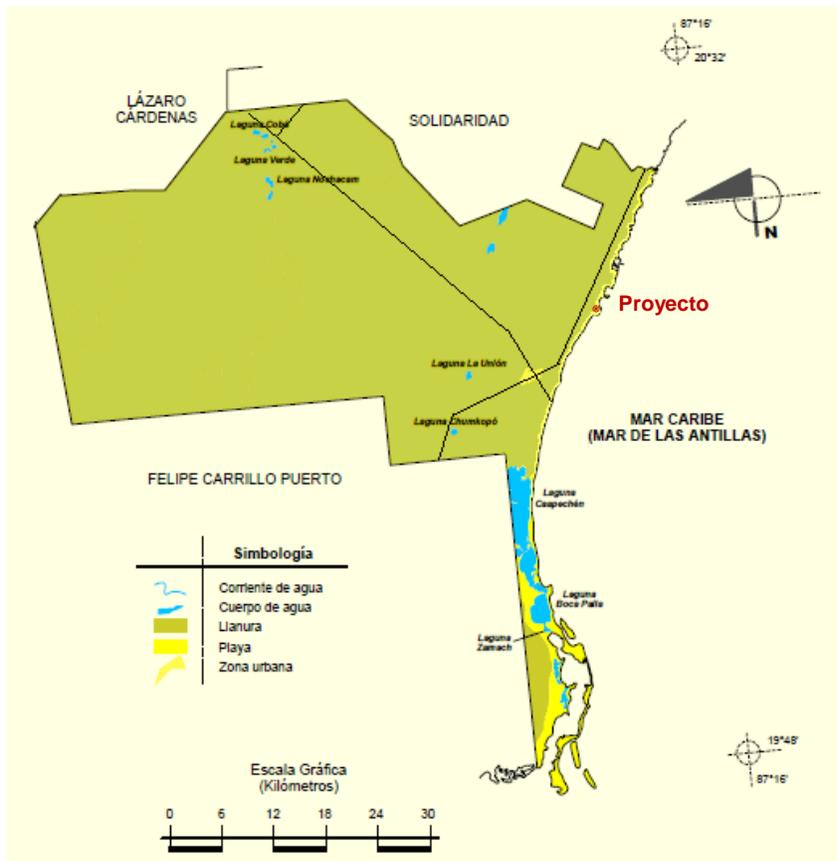


Figura IV. 10. En el municipio de Tulum predomina la llanura como tipo de relieve predominante.

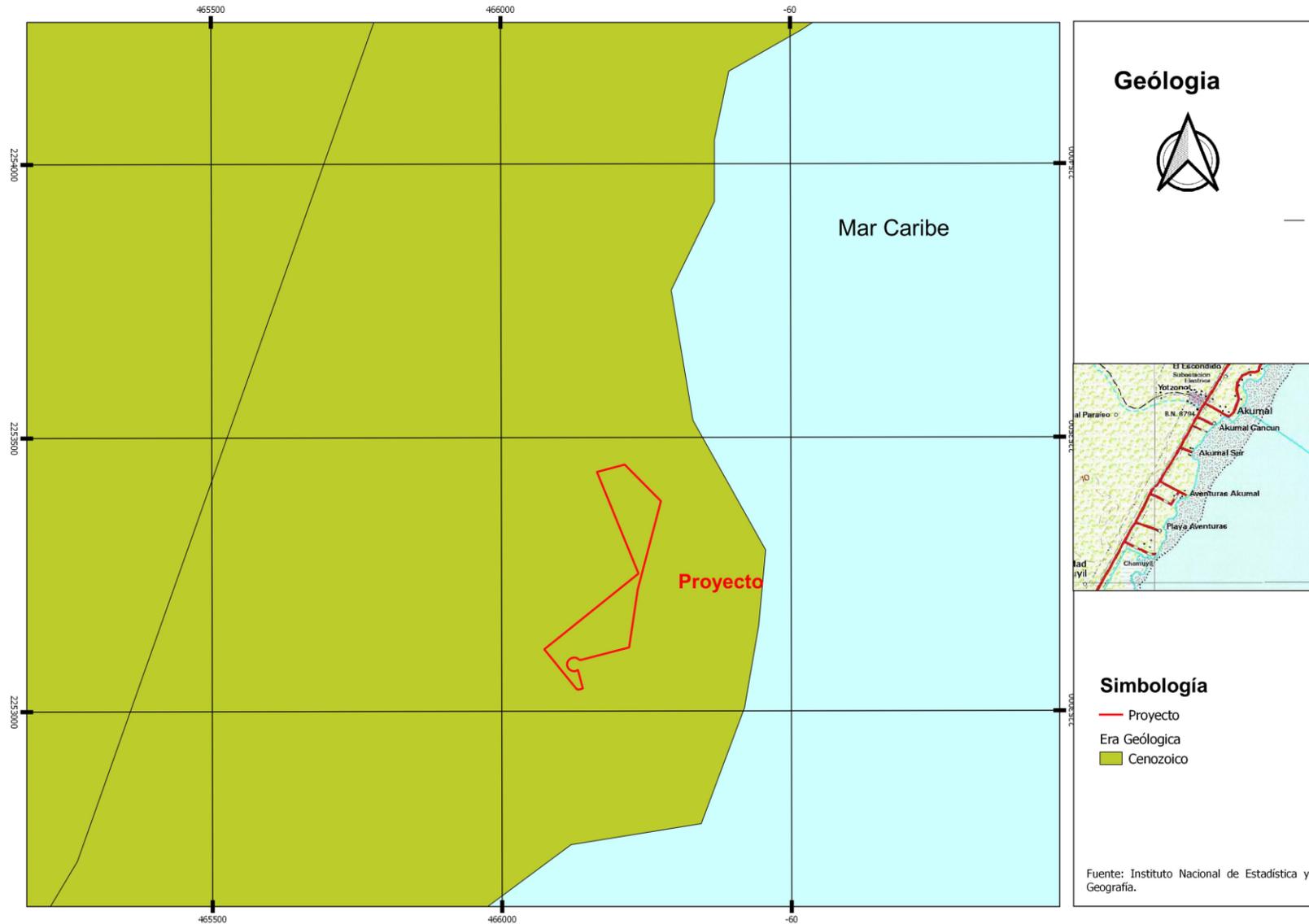


Figura IV. 11. Distribución de los estratos geológicos.

IV.2.2.4. GEOLOGÍA

El marco geológico de Quintana Roo está formado por rocas sedimentarias que fueron originadas en los periodos Terciario y Cuaternario, en los últimos 66 millones de años. Las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas, de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yeso; datan del Paleoceno al Eoceno (66-52 millones de años), y afloran en la porción sur del estado, presentando espesores de varios cientos de metros. Sobre estas rocas y aflorando en la parte centro occidental de la entidad, se encuentran calizas fosilíferas del Eoceno Medio (52-43 millones de años), cuyo espesor promedio es de hasta 185 m (**Figura IV.11**).

La porción norte del Estado, en donde se ubica la Riviera Maya (zona del Proyecto) las capas geológicas superiores sobreyacen a calizas fosilíferas del Eoceno Medio (52-43 millones de años) y sedimentos de tipo arcillosos y depósitos evaporíticos que rellenaron depresiones existentes durante el Terciario Superior y el Cuaternario (en los últimos 23 millones de años). En el área de estudio afloran rocas calcáreas coronadas por una capa discontinua de caliza compacta (caliche), además de que los rasgos estructurales principales consisten en depresiones cársticas sobre ejes de fracturamiento con orientaciones NE-SW y SW-NE.

IV.2.2.5. LITOLOGÍA

La constitución geológica del norte del Estado de Quintana Roo, es de tipo calcáreo y de relativamente, reciente emersión, con elevado contenido de rocas sedimentarias marinas calizas, con abundante pedacería y fragmentos diminutos de conchas, coral y arena gruesa de origen biogénico. En lo que se refiere a las rocas que se ubican en el área del Proyecto, éstas corresponden a tres tipos fundamentales:

1. Rocas con superficie kárstica. Estas son rocas de forma más o menos esférica y con gran número de entrantes y salientes, que dan la impresión de ser un material modelado y presionado con los dedos; la cubierta exterior es de color gris claro a oscuro; en el interior se aprecian inclusiones de color rojo, amarillo o crema, no presentan incrustaciones de conchas.
2. Rocas calcáreas. Éstas presentan una cubierta exterior negra o gris y su interior de color blanco, con pequeñas incrustaciones blancas, rojas o amarillentas, en forma anular o tubular, contienen inclusiones de conchas fósiles.
3. El sahkab. Ésta es una roca calcárea de origen sedimentario formada por concentración de soluciones. Posee pequeñas cantidades de óxidos e hidróxidos de hierro, arcilla y feldspatos. El contenido de carbonato de calcio es muy alto (> 90%). El sascab es probable que se haya formado en aguas marinas, poco profundas y cercanas al litoral, quizás en verdaderas lagunas costeras con comunicación temporal al mar (Robles Ramos 1958).

IV.2.2.6. SISTEMA DE FALLAS

De acuerdo con la Carta geológica Cozumel clave F-16-11, la zona donde se habrá de desplantar el **Proyecto** dentro de la zona urbana de la ciudad de Akumal no se distribuye ningún sistema de fallas geológicas.

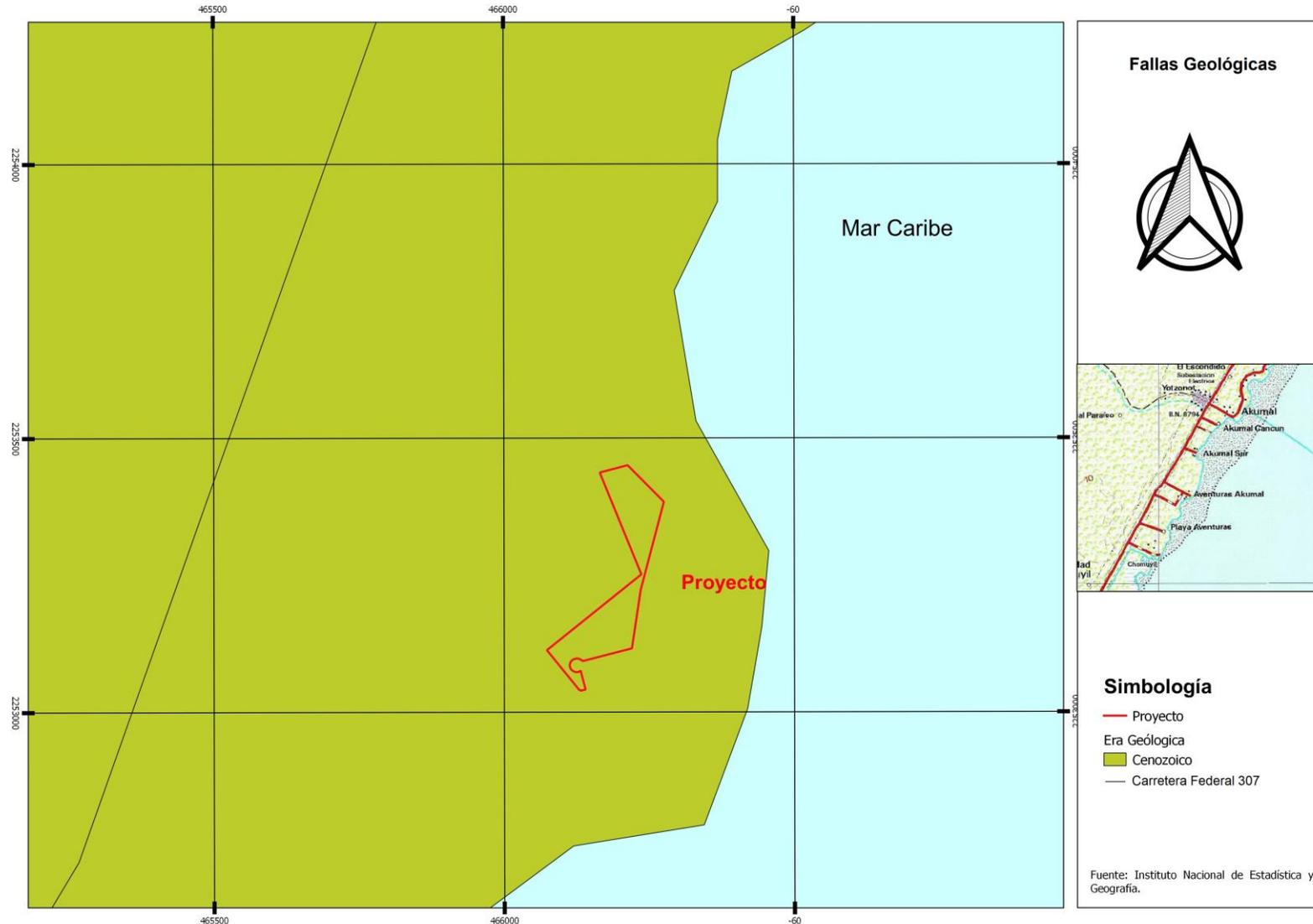


Figura IV. 12. En la región no se registran ningún tipo de falla de los estratos geológicos.

IV.2.2.7. Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.

a) *Sismicidad:*

De manera general, toda la Península de Yucatán se encuentra clasificada como perteneciente a la Zona 0, la cual corresponde a la más baja de las zonas sísmicas de la República Mexicana. No obstante, en esta área se han registrado temblores con intensidades de 4 a 7 grados según la escala de Mercalli. De acuerdo a los registros, éstos presentan una recurrencia poco significativa de 108 años. Por esta razón, se considera que en la zona no se presentan movimientos tectónicos de significancia y que pudieran afectar en alguna medida las actividades del proyecto que se propone (**Figura IV.13**).

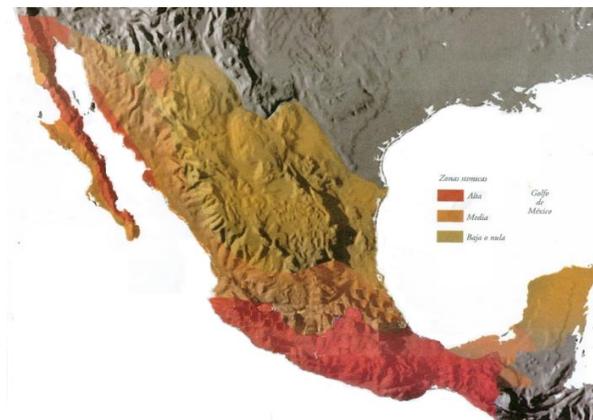


Figura IV. 13. Mapa de regionalización sísmica de la República Mexicana.

a) *Deslizamientos:*

Confirmando las características geológicas de la región, el sustrato en el predio de interés, se caracteriza por presentar grandes formaciones rocosas de carácter sedimentario. Por lo que se considera que éstas presentan una consistencia firme y rígida. Además de que la topografía es sensiblemente plana a ligeramente inclinada, situación por la cual se descarta la posibilidad de algún fenómeno de deslizamientos de roca o suelo.

b) *Derrumbes:*

A pesar de la naturaleza kárstica de los mantos rocosos que predominan en las capas profundas del subsuelo del área de interés, en la región no se cuenta con registros recientes de que este fenómeno se pueda presentar.

IV.2.3. SUELO.

IV.2.3.1. TIPOS DE SUELO EN EL PREDIO DEL PROYECTO Y SU ÁREA DE INFLUENCIA.

Las características de los suelos están determinadas por la interacción de los principales factores de formación; como son: la roca madre, el clima, los organismos, topografía y tiempo. De esta manera, el suelo es originado por el depósito de materiales (detritus), es decir, por la acumulación sobre la superficie mineral de restos orgánicos o humus asociado, así como por la mínima disolución y meteorización de las rocas calcáreas subyacentes.

En este sentido, en la zona del Proyecto los suelos son correspondientes a las distintas capas geológicas que se distribuyen en la región, misma que corresponden con una porción de tierra firme, alejada del mar Caribe y con vegetación de selva mediana subperennifolia y sus diversas variaciones, éstos son de tipo más evolucionado aunque manifiestan un carácter pedregoso y rocoso, con suelo escaso alojado en las pequeñas depresiones y fisuras de la roca y debajo de las mismas. En la **Figura IV.15** se muestra la distribución del suelo en la zona del **Proyecto**.

- **Gleysol (GL).**

Son suelos minerales húmedos característicos de las depresiones de las regiones con climas húmedos; son pantanosos o inundados a menos de 50 cm de profundidad la mayor parte del año, debido al ambiente reductivo, los horizontes superficiales desarrollan coloraciones grises, azulosas o verdosas y formaciones de hierro de color café rojizo alrededor de las raíces.



Figura IV. 14. Suelos gelysol integrados por materiales no consolidados.

Este tipo de suelo se forman a partir de materiales no consolidados, con exclusión de los materiales de textura gruesa (excepto si hay presencia de un horizonte H (hístico) y de los depósitos aluviales que presentan propiedades flúvicas; muestran moteados, propiedades gléicas y efectos de la reducción dentro de los primeros 50 cm de profundidad; estos suelos se encuentran distribuidos principalmente en las partes bajas de las planicies, en depresiones o bajos con pendientes menores al 1%. Estos suelos se localizan con vegetación de tular, selvas bajas inundables, sabanas, tasistales y tintales.

- **Regosol (Rc).**

Son suelos poco desarrollados, relativamente recientes, están constituidos por material suelto, por lo que generalmente semejan a la roca de la cual se forman. Se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas. Generalmente tienen un horizonte A ócrico o úmbrico y un porcentaje variable de saturación de bases. Son suelos de topografía bastante homogénea, sin mayores declives por tanto poco erosionables. En estos suelos se desarrolla el matorral costero (**Figura IV 15**).

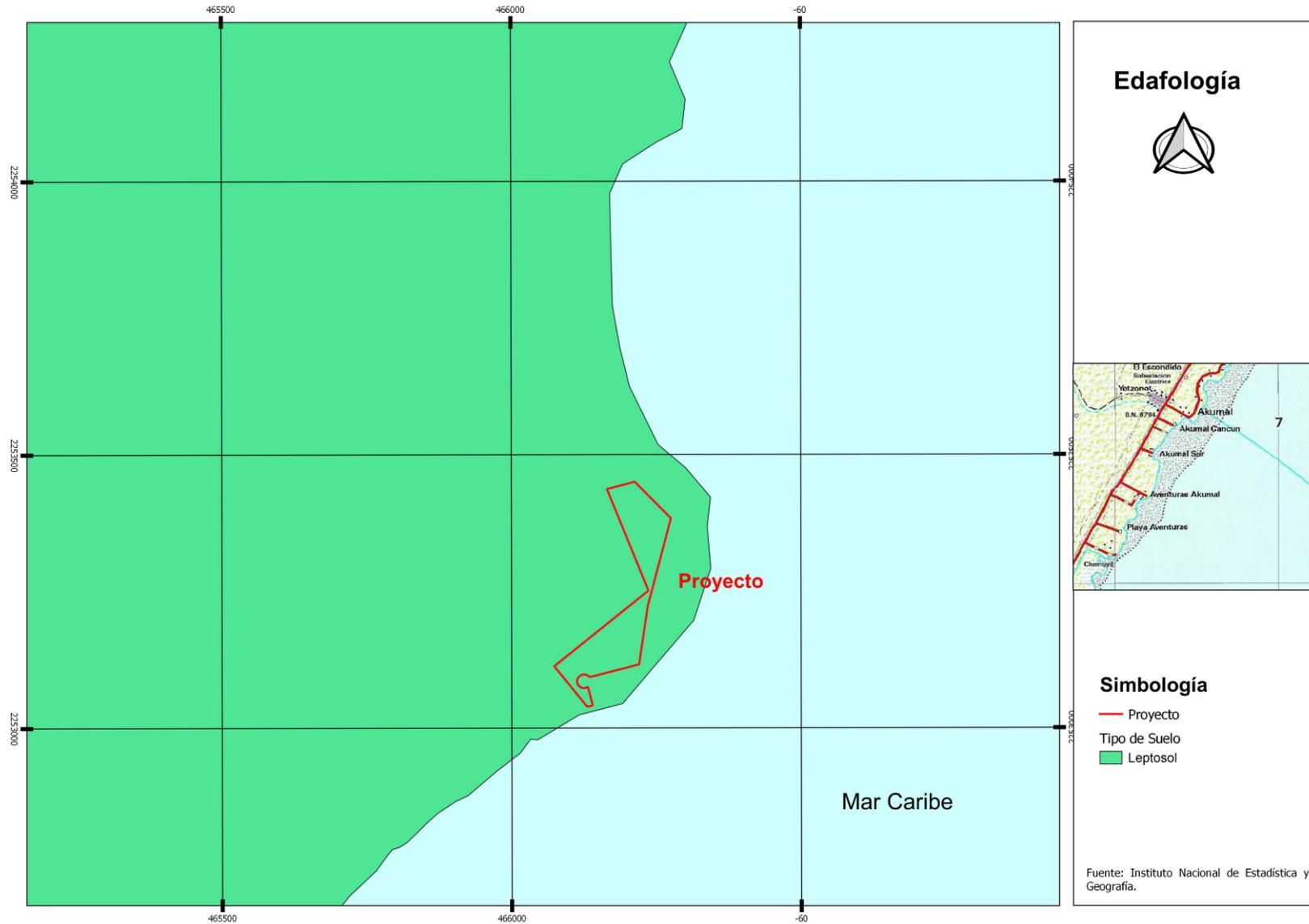


Figura IV. 15 Distribución de los tipos de suelo.



Figura IV. 16. Suelos Regosol integrados por materiales de arrastre y propios del litoral.

- **Leptosoles**

Para el predio de interés en lo general, se observa un suelo uniforme en cuanto a profundidad, color, textura y estructura. Es por ello que considerando la información de INEGI (1984), en la zona de referencia predomina el tipo Leptosol lítico con incrustaciones de Leptosol réndzico (suelos equivalentes a Litosol-Rendzinas) con clase textural fina y con una predominancia de arcillas (LPk+LPq/3). De ahí, que se le considere apto para el crecimiento y desarrollo de vegetación natural, como es la selva mediana subperennifolia o aquella derivada de ésta. Las características más relevantes se describen a continuación:

a) *Leptosol lítico*. Consisten en suelos someros que alcanzan una profundidad de 0 a 15 cm, cuentan con un drenaje superficial eficiente, pueden estar ubicados en pequeños montículos y elevaciones que se han formado de material producto del intemperismo *in situ* de las rocas calizas. La pendiente varía del 1 al 5 %. El perfil representativo de este tipo de suelos presenta típicamente en la capa superficial una textura franco arcillosa-arenosa, de color negro cafésaceo a gris cafésaceo; en algunas partes se encuentra la roca aflorante.

El suelo existente generalmente está depositado entre las rocas, piedras y bajo las mismas. A los 15 cm se encuentra la roca dura coherente y continua con algunas fisuras. El alto contenido de materia orgánica es otra de sus características, así como el de mantener mayor humedad en periodos cortos de tiempo; el tipo de roca es aquel que absorbe humedad rápidamente y luego la pierde poco a poco, ya que las raíces están en contacto con la roca en sus fisuras y oquedades.

Además, este tipo de suelo presenta otras características una estructura de bloques subangulares de tamaño fino, poseen una alta porosidad y debido a su origen vegetal retienen cantidades importantes de agua propiciando la vida de una vegetación exuberante. Además de que no se consideran aptos para el desarrollo de actividades agrícolas. Asimismo, se denominan como Tzekel de acuerdo con la clasificación maya.

b) *Leptosol réndzico*. Estos suelos se han originado del intemperismo de las rocas calizas, son de formación *in-situ* y sus principales características son: profundidad de 10 a 45 cm, son de color negro rojizo a negro cafésaceo; textura franco arcillosa a franco arcillosa arenosa con abundantes gravas y gravillas; así como frecuentes piedras (7 a 30 cm de diámetro) de naturaleza caliza; tanto en la superficie como en el perfil, estructura granular, permeables, los excedentes de agua de lluvia escurren a las partes bajas adyacentes y a la laguna. Estos suelos son erosionables por la

posición que ocupan, así como por las características del relieve, sobre todo si este último es muy pronunciado.

IV.2.4. HIDROGRAFÍA.

IV.2.4.1. REGIÓN HIDROLÓGICA

Como se ha referido, el área de interés se ubica en la Región Hidrológico Administrativa No. XII denominada Península de Yucatán, la cual ha sido definida por la Comisión Nacional del Agua en publicación en el Diario Oficial de la Federación en mayo de 1998. En esta región no aparecen montañas, grandes elevaciones de terreno y no existen escurrimientos superficiales de importancia; por lo que se describe como una superficie plana y de baja altitud. La porosidad del suelo no mantiene con facilidad el agua en la superficie y solo la filtra hasta llegar al manto freático, lo cual crea corrientes subterráneas que desgastan los muros de piedra caliza en las cavernas y al desplomarse dan origen a los cenotes. Las aguas subterráneas forman un solo cuerpo de agua al que se denomina "Acuífero de Yucatán". Para la región la precipitación pluvial es la principal fuente de agua dulce para todos los usos.

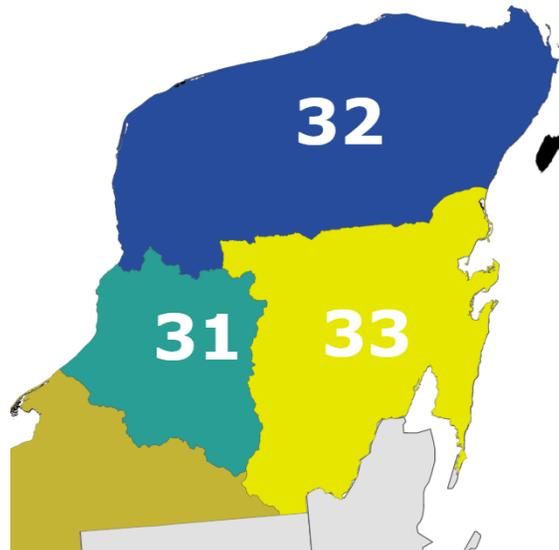


Figura IV. 17. Distribución de las Regiones Hidrológicas en que se subdivide la Península de Yucatán.

En un sentido estricto y en lo que corresponde a la porción norte de la Península, se debe referir que no existen ríos ni corrientes fluviales, presentándose éstas, hacia la porción centro-sur y que comienzan a manifestarse a la altura del límite fronterizo con el vecino país de Belice. De esta manera, las fuentes de aguas disponibles en la zona corresponden con lagunas, aguadas y cenotes (que se abastecen a través de las corrientes subterráneas) y, desde luego, la capa freática.

Dada la superficie que integra la Península ha sido subdividida en 3 Regiones Hidrológicas definidas bajo las claves RH-31, RH-32 y RH-33. De acuerdo a esta distribución, el estado de Quintana Roo se encuentra dividido en dos de éstas regiones, correspondiendo la zona Norte a la RH-32 que se denomina Yucatán Norte (Yucatán), con un 31.77 % de su territorio; mientras que la zona Sur se ubica dentro de la RH-33 denominada como (Yucatán este) Quintana Roo, con un 68.23 % de su superficie (**Figura IV.17**).

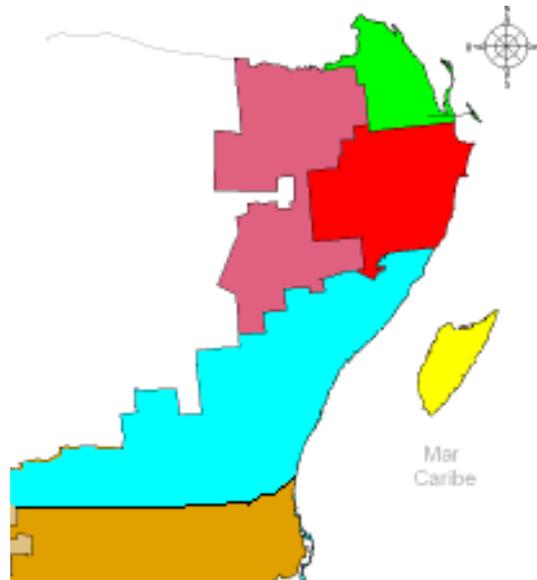


Figura IV. 18. Ubicación de la Subcuenca "d" en la zona norte de Quintana Roo.

Adicionalmente y considerando la extensión de la RH-32 (la cual alcanza a cubrir prácticamente todo el estado de Yucatán, el Norte de Campeche y el norte de Quintana Roo), ha sido subdividida en dos cuencas, definidas como 32A (Quintana Roo) y 32B (Yucatán).

En este caso, el límite de estas Cuencas es correspondiente con las fronteras estatales establecidas en las diferentes cartas geográficas. De esta forma, la Cuenca 32A (Quintana Roo) se encuentra delimitada hacia el Norte por el Golfo de México; al sur por la porción norte de los municipios de Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos (RH-33); al Este por el Mar Caribe; y al Oeste, por el estado de Yucatán.

De manera adicional, la Cuenca 32A (Quintana Roo) ha sido subdividida en 5 Subcuencas, correspondiendo a la zona de interés la que se denomina bajo la clave "d". Asimismo, esta Subcuenca cubre prácticamente toda la superficie de los municipios de Solidaridad y Tulum, este último, correspondiente lugar en el cual queda enclavado el proyecto motivo del presente estudio (**Figura IV.18**).

IV.2.4.2. EMBALSES Y CUERPOS DE AGUA CERCANOS (LAGOS, PRESAS, LAGUNAS, RÍOS, ARROYOS, ETC.)

Dentro del municipio de Tulum, se ubican lagunas de escasa importancia ya sea por sus dimensiones o la utilidad de las mismas. No obstante, se pueden resaltar: El Continente, La Unión, Laguna Verde, Chuncopo, Nochakan. En relación al proyecto, se considera que todas ellas están lejanas (**Figura IV.19**).



Figura IV. 19. Ubicación de las lagunas interiores del municipio fuera del área de influencia del proyecto.

IV.2.4.3. BALANCE HIDROMETEOROLÓGICO.

En la región municipal se precipita un volumen medio anual del orden de 97.5 Mm³, que en su mayor parte ocurre durante los meses de mayo a octubre. De esta manera, el balance hidrometeorológico de la zona queda integrado con una evapotranspiración anual del orden de los 85.7 Mm³, que es equivalente al 88% del volumen de agua de lluvia que se precipita. El resto que es equivalente a los 21.6 Mm³ contribuyen a la recarga del acuífero, la cual conformará el volumen se desplazará hacia el este y que descarga libremente al mar superficial y subterráneamente. Asimismo, se debe considerar una fracción insignificante es aprovechada para diversos usos mediante extracciones subterráneas.

El acuífero es de tipo freático, con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. En la región municipal el acuífero presenta notable desarrollo kárstico, a lo que se debe su gran permeabilidad secundaria, a la vez cuenta con espectaculares manifestaciones en la superficie (cenotes de gran tamaño) y formación de "ríos subterráneos" (cavernas) de grandes longitudes.

IV.2.4.4. RÍOS SUBTERRÁNEOS

El acuífero en la región municipal ha formado a través la acción geoquímica del agua de lluvia una vez que hace el contacto con los carbonatos y bicarbonatos del subsuelo conductos de disolución para conformar los denominados "cenotes y ríos subterráneos", que a su vez se relacionan con la formación de cavernas y domos subterráneos; estas formaciones se ubican principalmente hacia la porción sur y el norte en relación a la ciudad de Tulum. La presencia de ríos subterráneos hace que el manto freático sea susceptible a contaminación, por lo que se tienen que aplicar medidas que permitan conservar sus condiciones naturales, ya que tienen un extraordinario valor ambiental por sus especiales configuraciones de cenotes y corrientes subterráneas y por su gran belleza como sitios de turismo ecológico especialmente para el buceo.

Las investigaciones realizadas a la fecha señalan que el sistema de ríos subterráneos de esta región podría ser uno de los más largos del mundo, por lo que actualmente se tienen detectados dos

subsistemas que cruzan por las cercanías de la localidad: Ox-Belha en la parte norte y Sac-Actun en la parte sur. No obstante, los ríos subterráneos se encuentran en una área lejana del proyecto y de la propia ciudad de Tulum.

La precipitación pluvial en la región municipal es del orden de los 1,257 mm anuales en promedio, lo cual conforma un volumen de 97.5 Mm³. Debido a la gran permeabilidad del terreno, este caudal se infiltra en alrededor de 21.6 Mm³. Esto, aunado a la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del acuífero a través de toda la zona de estudio.

IV.2.4.5. DESCARGA Y EXPLOTACIÓN DE ACUÍFERO

El volumen anual de descarga que corresponde a estos componentes, se estima que alcanza los 10.2 Mm³ anuales. Asimismo, el acuífero se explota para uso público urbano de la ciudad de Tulum por medio de 7 pozos ubicados en la parte occidental y a unos 7 km de la población y 9 km de la costa. El caudal extraído es del orden de 1.1 Mm³/año; adicionalmente, se tienen registrados 14 pozos preponderantemente para uso en servicios, con un caudal de extracción del orden de 0.41 Mm³/año.

Para uso agrícola, en el municipio se tiene registrado un solo pozo, con un volumen de extracción de 6,000 m³/año y para uso doméstico se tiene registrado un pozo con un volumen de extracción del orden de 493 m³/año. De esta manera, en la región municipal se realiza una extracción total del orden de 1'183,181.5 m³/año.

IV.2.4.6. FLUJO SUBTERRÁNEO

La circulación natural del agua en el subsuelo es controlada por la estructura geológica, por la distribución espacial de la recarga y por la posición del nivel base de descarga. Partiendo de la porción suroeste, que es donde se origina el flujo, el agua circula hacia el este buscando su salida hacia el mar Caribe (**Figura IV.20**).

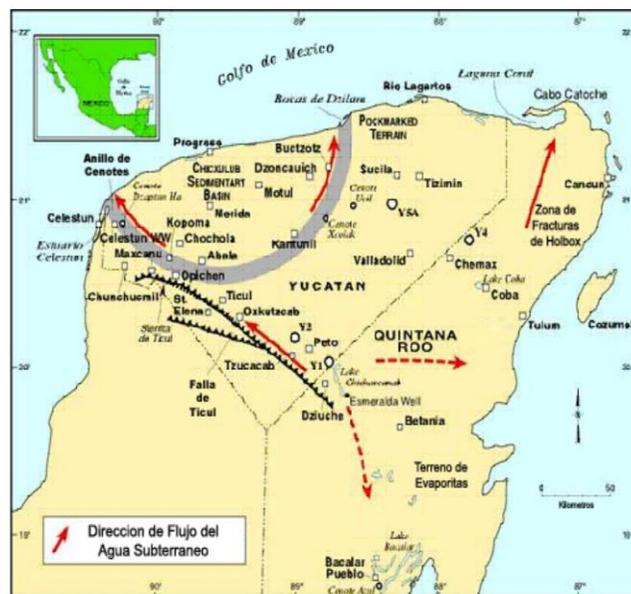


Figura IV. 20. Dirección del flujo subterráneo en la zona de Tulum de acuerdo con Perry et al. (2002)

IV.2.5. AIRE.

En términos atmosféricos, a diferencia de sitios como el Valle de México, el área del proyecto es abierta y los vientos permiten una dispersión eficiente de los componentes del aire, por lo que no hay condiciones para la acumulación de emisiones o la generación de fenómenos como la inversión térmica.

La corriente general de vientos que domina la costa oriental de la isla son los alisios, por lo que de febrero a septiembre son dominantes del este al sureste, con velocidad promedio de 15 km/hora, alcanzando frecuentemente velocidades de 30 km/hora, en depresiones atmosféricas tropicales (80 - 90 Km/h) y más de 120 km/h en huracanes. De octubre a enero predominan vientos con componente norte, siendo menos intensos que los de verano.

El aire en la zona de estudio es un componente para el cual el proyecto es irrelevante, pues éste no incluye en su operación actividades que impliquen emisiones a la atmósfera, salvo las que generen los vehículos de motor, que circulan por la carretera No. 307.

Además y de acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de México (INEGI, 2011), en la entidad las emisiones originadas por fuentes fijas o móviles no son consideradas como significativas, puesto que no rebasaban los niveles permisibles de contaminación. A lo anterior se debe considerar el hecho de que en la zona soplan vientos constantes del este y sureste que alcanzan velocidades de hasta 20 m/seg, fuerza suficiente para la dispersión de los contaminantes que se pudieran generar.

IV.3. MEDIO BIÓTICO

IV.3.1. VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL

Conforme a las observaciones hacia el Sistema Ambiental delimitado para el **Proyecto** se identificaron 3 tipos de vegetación duna Costera, los humedales con Manglar y la selva baja, misma que integra más de 56.54% de la superficie total del SA.

a) La Vegetación de duna costera:

Las zonas costeras se constituyen como ambientes muy diversos por lo que algunos autores consideran que en su conjunto en estas franjas de vegetación se distribuyen entre 10 y 30 millones de especies tanto de flora como de fauna silvestre, lo que es posible por la frecuente presencia de microhábitats. Algunos autores, consideran a las zonas costeras como la frontera donde se sobreponen e interactúan los sistemas terrestres y marinos, por ello conforman una zona de transición donde los factores paleo ecológicos, biológicos y geológicos que dan origen a la formación de los biomas, se pueden observar en plena etapa de construcción y, en muchas ocasiones, de su reintegración en los elementos que lo constituyen.

De esta manera, las zonas costeras son las principales áreas en donde los fenómenos naturales, como son: huracanes, mareas, corrientes marinas, etc., azotan con toda su intensidad depositando sedimentos o causando procesos de erosión, los cuales finalmente tienen un efecto directo en el ciclo de vida de numerosas especies, quienes necesariamente deberán adaptarse a los cambios promovidos en el ambiente, favoreciendo asimismo sus procesos evolutivos.

El estado de Quintana Roo se considera como una entidad que ha sido dotada de una extensa zona costera, misma que está representada en más de 500 km de litoral en el cual se presenta la variación ambiental referida. Tres ambientes se pueden identificar en las zonas costeras: a) El de rompiente de marea; b) La zona estabilizada y de depósito de restos biógenos y, c) La zona de transición con el manglar. De manera general, se reconoce que la duna costera se ubica sobre lo que algunos autores han denominado barra arenosa, misma que conforma la línea de costa donde la altura sobre el nivel medio del mar se eleva desde los 0 m hasta los 2-5 (10) msnm y posteriormente comienza a descender paulatinamente hasta alcanzar nuevamente los 0 msnm, muy cerca de la orilla del manglar.

Para el estado de Quintana Roo, se ha determinado la presencia de al menos diez asociaciones vegetales características de este ecosistema. La duna costera está conformada por dos asociaciones vegetales que son la vegetación halófila costera y la vegetación de matorral costero. Su composición específica se puede considerar como típica de la vegetación de duna costera del estado.

b) Los humedales:

En la región los humedales están referidos con la distribución del manglar, la cual se constituye como una asociación vegetal de tipo costero, característica de las zonas tropicales del mundo. Su distribución es panecuatorial y aunque tienen su máximo desarrollo en los trópicos, se puede extender en la región subtropical alcanzando sus límites geográficos en zonas consideradas cálido-templadas, como es el caso de los manglares de Nueva Zelanda y del Sur de Japón.

Los manglares son vegetales halófilos facultativos, esto quiere decir que pueden tolerar rangos variables de salinidad, y lo que es más, tienen estructuras especializadas en el control de las sales internas, por lo que ésta es absorbida por las raíces de la planta y es eliminada a través de las hojas, llegando a formar una capa de sal en su superficie.

Su distribución se condiciona a un conjunto de parámetros físico-químicos, entre los que se puede mencionar: la temperatura ambiental, ya que se requiere de una temperatura media anual de 20 a 25 °C en el mes más frío, aguas salobres, sedimentos finos tipo aluvión, costas protegidas del oleaje y mareas de cierta amplitud. Estos parámetros conforman un mosaico de distribución de las diferentes especies de mangle en el mundo.

Para el estado de Quintana Roo los manglares se caracterizan por la presencia de cuatro especies: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). En el caso de esta última especie se argumenta que no es un manglar en el sentido estricto, toda vez que no presenta el comportamiento típico de estas especies como lo es la germinación en la propia planta o viviparidad.

Para el estado de Quintana Roo, el manglar se considera como una vegetación que se distribuye de manera aledaña a la vegetación de duna costera, en una franja de terreno que se ubica por debajo del nivel medio del mar, razón por la que ésta es un área sujeta a periodos de inundación intermitente. De esta forma, el manglar queda ubicado de manera intercalada entre dos zonas

relativamente elevadas que son la duna costera y la selva, dentro de un área cenagosa que presenta las condiciones apropiadas para el desarrollo de esta vegetación.

Se ha determinado que la vegetación de manglar, se puede diversificar integrando distintas asociaciones vegetales. Así se reconoce al menos la distribución de seis asociaciones, de las cuales se registra en el área de estudio la asociación de Manglar con *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo); el cual presenta una distribución variada, pero siempre en zonas donde existe una menor influencia del factor salinidad.

La distribución del manglar con *C. erectus* en zonas que limitan con la vegetación de selva baja, es un patrón muy particular de distribución de esta especie, la cual parece preferir para su distribución mejores condiciones del sustrato y zonas de inundación con menor porcentaje de sales que el resto de las especies de manglar que se presentan en la región. Desde luego que la baja tolerancia a la salinidad que presenta esta especie, se acentúa cuando recibe un gran aporte de agua dulce proveniente de la precipitación pluvial.

El manglar con *C. erectus* es una asociación relativamente diversa ya que se pueden incorporar especies que son propias de las selvas bajas y medianas como: *Manilkara zapota* (zapote), *Metopium brownei* (chechem negro), etc. Sin embargo, en estos casos el mangle botoncillo es el elemento fuertemente dominante y alcanza alturas que varían entre 3 y 8 m, con clases diamétricas que se ubican entre los 8 y 12 cm en DAP. Por otra parte, el sustrato en donde se distribuye esta vegetación es de tipo limoso-arcilloso, de color pardo oscuro y relativamente somero.

Para este tipo de vegetación, se tienen registros de tres especies Mangle rojo o mangle chaparro (*Rhizophora mangle*), Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Siendo la especie *Rhizophora mangle* la de mayor densidad, seguida de la especie *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*. La altura promedio de estas especies oscilaron entre los 2.5 metros a 8 metros, siendo la especie *Rhizophora mangle* la especie con menor altura y la especie *Conocarpus erectus* con mayor altura. Es importante señalar que, dentro de las zonas de humedal, se desarrollan petenes que corresponden a áreas elevadas donde se desarrollan especies como taziste (*Acoelorrhaphe wrightii*), chicozapote (*Manilkara zapota*), chechem (*Metopium brownei*), chaca (*Bursera simaruba*), palma chit (*Thrinax radiata*), por citar los más representativos.

c) Selva baja subcaducifolia.

La selva baja subcaducifolia también podrá manifestarse como una comunidad con una fisonomía diferente y representada por la dominancia de *Pseudophoenix sargentii* (palma kuka) y *Beaucarnea ameliae* (despeinada), como sucede en la zona norte de Puerto Juárez (municipio de Isla Mujeres), en la zona entre Akumal y Xel-Ha (Solidaridad), cerca del cruce a Punta Herradura o cerca de Bacalar (Othón P. Blanco).

La determinación de esta selva como subcaducifolia, aduce a la combinación de elementos caducifolios y perennifolios que en ella se distribuyen. Entre los elementos arbóreos perennifolios dominantes se encuentran, además de los mencionados, *Esebeckia berlandieri* (yaaxhokob), *Malpighia emarginata* (manzanita) y *Sapium caribaeum* (chechen blanco); en lo que a elementos caducifolios se refiere estos están representados por: *Bursera simaruba* (chaka roja), *Gliricidia sepium* (madrecacao), *Piscidia piscipula* (habin), etc.

Esta asociación presenta el dosel semiabierto y la altura de las especies es entre 5 y 10 m. La gran mayoría de estas especies presentan DAP inferiores a los 15 cm. En esta vegetación no se presenta un estrato arbustivo, sino únicamente se aprecian individuos aislados de las especies: *Randia aculeata*, *Psychotria nervosa*, *Malvaaviscus arboreus*, etc. Por otra parte, lo más característico de esta vegetación es el estrato herbáceo que lo integran numerosos individuos de *Bromelia alsodes*, una bromeliácea armada con fuertes espinas que dificulta el acceso a toda el área.

Entre los factores físicos que condicionan la distribución de esta asociación está la presencia de un sustrato topográficamente más elevado (hasta 5 msnm), un suelo humífero (de entre 10 a 30 cm de profundidad) y rocoso, lo cual favorece la existencia de un drenaje eficiente y una mayor cantidad de materia orgánica en descomposición.

IV.3.2. Tipos de vegetación y distribución en el área del Proyecto.

La vegetación de la zona donde se pretende realizar el **Proyecto** está constituida por asociaciones vegetales de clima cálido. Asimismo, estas asociaciones se distribuyen acordes con la geomorfología del estado de Quintana Roo, es decir, que se manifiestan a manera de una amplia franja que se relaciona de manera directa con la antigüedad geológica de los estratos rocosos y de la disponibilidad de los recursos hídricos.

Por otra parte y a pesar de que en el estado de Quintana Roo se ve influenciado por fenómenos hidrometeorológicos que afectan año con año dicha región, la vegetación presenta un alto grado de conservación por lo que predominan individuos con alturas por arriba de los 12 m, además que los elementos florísticos conservan tallos erectos y con pocas bifurcaciones y un dosel semicerrado.

- *Metodología para la caracterización de la vegetación.*

Para efectuar la caracterización de la vegetación y el inventario de los recursos florísticos del inmueble del **Proyecto**, se llevaron a cabo los siguientes principios metodológicos.

- 1) La toma de datos de campo se realizó de acuerdo a las características de la asociación vegetal presente, es decir, para la vegetación de selva baja perennifolia presente en el área de cambio de uso de suelo, por lo que se levantaron 7 sitios circulares de 500 m² cada uno distribuidos en 2 líneas de muestreo.
- 2) Para tal fin se utilizó un muestreo sistemático aplicando la técnica de muestreo por sitios circulares concéntricos con diferentes superficies (todos dentro de un mismo círculo) el cual suman una superficie total de 500 m². De esta manera, para el estrato arbóreo se utilizó el círculo con un radio de 12.62 m a partir del centro dando una total de 500 m², para el estrato arbustivo se utilizó un círculo con un radio de 2.5 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 20 m² y para el estrato herbáceo se utilizó un círculo de 1 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 3 m².

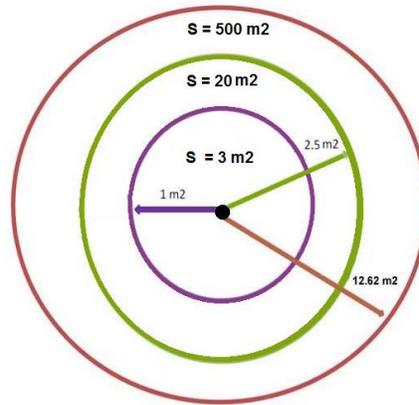


Figura IV. 21. Ilustración del tamaño y forma de los sitios de muestreo de la vegetación.

- 3) En cada sitio se tomaron los parámetros siguientes:
- Sitio de 500 m². Se incluyó a todos aquellos individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 10.0 cm en adelante.
 - Sitio de 20 m². Se incluyó a todos aquellos individuos de tipo arbustivo, es decir, aquellos que se ubican con diámetros en DAP entre los 5.0 y 9.9 cm,
 - Sitio de 3 m². Se contabilizaron los individuos por especie desde nivel de suelo hasta 4.9 cm en DAP.



Fotografía IV. 1. Estimación de DAP de las especies de más de 10 cm en DAP.



Fotografía IV. 2. Captura de información obtenida en campo.

Para llevar a cabo las estimaciones estadísticas se aplicó la siguiente metodología:

- Se efectuó la medición de los diámetros a la altura de pecho (DAP) de cada individuo se realizó con el apoyo de una cinta diamétrica de fibra de vidrio marca Forestry Supplies.
- Además, se anotó el nombre científico y nombre común de las especies presentes en el levantamiento de datos.

- c) El Proceso de la información se realizó a través del programa Selva versión 2001 editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP, sureste).
- d) Para el análisis de la información que permitiera definir la estructura de la vegetación se recurrió a las siguientes funciones:

✓ *Densidad absoluta y densidad relativa:*

La densidad absoluta fue estimada en términos de número de individuos por unidad de área extrapolando ésta a una hectárea. Asimismo, la densidad relativa se obtuvo de acuerdo a la función:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Número de individuos de la especie}}{\text{Número total de individuos}} \times 100$$

✓ *Dominancia relativa.*

Esta se calculó de acuerdo a la función:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{AB de la especie}}{\text{AB de todas las especies}} \times 100$$

✓ *Frecuencia relativa.*

Esta se obtuvo mediante la función:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\% \text{ de transectos en que esta una especie}}{\text{Total de transectos muestreados}} \times 100$$

✓ *Valor de importancia ecológica.*

Esta se obtuvo mediante la sumatoria de las funciones anteriores, es decir:

$$\text{VIE} = \text{Densidad en \%} + \text{Dominancia en \%} + \text{Frecuencia en \%}.$$

✓ *Índice de diversidad.*

Se empleó la función propuesta por Shannon-Wiener que se expresa como:

$$H = \frac{S}{I} = \sum (p_i) (\ln p_i)$$

En donde: H = Índice de diversidad; S = Número de especies; Pi = Proporción del total de la muestra; y, Ln = Logaritmo base 2.

Además, se obtuvo el valor de la *Diversidad máxima* de acuerdo con la función:

$$H'_{\max} = \ln S$$

En donde: Ln = Logaritmo natural; y, S = Número de especies encontradas.

Asimismo, se obtuvo la *Equidad* de las muestras de acuerdo con la función:

$$E = \frac{H}{H'_{\max}}$$

En donde: E = Equidad; H = Índice de diversidad; y H' max = Diversidad máxima.

- e) Asimismo, el proceso de la información se realizó a través del programa Selva versión 2001 editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP, sureste).
 - f) Para efectuar la determinación y la correcta nomenclatura de los nombres científicos de las especies reportadas se consultaron los manuales existentes en la bibliografía; la Flora de Yucatán (Standley, 1930), la Flora de Guatemala (Standley, *et al.* 1946-1977), Árboles comunes de Puerto Rico (Little, *et al.* 1974), así como el listado reportado para la Península de Yucatán (Sosa, *et al.* 1985). También se anotaron los nombres comunes que se emplean en la región para designar a las distintas especies, aunque en el sitio no existe una población asentada.
- *Tipos de vegetación y distribución en el área del Proyecto.*

La Península de Yucatán se puede concebir como un área que geológicamente se constituye de rocas calizas. Además, en lo general prevalece un perfil topográfico sensiblemente plano y donde el terreno más accidentado se ubica hacia el sur de la unidad fisiográfica y que se ha definido como "*Carso y lomeríos de Campeche*"; donde se alcanzan elevaciones menores a los 350 msnm. Mientras que al norte éstas se ubican apenas por arriba de los 20 msnm, por lo que se ubican dentro de la unidad "*Carso yucateco*" (Tello y Castellano, 2011). La combinación de estos factores, finalmente ha tenido su repercusión en la una hidrografía superficial escasa, por lo que hay una ausencia total de ríos a partir de su mitad meridional. Otro de los aspectos importantes del ambiente físico de toda la península, es la existencia de un gradiente de precipitación por debajo de los 1,500 mm al año, mismo que va disminuyendo desde el sureste hacia el noroeste, lo cual también se habrá de reflejar en cambios importantes en la cobertura vegetal y diversidad florística. Además de que la misma es fuertemente biestacional con valores más altos en el verano e invierno y al menos se presentan 4 meses secos (enero a abril).

Adicionalmente, la vegetación de esta región y, desde luego, de la zona donde se ubica el inmueble de interés, está constituida exclusivamente por asociaciones vegetales de clima cálido (Aw) y donde se manifiestan temperaturas medias anuales entre 25 y 27°C. Ante este panorama, las asociaciones vegetales se distribuyen precisamente acorde con la geomorfología peninsular, es decir, que se manifiestan a manera de amplias franjas dependientes de la antigüedad geológica de los mantos rocosos, del factor climático y de la disponibilidad de los recursos hídricos.

De esta manera, los tipos de vegetación dominantes fueron caracterizados de acuerdo a las diferencias fisonómicas identificadas a través de un recorrido extensivo por toda el área. Durante

éste, se hicieron observaciones desde los puntos más elevados, con lo cual se tuvo una excelente panorámica del estado actual que presenta la vegetación en la zona.

Además, se ha realizado el muestreo de vegetación, lo cual ha permitido efectuar la zonificación de los tipos de vegetación, conocer los diámetros a la altura del pecho (DAP) y alturas promedio de las especies, así como la cobertura del dosel. También, conforme a los muestreos realizados se fue elaborando un inventario florístico.

En este sentido, se debe referir que las observaciones refieren de manera directa a la presencia de algunas especies indicadoras, y que en este caso, están referidas de manera precisa con el grupo de especies protegidas (NOM-059-SEMARNAT-2010). De esta manera, se considera que la vegetación en el área de estudio comprende tipos que han sido definidos básicamente por la presencia-ausencia de las especies como *Thrinax radiata* (chit) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo).



Fotografía IV. 3. *Thrinax radiata* (chit).



Fotografía IV. 4. *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo).

De acuerdo con la anterior, dentro del predio de interés la vegetación de selva integra una variedad de combinaciones, mismas que forman distintas asociaciones, las cuales se resumen en la Tabla IV. 7.

Tabla IV. 7. Ecosistemas y asociaciones vegetales presentes en el Área del Proyecto y Sistema Ambiental.

TIPO DE VEGETACIÓN	ASOCIACIONES TÍPICAS
I. Duna costera Presente en el Sistema Ambiental (SA)	<ul style="list-style-type: none"> i) Costa rocosa (SA). ii) Matorral costero con <i>Tournefortia gnaphalodes</i> (SA). iii) Vegetación secundaria en la duna costera (SA). iv) Matorral costero secundario con presencia de <i>Thrinax radiata</i> (chit) (presente en el Área del proyecto).
II. Humedales Presente en el Área del proyecto (AP)	<ul style="list-style-type: none"> i) Manglar con <i>Conocarpus erectus</i> (AP). ii) Manglar secundario con <i>Conocarpus erectus</i> (AP). iii) Bajo con <i>Bravaisia tubiflora</i> (julub) (AP).

TIPO DE VEGETACIÓN	ASOCIACIONES TÍPICAS
II. Selva. Presente en el Área del proyecto (AP)	i) Selva baja perennifolia con <i>Thrinax radiata</i> (chit) (AP). ii) Vegetación secundaria arborescente derivada de la selva baja con <i>Thrinax radiata</i> (chit) (AP). iii) Vegetación secundaria arbustiva derivada de la selva baja con <i>Thrinax radiata</i> (chit) (AP). iv) Espacios desmontados (AP).

De manera complementaria, en la siguiente tabla se muestran las superficies de la vegetación presente en el área del proyecto y en la **Figura IV.16** se muestra el plano de vegetación.

Tabla IV. 8 Superficies de las asociaciones vegetales en el área del proyecto

ASOCIACIONES VEGETALES	SUPERFICIE m ²
Matorral costero secundario con presencia de <i>Thrinax radiata</i> (chit)	1,828.72
Manglar con <i>Conocarpus erectus</i>	3,582.59
Manglar secundario con <i>Conocarpus erectus</i>	487.77
Bajo con <i>Bravaisia tubiflora</i> (julub)	5,239.37
Selva baja perennifolia con <i>Thrinax radiata</i> (chit)	4,443.22
Vegetación secundaria arborescente derivada de la selva baja con <i>Thrinax radiata</i> (chit)	3,424.2
Vegetación secundaria arbustiva derivada de la selva baja con <i>Thrinax radiata</i> (chit)	4,543.66
Vegetación secundaria	99.58
Desprovisto de vegetación	166.93

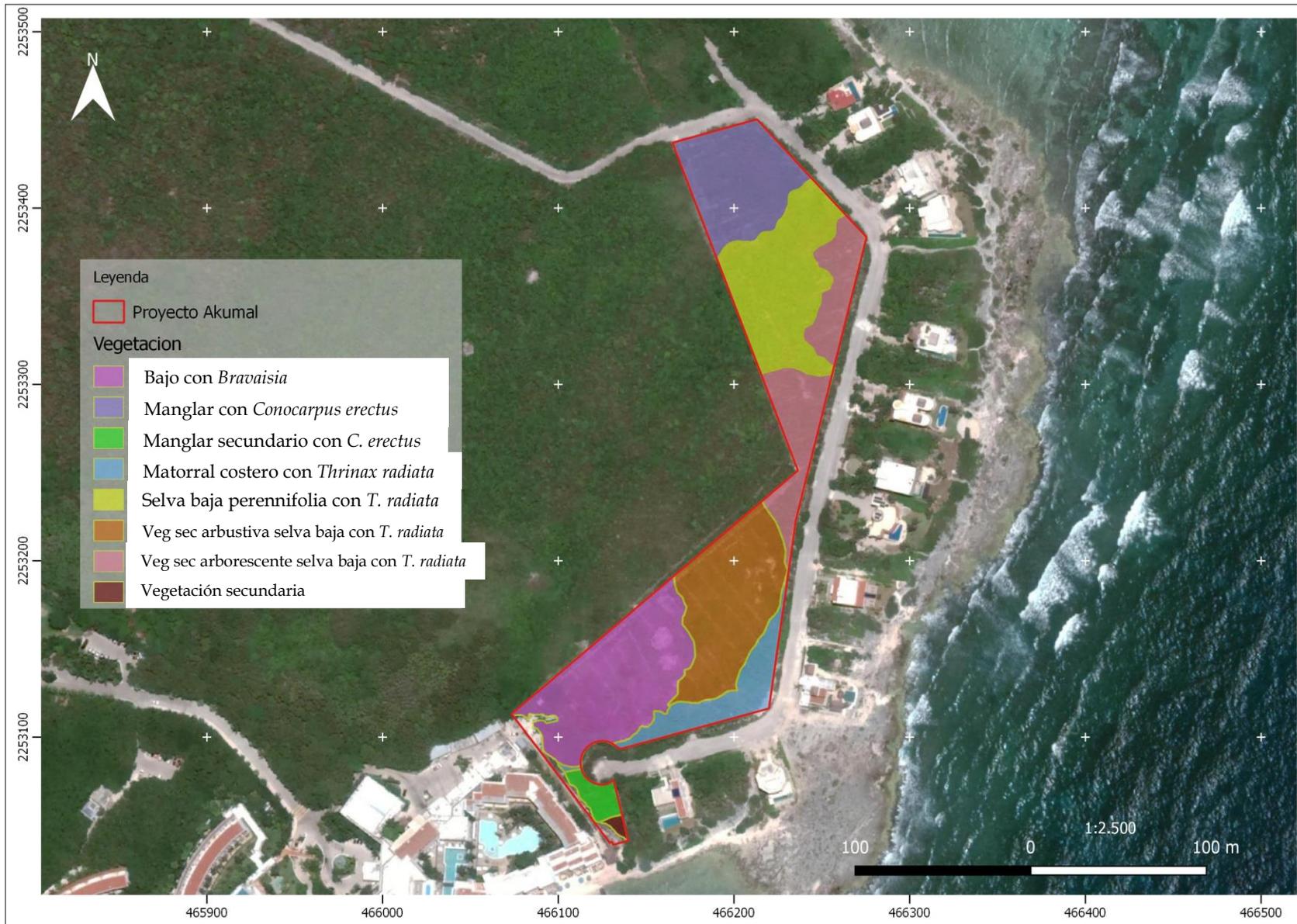


Figura IV. 22 Asociaciones vegetales en el Área del proyecto.

IV.3.2. DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN.

a) *La duna costera (presente en el Sistema Ambiental).*

Snedakar y Getter (1985), han definido a las zonas costeras como la frontera donde se sobreponen e interactúan los sistemas terrestres y marinos. Por ello, conforman una amplia área de transición donde los factores paleoecológicos, biológicos, climáticos y geológicos que dan origen a la formación de los biomas se pueden observar en plena etapa de construcción, y en muchas ocasiones, a la reintegración en los elementos que los constituyen.

De esta manera, las zonas costeras son las principales áreas en donde los fenómenos naturales como son las tormentas y huracanes, los cambios sistemáticos en el nivel de la marea, las corrientes marinas, etc., azotan con toda su intensidad depositando sedimentos o causando procesos de erosión; factores que finalmente dan forma al litoral.

Para la zona, este tipo de eventos han sido claramente constatados, ya que los huracanes Emily y Wilma (2005), contribuyeron a la fuerte modificación del paisaje y además de que generaron intensos procesos de depósito de materiales en y atrás de la cresta de la duna. No obstante, se puede considerar que estos eventos se vieron minimizados ya que la zona se caracteriza por la ausencia de una playa arenosa, misma que se sustituye por una formación de tipo rocosa. No obstante, los registros indican que estos fenómenos arrastraron grandes volúmenes de roca, los cuales que finalmente ha quedado depositados sobre la zona litoral

Por lo anterior, para esta zona se han identificado la presencia de 4 ambientes; como son: la zona de rompiente de marea (correspondiente con la Zona Federal Marítimo Terrestre y fuera del área del proyecto), misma que es de tipo rocosa y de origen calcáreo y en la que se depositan materiales de arrastre de origen calcáreo y restos biógenos; Además de 3 zonas estabilizadas que se cubre con elementos de vegetación arbustiva y arborescente y propia de la vegetación de duna costera.

i) Costa rocosa.

Se debe referir que esta zona corresponde con la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) y fuera del área del proyecto. No obstante, se realiza su consideración debido a que se encuentra dentro del sistema ambiental de la misma, por lo que las distintas actividades que se llegarán a realizar al interior del predio, pudieran tener algún efecto hacia esta zona. Además de que el punto de observación correspondió con la coordenada X = 466,143, Y = 2'253,024, lo que refiere el extremo sureste aledaño al predio donde se desarrollará el proyecto.



Fotografía IV. 5. Vista de la costa rocosa en el frente costero del predio en Akumal



Fotografía IV. 6. Presencia de desechos arrastrados por la marea y que en esta época corresponde con restos orgánicos de sargazo



Fotografía IV. 7. Rocas de diversas dimensiones que son arrastradas por las corrientes oceánicas predominan en la ZOFEMAT.

En este sentido, en el sitio se manifiesta una formación francamente rocosa, constituida por el afloramiento de macizos calcáreos que integran el estrato profundo de la roca madre y que se ubica directamente en la línea de rompiente de la marea. Por sus características, ésta zona se presenta a una altitud que varía entre 0 y 0.5 msnm. Además de que esta franja manifiesta una amplitud cercana a los 2-3 m de ancho.

Adicionalmente, la costa rocosa se ha ido moldeando debido a la acción de la marea, la erosión eólica y el arrastre de materiales debido a las fuertes marejadas propias de la zona, las cuales han estado asociadas al paso los distintos fenómenos hidrometeorológicos (Huracán Wilma, 2005). Por lo que la base la integra rocas erosionadas con crestas filosas, algunos cantos rodados. Además de que en toda la zona se observa el depósito de materiales que otrora estuvieron asentados en el fondo marino y que varían de arenas finas a rocas y piedras de regulares dimensiones. Por otra parte, se debe citar que en la zona rocosa se observa la acumulación basura y actualmente de retos orgánicos de sargazo que es arrastrado por las corrientes marinas, los cuales queda atrapado sobre la roca desnuda.

Desde luego que dada la ubicación de grandes macizos rocosos no son favorables para el desarrollo de vegetación alguna. Situación que se extiende al desarrollo de actividades como el buceo autónomo u otras actividades de playa.

ii) Matorral costero en la zona de depósito de materiales calcáreos y restos biógenos.

Esta zona sigue siendo correspondiente con la ZOFEMAT y corre paralela a la costa rocosa e incluye todo el frente marino del área del proyecto. Se encuentra alejada del mar a una distancia de unos 2-3 m y alcanza una altitud entre 0.5 y 2 msnm. Ante esta característica, se considera que corresponde con la parte más alejada de la influencia del mar y da forma un lomo que integra la barra costera rocoso-arenosa. En este caso, el punto de observación correspondió con la coordenada X = 466,141, Y = 2'253,028, lo que refiere la zona sureste aleada al inmueble de interés.

De acuerdo con las observaciones realizadas, en esta área se presenta una vegetación de matorral costero integrado una vegetación arbustiva de gran vigor. La cual se desarrolla sobre una zona cubierta por un volumen indeterminado de materiales pétreos (rocas y piedra suelta), los cuales es posible que ha sido arrastrado por las corrientes marinas, por lo que previamente se encontraban depositados en el fondo del mar.

Sobre esta formación se distribuye una vegetación densa, misma que alcanza entre 1 y 2 m de altura. Por su ubicación, las especies que integran esta asociación son tolerantes a condiciones extremas en cuanto a intensidad de luz, elevada salinidad, irrigación temporal a permanente por agua salada y carencia de sustrato. Entre las especies vegetales observadas destacan:

- *Coccoloba uvifera* (uva de mar) que en el frente de la propiedad se presenta a manera de 2 grandes mogotes, integrados por 4-6 individuos, los cuales presentan tallos postrados, de 1-3 cm en diámetro y alturas de 0.5 a 2.5 m.
- *Tournefortia gnaphalodes* (sikimay). Se distribuye a manera de un gran mogote de forma semicircular, dentro del cual se presentan de 8-12 individuos, los cuales presentan tallos frágiles, de hasta 2 cm de diámetro. La copa es de tipo semiesférica, resultado de una gran ramificación del follaje y se alcanza de 0.5 a 1 m de altura.



Fotografía IV. 8. Matorral costero con presencia de manchones uniespecíficos se observa a *Coccotheca uvifera* (uva de mar). Se observa el sustrato de rocas de distintas dimensiones



Fotografía IV. 9. Rodal de *Tournefortia gnaphalodes* (sikimay) en el frente costero del inmueble de interés.



Fotografía IV. 10. Rodal de *Scaevola taccada* de amplia cobertura en el frente costero del inmueble de interés.

- *Scaevola taccada* (orejona). Se distribuye a manera de un mogote semicircular, dentro del cual se presentan de 8-15 individuos, fuertemente ramificados desde su base, los cuales presentan tallos frágiles de hasta 2 cm de diámetro. La copa es amplia, resultado de una gran ramificación del follaje y se alcanza de 0.5 a 2 m de altura.
- Se distribuyen además individuos aislados de *Hymenocallis littoralis* (lirio de mar) y *Cordia sebestena* (siricote de playa).

La distribución general de esta vegetación es considerada como de tipo mosaico, es decir, las especies referidas no se mezclan entre sí, por lo en realidad forman mogotes uniespecíficos realmente diferenciados.

Como elementos arborescentes, en el sitio únicamente se observó a 1 individuo de *Coccoloba uvifera* (uva de mar), mismo que alcanza un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 30 cm. Así como 4 individuos de *Thrinax radiata* (chit) de 10 cm en DAP. Ambas especies se elevan por arriba de los 3 m de altura.

Como se ha referido, el sustrato en esta zona es correspondiente con el depósito de rocas calcáreas de diferentes dimensiones y arenas gruesas que se considera san sido arrastradas por las corrientes oceánicas.

iii) Vegetación secundaria en la duna costera.

Esta franja de vegetación está ubicada de manera paralela al matorral costero antes descrito. Por lo que su ubicación está por fuera del área del proyecto. En este caso, el punto de observación correspondió con la coordenada X = 466,129, Y = 2'253,044, lo que refiere la zona sureste del predio.

En este caso, la zona debería corresponder con el lomo costero que integra el primer cordón de dunas (rocas). No obstante, se ha ubicado la presencia de una vegetación modificada y de las cuales se desconocen de manera precisa las causas que han motivado el cambio en la fisonomía. No obstante, al parecer pudiera ser resultado de uso de los espacios como andén de maniobras que permitieron la construcción de una serie de edificios hacia la propiedad colindante. Después de estos eventos, los espacios han quedado en fase de abandono y a través de los mecanismos de dispersión y sucesión natural, esta zona se venido cubriendo parcialmente de una nueva cobertura vegetal.

Es por ello que actualmente, la zona se cubre de vegetación secundaria consistente de una variedad de especies herbáceas y arbustivas que alcanzan hasta 3 m de altura. En este sentido, por lo general dentro de esta nueva vegetación se da la distribución de una mezcla de especies herbáceas como *Desmanthus virgatus*, *Lantana involucrata* (orégano de playa), *Melanthera nivea*, *Solanum donianum*. Además de algunas arbustivas como *Coccoloba uvifera* (uva de mar), *Cordia sebestena* (siricote de playa), *Leucaena leucocephala* (waxim), *Terminalia cattapa* (almendro) y *Thespesia populnea* (milo).

Hacia las zonas realmente abiertas, se distribuyen frágiles herbáceas como: *Dactyloctenium aegyptium* (pata de gallo), *Panicum maximum* (zacate guinea), *Phyla nodiflora*, *Sporobolus virginicus*,

Sesuvium portulacastrum (verdolaga de mar), *Waltheria americana* (pichiche). Las cuales presentan alturas de 0.3 a 1 m.



Fotografía IV. 11. Vista de la vegetación secundaria que se manifiesta dentro del inmueble de interés, la cual ha sido propiciada por las edificaciones que se ubican hacia las propiedades aledañas.



Fotografía IV. 12. Una vegetación densa de carácter arbustivo al fondo, así como individuos herbáceos de 30 cm de altura prevalece en la zona.



Fotografía IV. 13. Se observa una amplia planicie cubierta con vegetación secundaria hacia el lindero sur del inmueble de interés.

De manera adicional, se debe citar que varias de estas especies presentan ciclos de vida anuales o bianuales, por lo que se espera que desaparezcan en la zona, contribuyendo a la presencia de espacios abiertos. Por lo anterior, en la vegetación estudiada se están manifestando intensos procesos de recuperación de la vegetación y los procesos sucesionales están actuando prontamente, solamente que se desconocen los caminos por lo que esta se habrán de conducir hasta alcanzar la recuperación de las características originales o semejantes a las originales para este tipo de ecosistema de duna costera.

iv) Matorral costero secundario con presencia de *Thrinax radiata* (chit).

Esta franja de vegetación fue observada al sur del área del proyecto y se encuentra confinada entre la vialidad de acceso existente y la depresión con *Bravaisia tubiflora* (ver más adelante), es por ello que el punto de observación correspondió con la coordenada X = 466,188, Y = 2'253,112. En este caso, el matorral se ubica sobre un terreno de tipo aplanado y que alcanza una altitud de los 2 msnm. Esta zona se considera realmente estabilizada. Además, el sustrato sigue manifestando la presencia de rocas y piedras de medianas proporciones. Además del depósito de material proveniente de demoliciones.

Es por ello que actualmente, la zona se cubre de una variedad de especies herbáceas y arbustivas que alcanzan hasta 2 m de altura. Además de la presencia de elementos arborescentes dispersos de *Thrinax radiata* (chit) y algunos individuos de *Cocos nucifera* (palma de coco), los cuales alcanzan de 3 a 6 m de altura.

En este sentido, por lo general dentro de esta zona se da la distribución de una mezcla de especies herbáceas como *Lantana involucrata* (orégano de playa), *Melanthera nivea*, *Panicum maximum* (zacate guinea), *Solanum donianum*, entre otras. Las cuales alcanzan entre 0.5-3 m de altura. Además de que se pueden encontrar amplios espacios cubiertos por *Bravaisia tubiflora* (julub). Por otra parte, se presentan algunas arbustivas dispersas como *Coccoloba uvifera* (uva de mar), *Cordia sebestena* (siricote de playa), *Leucaena leucocephala* (waxim), *Metopium brownei* (chechem), quienes alcanzan hasta 1-3 de altura.

Por otra parte, el suelo continúa siendo de tipo rocoso-pedregoso, que presencia de lajas superficiales y escasos en materia orgánica.

Como fue referido en la metodología, dentro la vegetación de matorral costero con especies de herbáceas y arbustivas dispersas se realizaron muestreos en círculos de 3 m de radio, por ello la comunidad manifiesta los valores de densidad que se anotan en la **Tabla 4.8**.

Tabla IV. 9. Densidad de las especies del matorral costero con elementos herbáceos.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (IND/HA)
Solanaceae	<i>Solanum donianum</i>		2,526
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de playa	1,516
Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>		1,011
Amaranthaceae	<i>Alternanthera ramosissima</i>		909
Poaceae	<i>Panicum amarum</i>		606
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>		505
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>		404



Fotografía IV. 14. Vista de la vegetación secundaria que se manifiesta dentro del inmueble de interés, la cual ha sido propiciada por las edificaciones que se ubican hacia las propiedades aledañas.



Fotografía IV. 15. Una vegetación densa de carácter arbustivo al fondo, así como individuos herbáceos de 30 cm de altura prevalece en la zona.



Fotografía IV. 16. Se observa una amplia planicie cubierta con vegetación secundaria hacia el lindero sur del inmueble de interés.

Tabla IV. 10. Densidad de las especies del matorral costero con elementos arbustivos.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (IND/HA)
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	354
Acanthaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i>	Julub	303
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote	303
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	253
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Ya'ax k'aax	253
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Sikimay	253
Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i>		202
Simaroubaceae	<i>Suriana marítima</i>	Pantzil	152
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Pixoy	152
Apocynaceae	<i>Echites yucatanensis</i>		101
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Flor de caballero	101
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	101
		TOTAL	10,004

De acuerdo a los datos anteriores, se refiere la participación de tan solo 19 especies de características herbáceas y arbustivas pertenecientes a 14 familias botánicas, las cuales contribuyen con cerca de 10,004 ind/Ha. Por ello se confirma la abundancia de *Solanum donianum* con 2,526 ind/Ha, *Lantana involucrata* (orégano de playa) con 1,516 ind/Ha, *Sporobolus virginicus* con 1,011 ind/Ha y *Alternanthera ramosisima* con 909 ind/Ha. Es por ello que son los elementos que alcanzan los más altos valores de densidad.

Por otra parte y como en el caso anterior, para esta vegetación debido a su carácter herbáceo-arbustivo, no se obtuvo el cálculo de Valor de Importancia Ecológica, ni clases de alturas y diamétricas, etc. En lo que corresponde al índice de diversidad, los valores se muestran en la **Tabla IV.9.**

Tabla IV. 11. Valores de diversidad para las especies del matorral costero con elementos herbáceos y arbustivos.

ESPECIES	NOMBRE COMUN	IND	pi	LOGpi	piLOGpi
<i>Echites yucatanensis</i>		2	0.01	6.63	0.07
<i>Lantana camara</i>	Flor de caballero	2	0.01	6.63	0.07
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	2	0.01	6.63	0.07
<i>Trema micrantha</i>	Pixoy	3	0.02	6.04	0.09
<i>Suriana maritima</i>	Pantzil	3	0.02	6.04	0.09
<i>Ernodea littoralis</i>		4	0.02	5.63	0.11
<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	5	0.03	5.31	0.13
<i>Pithecellobium keyense</i>	Ya'ax k'aax	5	0.03	5.31	0.13
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Sikimay	5	0.03	5.31	0.13
<i>Bravaisia tubiflora</i>	Julub	6	0.03	5.04	0.15
<i>Cordia sebestena</i>	Siricote	6	0.03	5.04	0.15
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	7	0.04	4.82	0.17

ESPECIES	NOMBRE COMUN	IND	pi	LOGpi	piLOGpi
<i>Ambrosia hispida</i>		10	0.05	4.31	0.22
<i>Panicum amarum</i>		12	0.06	4.04	0.25
<i>Alternanthera ramosissima</i>		18	0.09	3.46	0.31
<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de playa	30	0.15	2.72	0.41
<i>Solanum donianum</i>		50	0.25	1.99	0.50
<i>Sporobolus virginicus</i>		20	0.10	3.31	0.33
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>		8	0.04	4.63	0.19
		198			3.59

De acuerdo con los datos de la tabla antes citada, se alcanza un valor de diversidad de 3.59. Para un tipo de vegetación de carácter limitado, en donde juega un importante papel las condiciones ambientales poco favorables (fuerte intensidad del viento, de la radiación solar, la carencia de un sustrato fértil, escasa retención de humedad, etc.), se considera un valor alto y que demuestra una zona en proceso de desarrollo-recuperación a los eventos acaecidos. Por otra parte, los valores de equidad indican que se alcanza 0.83, es decir, se alcanza una buena repartición de las abundancias de las especies.

a) Los Humedales.

Las comunidades vegetales ligadas al medio acuático o al suelo que llega a estar saturado con agua de manera intermitente son muy variadas. Muchas de ellas son difíciles de estudiar y más aún de describir, ya que a menudo se presentan en forma dispersa, mal definida y ocupan superficies limitadas. Sin embargo, en su conjunto son una parte por demás importante de la cubierta vegetal.

Se reconoce que la vegetación acuática facultativa tiene una tolerancia limitada con respecto a los factores ambientales, por lo que solamente se desarrollará si se presenta una serie de condiciones indispensables para su existencia; como es: un determinado intervalo de temperatura, luminosidad, *pH*, concentración de oxígeno, salinidad, etc. Por otra parte, el hombre a través de sus actividades, ejerce una influencia intensa sobre una gran parte de las áreas cubiertas con esta vegetación, misma que se ha dejado sentir de manera particular en las últimas décadas, en función del adelanto técnico, de la industrialización y el crecimiento de las ciudades y proyectos de desarrollo turístico.

La vegetación acuática facultativa se concentra en las zonas cercanas al nivel de mar y en donde la precipitación relativamente alta coincide con abundancia de áreas de difícil drenaje. Por otra parte, el conocimiento de la vegetación acuática aún es fragmentado y en grandes áreas aún no se ha estudiado en absoluto. En consecuencia, es de gran relevancia la caracterización de estas zonas con lo cual se logrará un gran avance en el conocimiento de los recursos naturales del área.

Dentro de esta vegetación, las asociaciones de mayor relevancia están integradas por las distintas manifestaciones del manglar, el cual es característico de las zonas costeras tropicales de todo el mundo. Los mangles son vegetales halófilos facultativos, es decir, que pueden tolerar rangos

variables de salinidad, por lo que tienen estructuras especializadas en el control de las sales internas; de tal manera que es absorbida por las raíces de la planta y eliminada a través de hojas.



Fotografía IV. 17. Borde la manglar con *Conocarpus erectus* que se cubre de *Bravaisia tubiflora* (Julub) con individuos herbáceos y arbustivos.



Fotografía IV. 18. El manglar con *Conocarpus erectus* con individuos arbóreos de más de 10 cm en DAP, se observa una zona bajo sujeta a inundación.



Fotografía IV. 19. Ausencia de un estrato bajo dentro del manglar con *Conocarpus erectus*, motivado por el proceso de inundación a cual está sujeta esta zona.

Su distribución se encuentra condicionada a un conjunto de parámetros físico-químicos; entre los que se puede mencionar: la temperatura ambiental (se requiere de una temperatura media anual de 20 ± 5 °C en el mes más frío), aguas salobres, sedimentos finos tipo aluvión, costas protegidas del oleaje y mareas de cierta amplitud.

En algunos casos, el manglar se considera como una vegetación que se distribuye en una franja de terreno que se ubica por debajo del nivel medio del mar y sujeta a periodos de inundación intermitente. Asimismo, el manglar se puede diversificar integrando distintas asociaciones vegetales y para la zona se reconoce al menos la distribución de cinco asociaciones, mismas que fisonómicamente presentan las siguientes características:

i) Manglar con *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo).

Esta vegetación fue observada hacia la porción norte del área del proyecto, integra un polígono que se ve delimitado por la vialidad de acceso y se extiende el oeste de manera parcial hacia las propiedades colindantes; es por ello que el punto de observación correspondió con la coordenada X = 466,220, Y = 2'253,418.

Además y con este término se hace referencia a una compleja comunidad vegetal, la cual se encuentra dominada una sola especie de características arbóreas como es *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). Esta corresponde con una población abierta que se distribuye en la zona más alejada del litoral e inmersa dentro de la zona de selva baja perennifolia y en donde el sustrato presenta características anegadizas. De acuerdo con las observaciones, esta zona se ubica por arriba de 1 msnm.

Los elementos de manglar manifiestan características arborescentes y con alturas de hasta 6 m. Actualmente y debido a que en la zona no se ha presentado la temporada lluviosa del año, el suelo se encuentra seco y solo hacia las partes más bajas se manifiesta un espejo de agua de apenas unos centímetros de espesor. Es por ello que la vegetación refleja una apariencia deshidratada y con relativo escaso follaje. Ante esta situación, se debe considerar que la humedad es un factor que incluye de manera directa en el desarrollo de la comunidad.

Otra de las características importantes de este ecosistema, es la presencia de elementos de mangle caídos y con tallos retorcidos, mismos que presentan rebrotes de consistencia leñosa, situación que refiere la afectación por vientos de tipo huracanado y que para la región están representados por la manifestación de huracán Wilma (2005) y otros históricos como Gilberto (1988). No obstante, dada la naturaleza de los rebrotes, se debe referir que los efectos negativos de estos fenómenos ya han sido asimilados por la comunidad. De manera adicional, se cita que la zona de manglar se encuentra rodeada por una franja cubierta por *Bravaisia tubiflora* (julub), la cual incluye individuos de 1 cm en diámetro y hasta 2 m de altura.

Los suelos en esta zona son de tipo cenagoso, por lo que permanecen inundados durante la temporada lluviosa del año, siendo ésta la principal contribución de agua que da vida a los elementos de manglar. Además de que se encuentra limitados por la roca superficial.

Los muestreos realizados en esta vegetación indica la presencia de una baja diversidad florística, por lo que valores de densidad indican la distribución de una intensa dominancia de la especie *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) que alcanza hasta los 333 ind/Ha.

Con referencia las alturas que fueron observadas, este tipo de manglar se ubica entre los 4 y 6 m.

En lo que se refiere al análisis de la distribución de las clases diamétricas presentes en el ecosistema de manglar con *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), en la **Figura 4.17** se muestra la distribución de los diámetros encontrados.

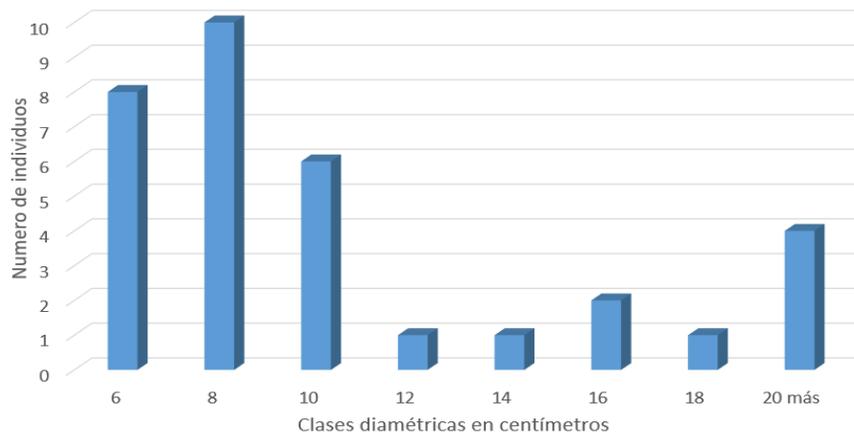


Figura IV. 23. Clases diamétricas en el manglar con *Conocarpus erectus*.

De acuerdo con la figura anterior, es evidente que los individuos se ubican en el orden de los 8 y 20 y más cm, con una dominancia que se centraliza entre 8-10 cm en diámetro.

De acuerdo a lo anterior, la zona de manglar en el predio de interés se mantiene con un buen grado de conservación. Además de que corresponde con sitios en donde los procesos naturales han jugado un papel por demás relevante.

ii) Manglar secundario con *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo).

Esta asociación fue observada hacia el extremo sureste del área del proyecto, misma que se encuentra intercalada entre la vegetación secundaria de duna costera, la vialidad de acceso existente y el matorral costero secundario con presencia de *Thrinax radiata* (chit). En este caso, el punto de observación correspondió con la coordenada X = 466,120, Y = 2'253,067. En este caso, se considera la distribución de una comunidad de manglar que aparentemente corresponde con un relicto de una serie de humedales que existieron en la zona y que seguramente fueron desmontados, rellenados y nivelados para dar lugar a una serie de edificaciones con fines turísticos que actualmente existe hacia las propiedades de la colindancia sur.

Este tipo de manglar se encuentra cubierto por 2 especies de características arbóreas como son *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) y *Leucaena leucocephala* (waxim). Adicionalmente, se cita que esta zona se ubica dentro de un espacio que aparentemente no está sujeto a procesos de inundación (resultado de los rellenos realizados en la zona) y que se ubica entre 1 y 2 msnm. Además,

corresponde con una población abierta con tan solo algunos individuos de características arbóreas y de hasta 6-8 m de altura.



Fotografía IV. 20. Vista del manglar secundarios con *Conocarpus erectus* que se ubica en una zona que no está sujeta a procesos de inundación



Fotografía IV. 21. El manglar secundario con *Conocarpus erectus* con individuos con tallas mayores a los 10 cm en DAP.



Fotografía IV. 22. Presencia de un estrato herbáceo con *Panicum maximum* (zacate guinea) en el manglar secundario. Además de individuos de *Leucaena leucocephala* (waxim) Ambas especies indicadoras de ecosistemas secundarios.

De manera adicional, el sotobosque de este tipo de manglar se encuentra cubierto por individuos de *Panicum maximum* (zacate guinea), lo que le da un mayor énfasis al carácter secundario a la vegetación, ya precisamente esta especie es propia de ambiente fuertemente perturbados. Asimismo, este estrato incluye individuos de 1.5 m de altura.

En sustrato en esta zona sigue siendo de tipo rocoso, delgados y como se ha referido no sujetos a proceso de inundación.

iii) Bajo inundable con *Bravaisia tubiflora* (julub).

De acuerdo con las observaciones, esta franja de vegetación fue ubicada hacia el extremo suroeste del área del proyecto lo que corresponde con la coordenada X = 466,166, Y = 2'253,127. La cual corresponde con una amplia depresión del terreno, por lo que se ubica entre los 0 y 2 msnm, razón por la cual se comporta como una comunidad sujeta a periodos intermitentes de inundación. En este caso, la porción topográficamente más baja se encuentra desprovista de vegetación ya que puede permanecer inundada mucho más allá de la temporada lluviosa del año.

De esta manera, la vegetación dominante corresponde con números individuos de *Bravaisia tubiflora* (julub), la cual conforma un solo estrato herbáceo, mismo que alcanza entre 1 y 2 m de altura. En el sitio se observa la presencia de otras especies propias de las zonas anegadizas y de características dispersas como *Rhabdadenia biflora*, *Spartina spartinae* (pasto aguja), *Sporobolus virginicus*, *Solanum donianum*. Además de algunos arbustos de baja talla como *Erythroxylum confusum*, *Metopium brownei* (chechem) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo).



Fotografía IV. 23. Vista de una de las zonas bajas desprovistas de vegetación.

De cualquier manera se tiene la distribución de:

- *Bravaisia tubiflora* (julub), considerada la especie de mayor cobertura en el sitio, la cual se caracteriza por presentar hasta 30 ind/m², con tallos de 1 cm de diámetro y alturas de hasta 2 m. Asimismo, la exuberancia del julub impide la distribución de un mayor número de especies en la zona.



Fotografía IV. 24. Bajo inundable con *Bravaisia tubiflora* (julub) el cubre una depresión ubicada hacia la zona suroeste del predio de interés.



Fotografía IV. 25. Presencia de individuos de hasta 2 m de altura caracterizan en la depresión cubierta por *Bravaisia tubiflora* (Julub).



Fotografía IV. 26. hacia la parte más baja de la depresión con *Bravaisia tubiflora* (julub) se pueden presentar áreas cenagosas y en el borde individuos realmente dispersos de *Conocarpus erectus*.

- *Spartina spartinae* (pasto aguja), es una especie de crecimiento amacollado de hasta 1 de diámetro y 1.5 m de alturas. Se observaron solamente algunos macollos dispersos.
- *Erythroxylum confusum*, *Metopium brownei* (chechem), se presentan como individuos más o menos aislados

Por otra parte, el sustrato en esta zona corresponde a suelos de tipo gleysol con incrustaciones de Litosol-Rendzinas correspondientes a suelos profundos, pedregosos y de difícil drenaje y por su cercanía con la zona del manglar están sujetos a períodos temporales de inundación, lo cual se manifiesta hacia la temporada lluviosa, ya que ésta es el principal aporte de agua que manifiestan en la región.

b) La selva.

La vegetación de selva se ubica en una zona de terreno firme, donde la topografía se eleva por arriba de los 2 msnm. Esta situación favorece terrenos no sujetos a inundación y la presencia de cierta diversidad florística y donde existe una predominancia de elementos arbóreos y con abundante presencia de arbustos, bejucos y herbáceas. En esta área, el límite entre los distintos tipos de vegetación puede ser de manera abrupta u ocasionalmente se puede presentar una especie de franja ecotonal. En este caso fueron identificadas 4 asociaciones y las características fisonómicas de estas se describen a continuación:

i) Selva baja perennifolia con *Thrinax radiata* (chit).

Este tipo de asociación fue observado hacia la zona norte de área del proyecto, por lo que ha quedado delimitada por el manglar con *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) y la vialidad de acceso. Es por ello que el punto de observación correspondió con la coordenada X = 466,228, Y = 2'253,384. Además de que se extiende hacia el poniente y fuera de los límites del predio de interés. En este sitio, se manifiesta gran exuberancia de *Thrinax radiata* (chit), misma que se ubica dentro de los 3 estratos de la selva. Este tipo de asociación se constituye como una angosta franja que hacia al poniente paulatinamente se va transformado en una selva baja subcaducifolia con presencia de *Pseudophoenix sargentii* (palma kuka).

Este tipo de asociación ha sido definida como selva baja, debido a que se manifiesta una combinación de elementos que alcanza alturas entre los 6 y 8 m. Además y por sus características intrínsecas, las especies pueden ser categorizadas como de baja talla donde sobresale precisamente *Thrinax radiata* (chit) que se ubica entre los 8-12 cm en DAP, además de que es realmente notoria la ausencia de individuos corpulentos.

Por otra parte, se ha aplicado el término perennifolia debido a que el dosel se ubica como de tipo cerrado y aunque algunas de las especies acompañantes pueden tiran su follaje durante la temporada seca del año, finalmente prevalece una gran cobertura por parte de *Thrinax radiata* (chit), la cual como se ha citado está presente de manera por demás evidente en los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.



Fotografía IV. 27. Vista de la selva baja perennifolia con *Thrinax radiata* en el inmueble de interés.



Fotografía IV. 28. Se integran individuos poco corpulentos dentro de la selva baja perennifolia con *Thrinax radiata*.



Fotografía IV. 29. Abundancia de individuos de *Thrinax radiata* en los 3 estratos de la selva baja perennifolia.

Además, se reconoce que la distribución de esta vegetación es de alguna manera compartida con la vegetación de selva baja costera, que es dominante a lo largo de la franja costera. No obstante, la mayor diferencia corresponde precisamente con el tipo de suelo que en este caso es de tipo Leptosol; mientras que en la hacia la franja costera es de tipo arenoso (Regosol).

Ante esta situación, se puede reconocer la presencia de elementos perennifolios (aquellos que no pierden su follaje durante la temporada seca de año), dentro de las cuales se puede citar a: *Coccoloba diversifolia* (sakbob), *Coccoloba swartzii* (uvero), *Elaeodendron xylocarpum* y, desde luego, a *Thrinax radiata* (chit). Además de aquellos considerados como elementos caducifolios (los que pierden su follaje durante la temporada seca del año); como son: *Metopium brownei* (chechem).

La estructura vertical se complementa con un estrato arbustivo de entre 1 y 5 m, con dominancia de especies de baja talla como: *Croton glabellus* (perezkuts) *Neea tenuis* (tadzi), *Thrinax radiata* (chit), entre otras. De acuerdo con las observaciones este estrato es de tipo semidisperso. La estructura de la vegetación se complementa con un estrato herbáceo un poco más diverso, en el

cual están presentes individuos de *Cascabela gaumeri* (akitz), *Coccothrinax readii* (nakas), *Picramnia antidesma* y, desde luego, *Thrinax radiata* (chit).

Los factores físicos que condicionan la distribución de esta asociación corresponden a la presencia de suelos ligeramente evolucionados, de entre 10 a 30 cm de profundidad, rocosos los que favorecen un drenaje deficiente, así como una mayor cantidad de materia orgánica en descomposición. El suelo en el área es de tipo Leptosol (Litosol-Rendzinas), de color pardo claro, muy rocoso y pedregoso.

Como en los casos anteriores para esta vegetación se obtuvieron valores de densidad para las especies arbóreas, mismas que se refiere en la siguiente tabla:

Tabla IV. 12. Densidad de las especies de la selva baja perennifolia en el área del proyecto.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (Ind/Ha)
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	165
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	40
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	30
Celastraceae	<i>Elaeodendron xylocarpum</i>		20
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	Sakpah	5
Polygonaceae	<i>Coccoloba swartzii</i>	Uvero	5
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>		5
		TOTAL	275

De la tabla anterior, se puede referir en primera instancia la participación de tan solo 7 especies en la estructura arbórea de la selva baja perennifolia con *Thrinax radiata* (chit). Además de una participación total de todas las especies de 275 ind/Ha. En este caso, es notoria la dominancia de *Thrinax radiata* (chit) con 165 ind/Ha. Por lo que se constituyen como el elemento dominante y que caracteriza a la comunidad.

Adicionalmente, se manifiesta un estrato arbustivo que incluye a todas las especies entre los 5 y 9.9 cm en DAP y cuya relación se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 13. Densidad de las especies arbustivas de la selva baja perennifolia en área del proyecto.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (Ind/Ha)
Acanthaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i>	Julub	769
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	692
Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i>	Perezkuts	308
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	237
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Mahahua	231
Polygonaceae	<i>Coccoloba swartzii</i>	Uvero	154
Nyctaginaceae	<i>Neea tenuis</i>	Tadzi	154
		TOTAL	3,200

De la tabla anterior, se refiere una relativa baja diversidad de las especies arbustivas, ya que se encontraron 7 especies y un total de 3,200 ind/Ha. En todo caso, las especies dominantes

corresponden con *Bravaisia tubiflora* (julub) con 769 ind/Ha y *Thrinax radiata* (chit) con 692 ind/Ha.

Adicionalmente, dentro de esta asociación se ha identificado la presencia de un estrato herbáceo, el cual también tiene un comportamiento abierto y semidisperso y cuyos valores en términos de densidad se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 14. Densidad de las especies herbáceas de la selva baja perennifolia en el área del proyecto.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (Ind/1000 m ²)
Acanthaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i>	Julub	987
Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i>	Perezkuts	382
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	318
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	159
Myrsinaceae	<i>Ardisia escallonioides</i>	Plomoche	159
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Cruceta	127
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Mahahua	95
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	95
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	95
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Cariñosa	64
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>		64
Polygonaceae	<i>Coccoloba swartzii</i>	Uvero	64
Theophrastaceae	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	Chaksikin	32
Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>	Guayabillo	32
		TOTAL	2,674

De la tabla anterior, se refiere una relativa baja diversidad de las especies herbáceas, ya que tan solo se encontraron 14 especies. No obstante, estas finalmente integran hasta 2,674 ind/Ha. Además, la especie dominante corresponde con *Bravaisia tubiflora* (julub) con 937 ind/Ha.

De los datos obtenidos directamente en el campo, se tiene el análisis del Valor de Importancia Ecológica (V.I.E.), por lo que todos los valores se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 15. Valores de Importancia ecológica de la vegetación de selva baja perennifolia.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	V.I.E.
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	61.11	100.00	42.49	203.61
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	14.81	100.00	18.92	133.73
<i>Elaeodendron xylocarpum</i>		7.41	75.00	15.63	98.03
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	1.85	75.00	2.76	79.62
<i>Erythroxylum confusum</i>		11.11	25.00	15.63	51.74
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sakpah	1.85	25.00	2.28	29.14
<i>Coccoloba swartzii</i>	Uvero	1.85	25.00	2.28	29.14

De la tabla anterior, se debe resaltar la participación de tan solo 7 especies de árboles en la estructura horizontal de la selva baja perennifolia con *Thrinax radiata* del inmueble de interés. De la cuales se menciona que la especie dominante es *Thrinax radiata* (chit) con 203.61.

El análisis relacionado con el área basal indica que dentro de este ecosistema se alcanza los valores que se muestran en la **Tabla IV.16**.

Tabla IV. 16 Valor del área basal para las especies de la selva baja perennifolia.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	AREA BASAL (m ² /Ha)
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	0.434
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	0.408
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	0.352
Celastraceae	<i>Elaeodendron xylocarpum</i>		0.278
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sakpah	0.107
Polygonaceae	<i>Coccoloba swartzii</i>	Uvero	0.107
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>		0.107
		TOTAL	1.792

El análisis del parámetro área basal permite resaltar la participación de *Thrinax radiata* (chit), aunque finalmente esta tan solo aporta un 0.434 m²/Ha, ya que la misma se ubica dentro del rango de los 10 cm en DAP.

De acuerdo con lo anterior, la distribución de las categorías diamétricas para el caso de la selva baja perennifolia con *Thrinax radiata*, es un indicativo que puede referir el estado de conservación y la evolución en el desarrollo de las distintas especies. Por ello, en la **Figura IV.24** se muestra la participación de las especies en términos de su DAP.

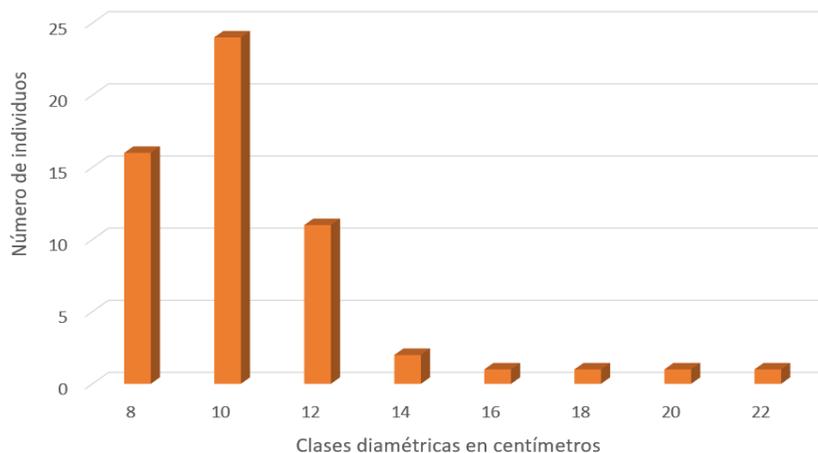


Figura IV. 24. Clases de diamétricas para la vegetación de selva baja perennifolia en el predio de interés.

Como datos que pueden ser extractados de la gráfica, es la participación de las especies entre las categorías de los 8 y 22 cm en DAP. Además de que se manifiesta una mayor participación de aquellos individuos considerados como de baja talla (10 cm). Asimismo, se tiene una escasa contribución de individuos mayores a los 14 cm en DAP. Lo anterior, refiere la presencia de un ecosistema en fase de desarrollo, aunque es evidente que las tallas corpulentas no son de todo propias para este tipo de ambientes.

También se registraron las categorías de alturas para este tipo de asociación, por lo que se manifiestan alturas entre los 6 y 10.

Finamente, se obtuvo la estimación del índice de diversidad de acuerdo a la función de Shannon-Wiener (Tabla IV.17).

Tabla IV. 17. Estimación de índice de diversidad para las especies de la selva baja perennifolia.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	Num/Ind	pi	Log pi	$\sum pi(\text{Log } pi)$
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	33	0.61	0.71	0.43
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	8	0.15	2.75	0.41
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	6	0.11	3.17	0.35
<i>Elaeodendron xylocarpum</i>	Chicozapote	4	0.07	3.75	0.28
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sakpah	1	0.02	5.75	0.11
<i>Coccoloba swartzii</i>	Uvero	1	0.02	5.75	0.11
<i>Erythroxylum confusum</i>		1	0.02	5.75	0.11
		54			1.79

Para esta asociación y de acuerdo con las estimaciones realizadas, se alcanza un valor en el índice de diversidad de 1.79. Además de nueva cuenta se considera a *Thrinax radiata* (chit) como la especie que genera el mayor aporte a la comunidad (0.43). Adicionalmente, se debe referir que no se cuenta con estudios específicos que permitan realizar algún tipo de comparaciones sobre los valores que se pueden alcanzar para la vegetación de selva baja perennifolia. No obstante, considerándose la estructura de vegetación y el ambiente dentro del cual se desarrolla la misma, de manera particular se considera como un valor de importancia ecológica alta.

Con estos valores, resulta importante el cálculo de la equidad de la comunidad, la cual permite conocer el grado de uniformidad en la repartición de la abundancia de los individuos entre las especies encontradas en el área muestreada. Por ello el valor obtenido para el estrato arbóreo es de 0.63. Este valor indica que, en la selva baja perennifolia se manifiesta una regular distribución de las abundancias y donde *Thrinax radiata* (chit) polariza las distribuciones al ser la especie dominante. No obstante, sigue sujeta a un desarrollo natural y tendiente a mantener cierta riqueza específica.

La consideración final indica que existe un alto grado de conservación de este ecosistema y donde no es evidente ningún tipo de daños en su estructura ocasionados por algún tipo de evento natural o artificial, por lo que se considera un estricto desarrollo natural.

ii) Vegetación secundaria arborescente derivada de selva baja.

Esta franja de vegetación fue ubicada hacia la porción central de la Propiedad Privada, misma que se extiende hacia el noroeste donde paulatinamente se va transformando en la selva baja perennifolia con *Thrinax radita* (chit) antes descrita. Por lo que la misma se extiende a manera de una media luna desde la vialidad de acceso hasta el lindero oeste de Propiedad Privada. Es por ello que el punto de observación correspondió con la coordenada X = 466,237, Y = 2'253,268.

Se considera que esta vegetación es resultado del desmonte y abandono de la selva antes referida. Por lo anterior, se ubica en una zona no sujeta a inundación y que se ubica por arriba de los 2

msnm. Por lo que se manifiesta vegetación de baja altura (4-6 m) y con presencia de individuos de baja talla de 2-5 cm en DAP. En este caso, se registra un solo estrato alto y a unos 6 m de altura. El cual integra individuos arborescentes dispersos que alcanzan tallas por arriba de lo 10 cm en DAP y donde solamente están representadas por *Acacia collinsii* (cornezuelo), *Bursera simaruba* (chaka) y *Thrinax radiata* (chit).

Asimismo, se presenta un estrato arbustivo alto y de hasta 6 m dominado por individuos de *Caesalpinia yucatanensis* (chakteviga), *Croton glabellus* (perezkuts), *Enriquebeltrania crenatifolia*, *Pithecellobium keyense* (ya'ax k'aax), entre otros. Todos ellos se ubican por debajo de los 5 cm en DAP.

El suelo en el área sigue siendo de tipo Leptosol (Litosol-Rendzinas), de color pardo claro, somero, muy rocoso y pedregoso.

Para esta vegetación se obtuvieron estimaciones de densidad para las especies arbóreas, cuyos valores se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 18. Densidad de las especies arbóreas en la vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (Ind/Ha)
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Cornezuelo	4
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	24
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	32
		TOTAL	60



Fotografía IV. 30. Presencia de individuos con tallas menores a los 5 cm en diámetro la vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.



Fotografía IV. 31. Gran cobertura de las especies arbustivas vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.



Fotografía IV. 32. Estrato herbáceo del todo ausente en algunos puntos de la vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.

Como es evidente únicamente se encontraron 3 especie arbóreas y 60 ind/Ha. Además, se considera a *Thrinax radiata* (chit) como el elemento dominante ya que integra cerca del 50% de los individuos muestreados.

De manera adicional, se obtuvieron los siguientes valores de densidad para el estrato arbustivo, mismo que se anotan en la siguiente tabla.

Tabla IV. 19. Densidad de las especies arbustivas de la vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (Ind/Ha m ²)
Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i>	Perezkuts	2,241
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	127
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Cruceta	76
Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Chakteviga	51
		TOTAL	2,496

Para la vegetación secundaria arbustivas se encontraron 4 especies y se alcanza hasta un total de 2,496 ind/Ha. En este caso, se tiene la dominancia de *Croton glabellus* (perezkuts) con 2,241 ind/Ha, es decir, integra cerca del 90% de los individuos de esta asociación.

Finalmente, se obtuvieron los valores de densidad para el estrato herbáceo, mismos que se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 20. Densidad de herbáceas en la vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (Ind/Ha)
Acanthaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i>	Julub	1,288
Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i>	Perezkuts	1,239
Rubiaceae	<i>Randia aculata</i>	Cruceta	470
Malvaceae	<i>Malvoaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	342
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Ya'ax k'aax	256
Poaceae	<i>Laciasis divaricata</i>	Bambu	240
Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>	Guayabillo	198
Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Chakteviga	113
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	48
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Cornezuelo	46
Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i>	Trompillo	43
		TOTAL	4,285

Para este estrato se observa una mayor diversidad, por lo que se encontraron 11 especies y se alcanza hasta un total de 4,285 ind/Ha. En este caso, se tiene la dominancia de *Bravaisia tubiflora* (julub), con 1,288 ind/Ha y de *Croton glabellus* (perezkuts) con 1,239 ind/Ha. En este caso, ambas especies llegan a integrar cerca del 60% de los individuos de esta asociación.

iii) Vegetación secundaria arbustiva derivada de selva baja.

Esta nueva franja de vegetación fue ubicada hacia la zona sur de la Propiedad Privada y de manera intercalada entre el bajo con *Bravaisia tubiflora* (julub) y la vegetación secundaria arborescente antes descrita. Es por ello que el punto de observación correspondió con la coordenada X = 466,196, Y = 2'253,154.

De nueva cuenta, se considera que esta vegetación es resultado del desmonte y abandono de la selva baja perennifolia con *Thrinax radiata* antes referida y en una fase más reciente que esta última. Por lo anterior, se sigue ubicando en una zona no sujeta a inundación y topográficamente por arriba de los 2 msnm. Además de que se manifiesta vegetación muy densa, de baja altura (2-3 m) y con presencia de individuos de baja tallas menores a 2 cm en DAP. Por lo tanto, en este caso, se registra un solo estrato bajo y a unos 3 m de altura. En el cual se observa la distribución de elementos arbustivos con dominancia *Croton glabellus* (perezkuts).

Como se ha citado, para todas las asociaciones selváticas el suelo en el área sigue siendo de tipo Leptosol (Litosol-Rendzinas), de color pardo claro, somero, muy rocoso y pedregoso.

Por lo anterior, para esta asociación únicamente se obtuvieron valores de densidad, mismos que se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 21. Densidad de las especies en la vegetación secundaria arbustiva derivada de la selva baja perennifolia.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (Ind/Ha)
Acanthaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i>	Julub	3,502
Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i>	Perezkuts	3,502
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Ya'ax k'aax	1,627
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	707
Euphorbiaceae	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i>		672
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Tulipancillo	566
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	495
Fabaceae	<i>Gliricidia maculata</i>	Sakiap	460
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	318
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Flor de caballero	318
Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Chakteviga	283
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Cariñosa	283
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Cornezuelo	248
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	141
Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i>	Trompillo	71
Nyctaginaceae	<i>Neea tenuis</i>	Tadzi	71
Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i>		71
Capparidaceae	<i>Capparis flexuosa</i>		35
Capparidaceae	<i>Capparis cynophallophora</i>		35
		TOTAL	13,406



Fotografía IV. 33. Presencia de individuos con tallas menores a los 5 cm en diámetro la vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.



Fotografía IV. 34. Gran cobertura de las especies arbustivas vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.



Fotografía IV. 35. Estrato herbáceo del todo ausente en algunos puntos de la vegetación secundaria derivada de la selva baja perennifolia.

Para esta vegetación se observa la mayor diversidad, por lo que se encontraron 19 especies y se alcanza hasta un total de 13,406 ind/Ha. En este caso, se tiene la dominancia de *Bravaisia tubiflora* (julub) y de *Croton glabellus* (perezkuts) con 3,502 ind/Ha respectivamente.

iv) Espacios desmontados.

Ene te caso, hacia la coordenada X = 466,200, Y = 2'253,359 lo que corresponde con el lindero noroeste de la Propiedad Privada, se ha encontrado un área que ha sido desmontada parcialmente de manera reciente. En este caso, se desconoce las causas y más aún que se hizo con los productos del desmonte ya que el sitio no tiene acceso puesto que toda la propiedad se encuentra rodeada de malla metálica a una altura de 2 m.



Fotografía IV. 36. Vista de las áreas desmontadas en la colindancia noroeste del predio de interés.



Fotografía IV. 37. Espacios abiertos han surgido luego de los desmontes realizados de manera reciente.

IV.3.2.1 LISTADOS DE ESPECIES.

En la Tabla IV. 22, se hace referencia a la distribución de 56 distribuidas en 29 familias botánicas que integran la vegetación de duna costera, humedales y selva en el predio de interés, por ello éstas han sido arregladas en orden alfabético.

Tabla IV. 22. Lista de especies de la vegetación de selva en el área del proyecto.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Acanthaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i>	Julub
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	verdolaga de mar
Amaranthaceae	<i>Alternanthera ramosissima</i>	
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem
Apocynaceae	<i>Echites yucatanensis</i>	
Apocynaceae	<i>Rhabdadenia biflora</i>	
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	
Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i>	
Asteraceae	<i>Melanthera nivea</i>	
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Sikimay
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	siricote de playa
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaka
Capparidaceae	<i>Capparis flexuosa</i>	
Capparidaceae	<i>Capparis cynophallophora</i>	
Celastraceae	<i>Elaeodendron xylocarpum</i>	
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo
Combretaceae	<i>Terminalia cattapa</i>	almendro
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	
Cyperaceae	<i>Cyperus odoratus</i>	
Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i>	Perezkuts

Tabla IV. 22. Lista de especies de la vegetación de selva en el área del proyecto.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Euphorbiaceae	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i>	
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Cornezuelo
Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Chakteviga
Fabaceae	<i>Desmanthus virgatus</i>	
Fabaceae	<i>Gliricidia maculata</i>	Sakiap
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Ya'ax k'aax
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidæfolia</i>	Sakpah
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Tulipancillo
Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i>	Trompillo
Malvaceae	<i>Malva viscus arboreus</i>	Tulipancillo
Malvaceae	<i>Thespesia populnea</i>	Milo
Malvaceae	<i>Waltheria americana</i>	Pichiche
Myrsinaceae	<i>Ardisia escallonioides</i>	Plomoche
Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>	Guayabillo
Nyctaginaceae	<i>Neea tenuis</i>	Tadzi
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Cariñosa
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Pata de gallo
Poaceae	<i>Laciasis divaricata</i>	Bambú
Poaceae	<i>Panicum amarum</i>	
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacate guinea
Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>	
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob
Polygonaceae	<i>Coccoloba swartzii</i>	Uvero
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar
Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i>	
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Cruceta
Simaroubaceae	<i>Suriana marítima</i>	Pantzil
Solanaceae	<i>Solanum donianum</i>	
Theophrastaceae	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	Chaksikin
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Pixoy
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Flor de caballero
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de playa
Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i>	

IV.3.2.2. USOS DE LA VEGETACIÓN EN LA ZONA.

a) Especies de uso local.

El predio en donde se desea llevar cabo la implementación del proyecto se ubica en una zona de características naturales y no se hace uso de los recursos vegetales que ahí se encuentran. No obstante, ésta se ubica de manera alemana a las ciudades de Tulum y Akumal, por lo que existe

la posibilidad de que se lleve a cabo la tala de maderas para la edificación de viviendas tradicionales.

b) *Especies de importancia para las etnias.*

En la zona del proyecto de interés no existe ningún grupo étnico establecido. No obstante, se puede considerar que se distribuyen especies que pudieran ser de interés cultural como es: *Bursera simaruba* (chaka), la cual tiene amplias propiedades medicinales; *Metopium brownei* (chechem) una de las especies tóxicas de mayor relevancia en los ecosistemas naturales.

c) *Especies de interés comercial.*

A pesar de que en el predio de interés existen condiciones para el desarrollo de la vida natural, en la zona no se distribuyen especies que pudieran tener algún interés comercial, como es el caso del cedro (*Cedrela odorata*) o la caoba (*Swietenia macrophylla*). Las cuales son consideradas como maderas preciosas y sobre las cuales existen programas de aprovechamiento. Por el contrario, existe una predominancia de especies de maderas dura tropicales, las cuales no tienen un uso en la región a no ser como postes y trozas para la construcción de tejabanos, palapas, etc.

d) *Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables.*

- *Especies endémicas.*

El endemismo de la flora de la región está referido a la unidad Fisiográfica que es la Península de Yucatán, misma que se considera como una gran plataforma que se origina de la sedimentación de materiales calcáreo. La carencia de una topografía accidentada en esta vasta región hace que exista una homogeneidad en la zona, lo cual es evidente en la región que se constituye básicamente de un gran ecosistema selvático, mismo que se extiende a las porciones interiores de la zona continental, por ello en la **Tabla IV.23** se presenta la lista de especies que se distribuyen en el predio de interés.

Tabla IV. 23. Lista de especies endémicas de la Península de Yucatán.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Euphorbiaceae	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i>	
Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Chakteviga
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Mahahua
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sakpah

- *Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.*

De acuerdo con los resultados de los trabajos de campo, se detectó la distribución de cuatro especies incluidas dentro de la Norma Oficial Mexicana, mismas que se relacionan en la **Tabla IV.24**.

Tabla IV. 24. Lista de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA
Areaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Amenazada
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	Amenazada

IV.3.3. FAUNA

Se reconoce que la fauna se distribuye conforme a características del hábitat, tales como: la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación (entendida como la actividad atribuible al hombre). De acuerdo a lo anterior y a la ubicación del Proyecto se puede mencionar que la fauna presente dentro del área del predio es probable experimente fuerte intervención, debido a la naturaleza urbana de la zona y la reducción de los espacios arbolados y con vocación forestal.

Con el fin de conocer de manera más precisa las especies de vertebrados terrestres presentes en el inmueble urbano bajo estudio, se procedió a realizar una valoración de la fauna. Por lo que las observaciones estuvieron dirigidas para cada grupo de vertebrado (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), así como también las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables.

- *Revisión de literatura*

Con el fin de obtener el mayor reconocimiento posible de la fauna de la región, se revisaron listados y trabajos elaborados previamente en el área de influencia del Proyecto. En la **Tabla IV.25** se presenta una comparación de la fauna silvestre con ocurrencia regional.

Tabla IV. 25. Comparativo de la fauna silvestre regional y local.

GRUPO	PENÍNSULA DE YUCATÁN	QUINTANA ROO
Anfibios	43	22
Reptiles	139	106
Aves	528	483
Mamíferos	84*	114
TOTAL	794	725

Por otra parte, en el predio se cuenta con una cobertura de selva baja perennifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva. Además, el predio presenta un nivel medio de perturbación antropocéntrica mediante la presencia de zonas habitacionales al sur, el aeródromo de Tulum al norte y además de la Carretera Federal 307 Tulum-Playa del Carmen. No obstante lo anterior, el ecosistema incluye la presencia de diversos nichos y áreas de oportunidad para el desarrollo de la fauna silvestre.

- *Metodología de muestreo para cada grupo de fauna.*

Con el fin de conocer de manera precisa las especies de vertebrados presentes en área del Proyecto se procedió a realizar una valoración rápida de la fauna. Durante dos días, a lo largo de este tiempo se aplicó un plan de acciones para conocer las especies existentes en el predio. Primeramente, se realizó un recorrido de prospección para la valoración del terreno y puntos de probable presencia de la fauna.

- *Métodos de muestreo y registro empleados.*

MUESTREO DIRECTO (MD). Este método consistió en la observación directa de los organismos en su hábitat y bajo sus condiciones normales de actividad. Por lo general, en campo existe poca la probabilidad de observarlos directamente. Mediante los recorridos preliminares realizados para el área de afectación del Proyecto se lograron reconocer la estructura general de la vegetación en el predio y los posibles puntos para los muestreos directos de fauna.

MUESTREO INDIRECTO (MI). Dada la baja probabilidad de registro de algunos organismos por el método de observación directa, se implementaron los métodos indirectos. Este tipo de método se basa en el registro de fauna mediante rastros y señales de actividad que van dejando a su paso por la vegetación y hábitats. A continuación, se describen estos dos métodos para cada uno de los grupos de fauna anteriormente descritos.

ANFIBIOS Y REPTILES

(MD) Para el registro mediante observación directa de estos grupos se realizaron recorridos a lo largo de los transectos y en las áreas donde se encuentra presente la vegetación. Se removieron piedras, se revisaron troncos y ramas de vegetación en pie para el registro de estas especies.

(MI): También se buscaron rastros y señales de actividad de algunas especies de reptiles, como son las camisas o pieles cambiadas de las serpientes, así como algunos sonidos.

Para la identificación de especies se utilizaron las guías de campo de Lee (2000), Campbell (1998), así como el ordenamiento filogenético y la nomenclatura recopilada por Flores-Villela *et al.* (1995).

AVES

Para la observación y detección de las especies en el área se hicieron recorridos a lo largo del área de estudio.

MD: Para su registro se consideraron todos los organismos en vuelo y los perchados, así como los encontrados en las áreas adyacentes al predio.

MI: Las evidencias indirectas que se buscaron consistieron en la presencia de plumas, ya sea como producto de mudas o de restos de la depredación por otros organismos, así como de la presencia de nidos en las ramas o en oquedades de los árboles.

El levantamiento de datos se realizó con el registro tanto visual como auditivo de las especies. El segundo tipo de registro mencionado permitió el reconocimiento de la mayoría de las especies de aves.

Como apoyo para la identificación de aves se utilizaron guías de aves en campo (Howell, S. y S. Webb. 1995; National Geographic Society. 1987; Peterson, R. y E. Chalif. 1973). La observación fue realizada con la ayuda de binoculares para una observación más detallada.

MAMÍFEROS

El objetivo de los recorridos aplicados a este grupo animal, fue el lograr la observación directa de especies o bien, su registro. En general se siguieron las rutas de muestreo utilizadas para los otros grupos animales, verificando la presencia de mastofauna en el sustrato o en vegetación.

MD: La presencia de los mamíferos de talla mediana y grande se registró mediante métodos directos (registro visual o auditivo).

MI: El registro indirecto fue por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) según las sugerencias hechas por Aranda (2000) y Reid (1997).

El ordenamiento filogenético y la nomenclatura utilizada para los taxa se tomó de Ramírez-Pulido *et al.*, (1996).

IV.3.3.1. LISTADO DE ESPECIES REGISTRADAS.

En la **Tabla IV.26** se encuentra la lista taxonómica de las especies de vertebrados registradas a través de las observaciones realizadas en el área del proyecto



Fotografía IV. 38. Lagartija (*Anolis sagrei*)



Fotografía IV. 39. Tordo (*Dives dives*)



Fotografía IV. 40. Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*)

Tabla IV. 26. Listado de especies registradas.

Grupo	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común
Amphibia	Anura	Bufoidea	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo común
	Anura	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana lechosa
	Testudines	Emyridae	<i>Trachemys scripta</i>	Jicotea
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana
	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada
	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	lagartija espinosa de Cozumel
	Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis sagrei</i>	Chintete
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela
	Charadriiforme	Laridae	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora
	Falconiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca

		Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina aserrada yucateca
	Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor
		Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco
		Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira
		Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	Bolsero
		Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
		Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical
		Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario
		Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo
		Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical
		Tyrannidae	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea
		Tyrannidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca
	Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata
	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón
		Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
		Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra
	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache
	Rhodentia	Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla

Como es evidente y luego de las observaciones realizadas se ha identificado la distribución de los 4 grupos de vertebrados mayores; además de la presencia de 30 especies de la fauna silvestre pertenecientes a 20 Familias.

IV.3.3.2. COMPOSICIÓN TAXONÓMICA Y RIQUEZA ESPECÍFICA.

Durante el trabajo de campo se lograron recopilar 106 registros correspondientes a 30 especies de vertebrados terrestres, por lo que la composición taxonómica se muestra en la **Tabla IV.27**.



Fotografía IV. 41 Tirano tropical (*Tyrannus melancholicus*).



Fotografía IV. 42. Zanate (*Quiscalus mexicanus*).



Fotografía IV. 43. Fragata (*Fregata magnificens*)

Tabla IV. 27. Composición taxonómica de la fauna vertebrada registrada en la Propiedad Privada en Akumal

Clase	Orden	Familia	Especies
Anfibios	1	2	2
Reptiles	2	5	5
Aves	6	11	18
Mamíferos	3	4	5
Total	12	22	30

El registro de las 30 especies identificadas para la *Propiedad Privada* de interés, visto en términos de porcentaje se muestra en la **Figura 4.19**.

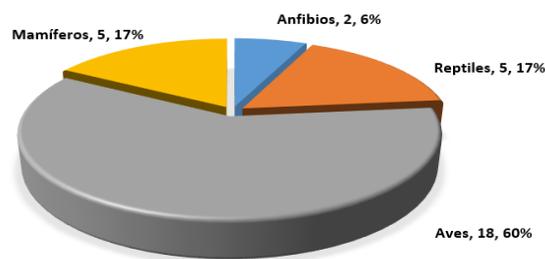


Figura IV. 25. Porcentajes de registros por clase taxonómica.

De estas cifras obtenidas se deriva que un 6% del total de la riqueza de la fauna silvestre corresponde con el grupo de los Anfibios (2 especies). En segundo término, se ubican los grupos de Reptiles y Mamíferos con 17% (5 especies cada uno). Finalmente, las Aves integran el grupo más común en la zona con el 60% (18 especies) de los registros obtenidos.

Las consideraciones de riqueza de especies encontradas en el período de muestro deberán tener en cuenta factores como la estacionalidad, perturbación humana, disponibilidad de alimento, protección contra los elementos y fuentes de agua. Además y considerado la ubicación de la franja costera dentro de una ruta migratoria, por lo que hacia la temporada invernal es muy probable que se incremente la presencia de especies del grupo de las Aves. No obstante, se considera valioso realizar un análisis preliminar de la importancia relativa de los diversos grupos. Por otra parte, se debe considerar la ubicación de la *Propiedad Privada* dentro de la zona urbana de la ciudad de Akumal y donde aún prevalecen condiciones cercanas a lo natural.

- *Abundancia relativa.*

El cálculo de la abundancia relativa de las 30 especies de vertebrados terrestres registrados en la *Propiedad Privada* de interés se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 28. Abundancia proporcional de la fauna registrada en el predio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	NÚMERO DE REGISTROS	ABUNDANCIA RELATIVA
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina aserrada yucateca	20	18.87
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	12	11.32
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	10	9.43

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	NÚMERO DE REGISTROS	ABUNDANCIA RELATIVA
<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	10	9.43
<i>Icterus</i>		8	7.55
<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora	5	4.72
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata	4	3.77
<i>Coragyps atratus</i>		3	2.83
<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	3	2.83
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	3	2.83
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	3	2.83
<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	3	2.83
<i>Anolis sagrei</i>	Chintete	2	1.89
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	2	1.89
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	2	1.89
<i>Sciurus deppii</i>	Ardilla	2	1.89
<i>Incilius valliceps</i>	Sapo comun	1	0.94
<i>Smilisca baudinii</i>	Rana lechosa	1	0.94
<i>Trachemys scripta</i>	Jicotea	1	0.94
<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	1	0.94
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Igartija espinosa de Cozumel	1	0.94
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	1	0.94
<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	1	0.94
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	1	0.94
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	1	0.94
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	1	0.94
<i>Nasua narica</i>	Tejón	1	0.94
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	0.94
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra	1	0.94
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	1	0.94
	TOTAL	106	100.00

De acuerdo con los valores de la tabla referida, se tiene que los valores de abundancia relativa indican que el mayor aporte está representado por la golondrina aserrada yucateca (*Stelgidopteryx serripennis*) con 18.87%. Este valor deriva de su distribución en parvadas y que representan hasta 20 avistamientos. Por su parte, los Mamíferos suelen presentarse como individuos solitarios y siempre desplazándose con suma ligereza, por lo que contribuyen con tan solo 0.94.

- *Diversidad de especies.*

Los valores obtenidos en relación al Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') para cada especie que ha sido registrada se presentan en la **Tabla IV.29**.

Tabla IV. 29. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para cada especie registrada.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	INDIVIDUOS	pi	Ln pi	pi*Ln pi
<i>Incilius valliceps</i>	Sapo	1	0.01	6.73	0.06
<i>Smilisca baudinii</i>	Rana lechosa	1	0.01	6.73	0.06
<i>Trachemys scripta</i>	Jicotea	1	0.01	6.73	0.06
<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	1	0.01	6.73	0.06
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	10	0.09	3.41	0.32
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa	1	0.01	6.73	0.06
<i>Anolis sagrei</i>	Chintete	2	0.02	5.73	0.11
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	1	0.01	6.73	0.06
<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora	5	0.05	4.41	0.21
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	3	0.03	5.14	0.15
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	2	0.02	5.73	0.11
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina aserrada yucateca	20	0.19	2.41	0.45
<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	3	0.03	5.14	0.15
<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	1	0.01	6.73	0.06
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	1	0.01	6.73	0.06
<i>Icterus</i>		8	0.08	3.73	0.28
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	12	0.11	3.14	0.36
<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	10	0.09	3.41	0.32
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	1	0.01	6.73	0.06
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	3	0.03	5.14	0.15
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	3	0.03	5.14	0.15
<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	3	0.03	5.14	0.15
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	2	0.02	5.73	0.11
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata	4	0.04	4.73	0.18
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	1	0.01	6.73	0.06
<i>Nasua narica</i>	Tejón	1	0.01	6.73	0.06
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	0.01	6.73	0.06
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra	1	0.01	6.73	0.06
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	1	0.01	6.73	0.06
<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla	2	0.02	5.73	0.11
		106			4.17

En el área del proyecto, se ha registrado la presencia de 30 especies y 106 avistamientos, por lo que el índice de Shannon-Wiever indica la existencia de una diversidad faunística del orden de 4.17. Este valor se considera como alto y propio para una zona donde aún prevalecen características naturales, aunque finalmente, se puede referir cierta influencia de las actividades humana como es propio de la zona costera en la ciudad de Akumal donde existen algunas edificaciones.

Si se analizan los resultados de abundancia y número de especies se puede ver que los números en cuanto a organismos por especies, son similares en la mayoría de los casos, es decir, la distribución de las diferentes especies de fauna silvestre dentro del ecosistema sigue una distribución de 1 a 20 avistamientos, por lo tanto, puede inferirse que su estructura espacial es heterogénea dentro de los diferentes ambientes que se manifiestan en la zona.

Además, la relativa diversidad de ambientes propiciados por la estructura de la vegetación, favorecen la presencia de espacios propicios para proliferación de frutos, insectos y crustáceos que representan fuentes de alimento para diversas especies de Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos. Asimismo, la existencia de fuentes de agua dulce en el sitio es también un elemento atractivo para la fauna silvestre (Anfibios), se han registrado al menos 3 pequeñas aguadas hacia la porción suroeste- Además de la presencia de parches densos de vegetación como lugares de refugio y anidación.

- *Indicadores biológicos.*

Una especie indicadora es un organismo cuya presencia, ausencia o abundancia refleja una condición ambiental específica. Las especies indicadoras pueden ser señal de un cambio en la condición biológica de un ecosistema en particular, por lo tanto, pueden ser utilizadas como indicadores para diagnosticar la salud de un ecosistema. Sin embargo, estas afirmaciones se debe hacer comparando los datos históricos a través del monitoreo permanente y bajo la misma metodología. En este caso, se debe considerar que se puede dar la variación en el número de las diferentes especies vinculado los eventos naturales.

Al respecto, se considera que en los alrededores de la *Propiedad Privada* existe cierta actividad antrópica, por lo que hacia la zona litoral deambulan paseantes y turistas de las villas turísticas y hoteles cercanos, algunos de ellos cuentan con mascotas que pueden azuzar a la fauna silvestre. Además, existe una vialidad de acceso hacia la colindancia este y noreste del predio. Además de que existen varias viviendas y otro tipo de infraestructura. Situación que puede contribuir en los hábitos de las distintas especies.

En este caso, se registraron 2 especies de anfibios, *Incilius valliceps* (sapo común) y *Smilisca baudinii* (rana lechosa), los cuales están asociados a una serie de aguadas existentes, aunque las mismas susceptibles a la desecación en la temporada de secas. Por lo que estos organismos son importantes en su monitoreo.

Por otra parte, en el predio se ha registrado al menos una especie con el estatus de introducida a México, como el chintete (*Anolis sagrei*), se considera que esta puede competir por el mismo hábitat con otras lagartijas como *Anolis sericeus* y *Phyllodactylus* spp. Por lo que se debería monitorear su población.

Para el predio de interés, los organismos que mayormente se encontraron correspondieron con el grupo de las Aves (60%). Por lo que se registraron algunas que son muy comunes y que suelen convivir cerca de ser humano, como el zanate (*Quiscalus mexicanus*), cenizote (*Mimus gilvus*), etc. Además, estas especies se encuentran asociadas comúnmente a varios tipos de vegetación existentes en la región debido a su amplio rango de tolerancia a los cambios del medio.

Asimismo, para la zona resulta importante la presencia de las líneas de tendido eléctrico en la que acostumbran posarse diversas especies como las ya mencionadas además de luís gregario (*Myiozetetes similis*). Todos estos organismos realmente son muy comunes dentro de las zonas urbanas.

Hacia uno de los inmuebles ubicados de manera aledaña, se observó un individuo de garza tigre (*Trigrisoma mexicanum*), así como de chachalaca (*Ortalis vetula*). Por lo que son especies de interés que se distribuyen dentro de las zonas urbanas y que persiste su presencia a pesar de ser organismos de tallas relativamente grandes.



Fotografía IV. 44. Garza tigre (*Trigrisoma mexicanum*)

- *Especies de interés particular.*

Como resultado de las observaciones realizadas se identificaron 2 especies consideradas como endémicas: la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*) y el bolsero yucateco (*Icterus auratus*).

Además, se han incluido 5 especies enlistadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), por lo que se encuentran incluidas dentro de alguna categoría de riesgo, y por tanto, son prioritarias en su protección. Por ello en la **Tabla IV.30** se representa el estatus de conservación.

Tabla IV. 30. Especies de fauna Incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y en la Lista Roja de la IUCN.

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010			UICN
ANFIBIOS	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	A			Preocupación Menor
REPTILES	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	A			Preocupación Menor
	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa		Pr		Preocupación Menor
AVES	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela		Pr		Preocupación Menor
	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre		Pr		Preocupación Menor

Adicionalmente, se muestran las imágenes de algunas de estas especies.



Fotografía IV. 45. Iguana gris (*Ctenosaura similis*)



Fotografía IV. 46. Lagartija espinosa (*Sceloporus cozumelae*)

IV.4. PAISAJE

IV.4.1. LA VISIBILIDAD.

Hacia el interior del inmueble la visibilidad es contrastante, lo anterior debido a la zona norte densa cobertura que impone la presencia de la selva baja perennifolia, el humedal con manglar, así como la vegetación secundaria. En este caso, se manifiestan distintos estratos naturales (arbóreo, arbustivo y herbáceo). Asimismo, se considera de gran relevancia la presencia de una topografía sensiblemente plana y libre de toda clase de accidentes de importancia. De esta manera, todas las formaciones se encuentran en un solo plano lo que limita fuertemente la visibilidad. Hacia la zona sur se manifiesta una depresión donde se distribuye *Bravaisia tubiflora* (julub), la cual alcanza alturas apenas por arriba de los 2 m, por lo que se puede tener una visión más amplia del paisaje.

IV.4.2. LA CALIDAD PAISAJÍSTICA.

El inmueble de inmueble se encuentra ubicado tierra adentro, por lo que la vista hacia el mar Caribe es limitada. Además de que existe una serie de edificaciones de 1 a 3 niveles que impiden vistas panorámicas de la zona marina. Ahora que, desde el punto de vista biológico, existe una regular calidad paisajística, debido a que en la zona prevalece el incipiente componente urbano y un ecosistema selvático con cierta fragmentación y en el cual se manifiesta cierta intervención por parte del ser humano (presencia de las vialidades de acceso, algunas edificaciones ubicadas al este, etc.). No obstante, se considera que aún existe una cobertura del 80-100% por parte de la vegetación y cuya visibilidad apenas alcanza los 10-15 m. Además, la estructura de la vegetación es de un ecosistema en fase temprana de desarrollo y abundan las especies propias de ecosistemas secundarios como es *Cecropia peltata* (guarumbo), *Viguiera dentata* (tahonal), entre otras.

IV.4.3. CARACTERÍSTICAS INTRÍNSECAS DEL SITIO.

De acuerdo con la manera de cómo se han desenvuelto los distintos eventos que caracterizan a la zona de interés, se puede determinar la presencia de un paisaje sumamente frágil. Lo anterior ha quedado evidente ante la presencia de los distintos eventos hidrometeorológicos que han afectado la región, por lo que sin duda Gilberto (1988) y Wilma (2005) son eventos imborrables en la historia natural de la Entidad. Después de estos eventos, se observa un deterioro del ecosistema ya que fueron derribadas una gran cantidad de especies arbóreas, la caída de ramas de los estratos más altos y la defoliación de prácticamente el 100% de los individuos. Ante este

tipo de eventos, se deberá esperar la recuperación de la calidad de los recursos naturales de la región, lo que se ve reflejado en ecosistemas de baja altura, tallos bifurcados y extensas zonas cubiertas de vegetación secundaria. Solamente que estos eventos pueden ser de naturaleza tardía y de difícil pronóstico.

IV.4.4. CALIDAD VISUAL.

En el sistema ambiental prevalece una cobertura de vegetación natural: dunas costeras, selvas bajas, humedales, vegetación secundaria, etc. Es por ello que se considera la existencia de alta calidad visual. Si se agrega la presencia de litoral con el mar Caribe hacia el extremo oriente del sitio de interés sin duda que se tendrá una de los paisajes de mayor belleza y que ha dado fama a todo el Caribe Mexicano en el ámbito mundial. Esta es una de las razones por las cuales se pretende llevar a cabo el desarrollo del proyecto, es decir, la promotora justifica el desarrollo del proyecto debido precisamente a la calidad visual del paisaje.

IV.4.5. CALIDAD DEL FONDO ESCÉNICO.

Como se ha referido en los incisos anteriores, el fondo escénico de la región queda enmarcado dentro del paisaje generado por las tonalidades azul-turquesa de las aguas del mar Caribe. Sin duda que este es un escenario que ha dado vida al proyecto turístico más importante en el ámbito internacional y que genera la principal actividad en el estado de Quintana Roo. Es por ello que se pretende el desarrollo de un proyecto acorde con el cumplimiento de la normatividad ambiental y que permita el aprovechamiento de espacios de la más alta calidad escénica.

IV.4.6. FRAGILIDAD.

De acuerdo con la manera de cómo se han desenvuelto los distintos eventos que caracterizan a la zona de interés, se puede determinar la presencia de un paisaje sumamente frágil. Lo anterior ha quedado evidente ante la presencia del huracán Wilma, que azotó en la zona en el mes de octubre del 2005. Después de cerca de 9 años de la manifestación de este evento, aún se puede observar que los ecosistemas se encuentran en fase de recuperación y asimilación del evento y aunque en muchas localidades se ha recuperado la cobertura, todavía se pueden observar especies arbóreas derribadas, árboles secos en pie, etc.

Asimismo, uno de los eventos que se esperan es la continuidad de la presencia humana en la zona, ya que existen vialidades principales de acceso. Ante este tipo de eventos, se deberá esperar la continuidad en el deterioro de la diversidad y los recursos naturales de la región.

No obstante lo anterior, el predio se ubica en una zona en donde los instrumentos de planeación como es el POET del Corredor Cancún Tulum indican que se puede aplicar una política de aprovechamiento y un uso Turístico, situación que se debe realizar bajo los criterios del desarrollo sustentable, situación que es del todo viable.

IV.4.7. FRECUENCIA DE PRESENCIA HUMANA.

Este aspecto se debe considerar bajo dos rubros: a) como asentamientos humanos en la zona. En este aspecto debe referir que actualmente existe escasa presencia humana en la zona, ya que los alrededores encuentran prácticamente despoblados y no hay asentamientos humanos. Inclusive existen pocas rancherías en la zona ya que la población se concentra en las localidades de Akumal y Tulum. Por otra parte y como se referido el **Proyecto**, se habrá de edificar en un inmuebles ubicado de manera cercana con la Carretera Federal 307 Reforma Agraria-Puerto Juárez. Por lo que se debe referir que esta es una vialidad donde circulan vehículos a gran velocidad aún durante la noche, lo que tiene sus repercusiones en el alejamiento de la fauna silvestre típica de la zona y, desde luego, en el deterioro del paisaje por la generación de ruido más allá de lo natural.

IV.5. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO.

IV.5.1. DEMOGRAFÍA.

Desde el 13 de marzo de 2008, se crea por decreto el municipio de Tulum, del cual la propia ciudad de Tulum es nombrada como la cabecera municipal. Situado hacia el extremo sur de la llamada Riviera Maya, uno de los principales destinos turísticos en el ámbito internacional donde se combina la belleza del paisaje natural marino y terrestre con importantes zonas arqueológicas y modernos centros de alojamiento.

En su integración regional, el municipio está compuesto por 170 localidades, de las cuales solo 17 son consideradas como representativas del municipio, distinguiéndose una gran dispersión de aquellas localidades menores de 50 habitantes. Por lo que el área rural está compuesta por 2 microrregiones para el desarrollo económico de las localidades que las integran, como es la microrregión de Cobá que su área de influencia está compuesta por las localidades de Macario Gómez, Francisco Uh May, Manuel Antonio Ay y San Juan de Dios, en cuya vocación se distingue el Turismo, Ecoturismo y Artesanal. Además de la microrregión de Chanchen I, donde su área de influencia comprende las localidades de Hondzonot, Chanchen Palmar, Sahacab Mucuy y Yaxche cuya vocación se distingue en el Ecoturismo y Agronegocios.

En la estrategia de desarrollo de los Centros Integradores de Desarrollo, cuyo objetivo es el de atender de manera integral con infraestructura básica las localidades nodales cuyo impacto beneficie a las comunidades que se encuentran en su área de influencia, permita en el mediano y largo plazo disminuir la dispersión poblacional y eficientizar la aplicación de la inversión pública, se han definido dentro del municipio 3 centros integradores, dos microrregionales que son la ciudad de Tulum con dos localidades en su área de influencia; Chanchen I con cuatro localidades en su área de influencia y Cobá como centro integrador rural con cuatro localidades.

En este sentido, al municipio de Tulum le corresponderá una población aproximada de 33,169 habitantes y ha mantenido una tasa de crecimiento poblacional del 7.7% en los últimos cinco años, el principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica. Además se considera que el 84.4% de la población se concentra en 4 localidades, Cd. Chemuyil, Akumal, Cobá y Tulum. Asimismo y en este caso, la población total de Akumal que es la más cercana al sitio del proyecto cuenta con 1,198 personas, de cuales 644 son masculinos y 554 femeninas. En este sentido, la población urbana representa el 73 por ciento de la población del municipio siendo la Ciudad de

Tulum la que se caracteriza por contar con esta población, cabe resaltar la continuidad que registra el proceso de urbanización de los asentamientos humanos.

Del total de mujeres en el municipio, 3,453 forman parte de la población económicamente activa, lo que equivale al 25.5 por ciento, de las cuales el 98.6 por ciento se encuentra empleada, proporción ligeramente superior a la media estatal, que es del 97.7% de ocupación en mujeres económicamente activas.

No obstante que las mujeres en el municipio de Tulum tienen una tasa de ocupación superior a la de los hombres que es del 97.5%, la tasa de participación económica de ellos es muy superior, asciende al 80.4% en tanto que la participación económica de las mujeres es de apenas un 35.6%, dato incluso inferior a la media estatal para las mujeres que es de un 40.1 por ciento, es decir, en Tulum las mujeres en edad de trabajar participan menos de actividades o empleos remunerados. A esto se suma que en promedio las mujeres en Quintana Roo perciben en promedio sueldos inferiores en un 52.0% a los de los hombres. De los 7,482 hogares censados en el municipio en 2010, 1,429 estaban a cargo de una mujer.

IV.5.2. MIGRACIÓN.

En el ámbito nacional, Quintana Roo se ubica entre las entidades con mayor movimiento migratorio en sus diversas modalidades (inmigración y emigración tanto nacional como intraestatal). Por su ubicación geopolítica con relación a la frontera sur con los países de Belice y Guatemala en particular; y en general, con el Caribe, este comportamiento demográfico adquiere especial relevancia en el escenario nacional, con una potencialidad impredecible debido a la natural vocación turística del Estado y a la atractiva ruta en que se ha constituido para el tráfico de indocumentados centroamericanos y asiáticos.

De acuerdo con las estimaciones del CONAPO (2010) se puede apreciar que los distintos municipios de estado de Quintana manifiestan valores variables en relación a los procesos migratorios. Así aquellos ubicados en la zona norte Benito Juárez, Isla Mujeres, Solidaridad y Cozumel se les considera como de gran atracción para el establecimiento de nuevos residentes; mientras otros como Felipe Carrillo Puerto y Tulum (sitio donde se desarrollará el Proyecto), se ubican como aquellos desde los cuales la población se encuentra estabilizada y donde de manera paulatina se ha venido reduciendo la carencia de servicios y espacios para el desarrollo de sus habitantes (**Figura IV.26**).

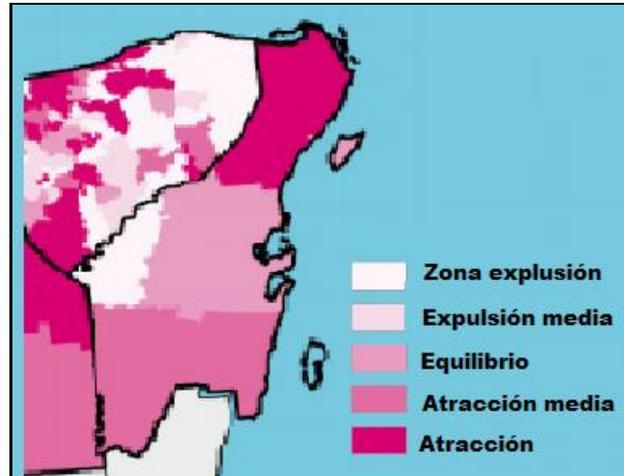


Figura IV. 26. Zonificación de los movimientos migratorios de la población en Quintana Roo

Por otra parte y para el caso específico de Quintana Roo, se mantienen importantes flujos migratorios desde los estados vecinos de Chiapas, Campeche, Tabasco y Yucatán; siendo Cancún y Playa del Carmen los principales centros hacia donde se da el flujo migratorio.

De manera adicional desde la zona central de la península se manifiestan flujos migratorios hacia el estado de Yucatán debido a cuestiones de parentesco, comercial y, sobretodo, de salud, considerando que la ciudad de Mérida en el vecino estado de Yucatán es el principal centro hacia donde ocurre la población en la búsqueda de resolver cualquier situación apremiante (Figura 4.21).

IV.5.3. GRUPOS ÉTNICOS

Los pueblos y comunidades indígenas aún no disfrutan de una situación social y económica propicia para el mejor desarrollo humano, en el municipio de Tulum el 26.1% de la población es indígena que representa el 4.7 por ciento de la población estatal y que se ubica tanto en las áreas rural y urbana (incluyendo la cabecera municipal que es la ciudad de Tulum).

En consideración al nivel social de las comunidades indígenas del medio rural, estas presentan grados de alta y muy alta marginación con 6,421 habitantes que se encuentran en estas condiciones distribuidas en 14 localidades rurales del municipio. Las características de las viviendas presentan condiciones muy diferenciadas, de 1,738 viviendas ocupadas en las comunidades indígenas el 13.0% se caracterizan por tener piso de tierra, el 4.5% carecen de energía eléctrica, el 31.0% no tienen agua en el interior de las viviendas y el 42.0% no cuentan con drenaje.

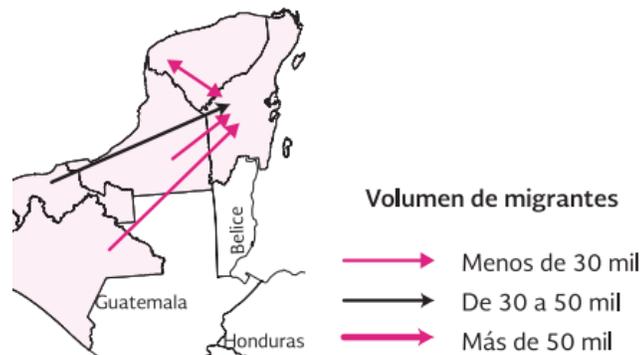


Figura IV. 27. Flujo de migrantes hacia la Península de Yucatán

IV.5.4. DESARROLLO URBANO Y MEDIO AMBIENTE

Se ha mencionado que en esta región se tienen las más altas tasas de crecimiento demográfico del país, motivo por el cual la composición poblacional está cambiando sustancialmente, puesto que la población es joven y se encuentra en edades productivas en gran proporción. Esta transición representa una gran aportación a la economía del municipio, pero al mismo tiempo significa mayor demanda de empleo y servicios públicos., por lo que el desarrollo y la planificación territorial, urbana y ambiental entrañan un reto de grandes dimensiones.

En los últimos años, el crecimiento urbano se ha dado prácticamente sin algún tipo de planeación y aunque el Programa de Desarrollo Urbano del centro de población de Akumal 2007-2032 muestra las áreas más viables para el desarrollo, el crecimiento se sigue dando de una manera desordenada dando lugar a los asentamientos irregulares. Es necesario reorientar el crecimiento urbano hacia donde sea más factible el suministro de servicios públicos, en base a tiempo y costo, sobre todo tomar en cuenta la fragilidad de los ecosistemas existentes.

Asimismo, es necesario asegurar una relación funcional entre las zonas de residencia, de recreación y de trabajo, de manera que los pobladores no se vean orillados a emprender grandes desplazamientos que provoquen pérdida de tiempo, congestionamientos vehiculares y otros efectos negativos en el corto plazo. Cada día es más evidente que la concepción del Ordenamiento Territorial y el Desarrollo Urbano plasmada en la legislación no responde ya a la problemática actual y que, por lo tanto, es preciso adecuarla, con una visión estratégica de crecimiento en el mediano y en el largo plazo.

En relación a los usos habitacionales, el número de viviendas durante los últimos 10 años ha tenido un crecimiento promedio muy alto, el incremento en la oferta de vivienda se encuentra por encima del crecimiento poblacional, aunque existe un sector de la población que tiene insatisfecha su demanda en materia de vivienda. En el año 2010 el municipio contaba con 10.294 viviendas, de las cuales a la ciudad de Tulum le corresponden cerca de 5,141 viviendas, lo que representa el 49.9% del total municipal.



Figura IV. 28. Viviendas totales en el municipio de Tulum.

Las características de la vivienda de todo el municipio, se distinguen por contar en promedio con dos cuartos y en las que el 92.2% cuentan con agua entubada ya sea fuera o dentro de la vivienda, el 4.6% tiene piso de tierra y el 83.9% cuentan con algún tipo de drenaje y el 94.7% de las viviendas habitadas cuentan con energía eléctrica.

El equipamiento urbano está constituido por la infraestructura básica en materia de educación, cultura, salud, asistencia social, administración pública, comercio y abasto, comunicaciones y transportes y recreación y deporte, la que presenta características diferenciadas en cuanto a su disponibilidad y carencias, distinguiéndose déficit en su cobertura, equipamiento, redistribución y modernización de los servicios.

El trazo urbano de la ciudad de Tulum está conformado por una irregularidad en la Zona Centro, el resto se caracteriza por una red ortogonal con ejes de comunicación terrestre de norte-sur y oriente-poniente, siendo uno de los ejes primario la carretera 307, así como un crecimiento hacia el poniente sobre los terrenos del ejido. Tulum presenta dos ejes carreteros: la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez paralela al mar y la otra perpendicular al mar que parte como camino a Punta Allen y se convierte en la carretera a Cobá y Mérida.

Los puntos más significativos son la carretera federal 307, por su función original de vía regional y la carretera a Coba y Mérida, por ser vía de comunicación alterna y de llegada al centro de población.

IV.5.5. URBANIZACIÓN.

- *Vías y medios de comunicación existentes.*

Dentro del municipio de Tulum, la Carretera Federal 307 es la principal vía de comunicación, la cual corre paralela a la costa en sentido norte-sur, a lo largo de su recorrido se encuentran las principales poblaciones como son: Tulum, Akumal, Ciudad Chemuyil. Así como los grandes hoteles y complejos turísticos del municipio y que forman parte de la Riviera Maya. La carretera, es actualmente una moderna autopista de cuatro carriles, y aunque es federal no es de cuota, de tal manera favorece no solo a la población del municipio sino también al turista tanto en el no pago en concepto de peaje, así como en la seguridad que en todos los aspectos brinda, circular por la misma.

Asimismo, se cuenta con la carretera estatal Tulum-Punta Allen, la cual es de gran relevancia ya que conduce hacia la Zona Hotelera de la ciudad, por lo que se cuenta con un solo cuerpo asfáltico de aproximadamente 14 m de ancho y cuenta con una ciclopista (**Foto 4.50**).

Por lo anterior y para favorecer la comunicación por vía terrestre, el municipio de Tulum cuenta en su infraestructura carretera con 311 kilómetros de los cuales:

- a) 161 kilómetros forman parte de la red estatal de caminos alimentadores;
- b) 110 kilómetros de caminos rurales; y,
- c) 40 kilómetros de la red federal que integran a las localidades del municipio al resto del estado.

De manera adicional se debe citar que a Tulum y Akumal acceden vehículos de transporte de pasajeros procedentes de las ciudades de Cancún, Chetumal y otros sitios de la Península de Yucatán, así como desde el centro del país. Por lo que en Tulum se cuenta con una Central Camionera con rutas y servicios de Primera y Segunda clase.



Fotografía IV. 47. Vista de la Carretera estatal Tulum-Punta Allen

- *Aéreo.*

El transporte aéreo en el municipio está restringido a dos aeródromos, uno ubicado en la localidad de Coba con una pista de aterrizaje de 1,850 m de longitud; y el segundo en la ciudad de Tulum, con una pista de aterrizaje de 1,800 m de longitud.

- *Teléfono.*

El municipio Tulum cuenta con servicio telefónico nacional e internacional, por lo que se cuenta con casetas en sitios abiertos que funcionan por medio de tarjetas. Este servicio se encuentra administrado principalmente por la compañía Teléfonos de México. En el caso de las localidades ubicadas en la Riviera Maya les corresponde la clave 984 para el servicio de larga distancia.

- *Telégrafo.*

El municipio Tulum recibe servicios de telegrafía por parte de Telégrafos Nacionales. La red telegráfica se compone de 1 administraciones que proporcionan el servicio a la comunidad.

- *Correo.*

El Municipio cuenta con este servicio, el cual es proporcionado por el Servicio Postal Mexicano. Existen 1 oficinas administrativas. Los servicios que ofrece esta empresa son el envío y entrega de: cartas y tarjetas, publicaciones periódicas, impresos, bultos, postales, correspondencia con franquicia, propaganda comercial y pequeños paquetes de forma nacional e internacional.

- *Radio.*

En el estado de Quintana Roo existen dos bandas de transmisión por radio, en la denominada amplitud modulada se cuenta con 15 estaciones, nueve de ellas son de tipo comercial y seis culturales. Por lo que se refiere a la frecuencia modulada existen 17 estaciones con de tipo comercial y una cultural.

IV.5.6. SERVICIOS PÚBLICOS.

- *Drenaje y alcantarillado.*

En la población de Akumal se cuenta con un servicio limitado de drenaje y alcantarillado. Por este concepto, se requiere de una gestión integral con el fin de crear una ciudad más saludable que ofrezca servicios sociales, ambientales y económicos a sus residentes. De esta forma, se requiere de incorporar prácticas como la reducción de la contaminación, la infraestructura verde para el control de drenajes, el uso eficiente de energía y la utilización de recursos generados en plantas residuales.

- *Relleno sanitario.*

En este caso, solamente la ciudad de Tulum cuenta con un relleno sanitario, mismo que está ubicado a 14 kilómetros al sur de la ciudad conduciendo sobre la carretera federal 307. Se estima que tiene una capacidad de 29 mil toneladas y una vida útil para dos años. Además, la primera celda tiene una superficie de 12 mil metros cuadrados. Adicionalmente, se cita que se atiende a la población mediante 5 vehículos recolectores de basura.

En el caso de Akumal, el manejo de los desechos de la localidad genera contaminación parcial, tanto por su disposición y distribución como por el hecho de la no clasificación y no separación de los mismos. Además, en el basurero municipal se genera contaminación por filtración de lixiviados al subsuelo. Por lo general se incineran los residuos incrementándose la filtración y mezcla de contaminantes, al subsuelo y a la atmósfera, por lo que al crecer aceleradamente este centro de población deberá de atenderse cuidadosamente este sector y apegado a la normatividad vigente.

- *Agua potable.*

Actualmente, la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) provee el suministro agua potable al pueblo de Akumal. En este caso, se cuenta como infraestructura un acueducto que proviene desde Chemuyil, un tanque elevado ubicado en el centro de población y un tanque

superficial ubicado en el acceso hacia la zona turística de Akumal. Además y de acuerdo con el PDU del centro de población en corto plazo se podrá dotar de este servicio a toda la zona turística integrada al centro de población. Asimismo y de conformidad con los estudios desarrollados por CAPA, se cuenta con la capacidad de los mantos freáticos de la zona para el adecuado abastecimiento incluyendo el largo plazo. Por lo que se tiene proyectado abastecer toda la zona entre Chemuyil y Paamul a través de un acueducto que iniciará con 12" de diámetro y terminará en 8".

- *Energéticos (combustibles).*

El suministro de energéticos en la región se realiza a través de 5 Estaciones de Servicio ubicadas en la ciudad de Tulum. Por lo que 3 de ellas están ubicadas hacia la zona norte de la ciudad y en la salida hacia Playa del Carmen, Una más al sur y en dirección hacia Felipe Carrillo Puerto y otras más en la salida hacia la localidad de Boca Paila

En todas las estaciones citadas se proporciona el servicio de distribución y venta de gasolina Pemex Magna, Pemex Premium y Pemex Diésel. Asimismo, se ofrece la venta de toda clase de aceites y lubricantes. La atención al público se efectúa durante las 24 horas del día (**Foto 4.51**).



Fotografía IV. 48. Vista de una de las Estaciones de Servicio ubicada sobre la carretera Tulum-Playa del Carmen

- *Electricidad.*

Este servicio se brinda a todo el municipio de Tulum, por medio de la Comisión Federal de Electricidad. El suministro hasta los hogares particulares es a través de tendido aéreo y por medio del contrato establecido por esta empresa. En el caso de Akumal, la CFE indica que deberá preverse una subestación eléctrica por cada 40,000 habitantes, la línea de alta tensión cruza el polígono para crecimiento urbano por la parte poniente.

Como infraestructura, se cuenta con una subestación que proporciona servicio al poblado. Para el crecimiento urbano, el tendido y distribución de las líneas de suministro de energía eléctrica deberá ser de forma subterránea en la mayoría del recorrido de éstas, para el caso de Akumal deberán ser al 100%. Además de la infraestructura básica es necesario incentivar la infraestructura en materia de telefonía y televisión por cable, subordinándola a un planteamiento integral.

- *Planta de tratamiento de Aguas residuales.*

Akumal cuenta con una planta de tratamiento de aguas negras con capacidad de 10 lt./seg. Esta se ubica hacia el extremo sureste del centro de población. En este mismo sentido, se deberá atender el drenaje pluvial tanto de la vía pública como el de los particulares. De esta forma y aunque se cuenta con infraestructura de saneamiento adecuada, por la carencia de redes de drenajes sanitario, la población sigue presentando problemas en el manejo de las aguas servidas; con el consecuente problema de contaminación que ello habrá de generar.

IV.5.7. SALUD.

El tema de la cobertura en servicios de salud es un reto para el municipio de Tulum, ya que de acuerdo con el INEGI 2010, del total de habitantes en el municipio apenas el 51.7% cuentan con algún servicio de salud, de estos, el 55% es atendido por el Seguro Popular, el 37.7% son afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social y el 7.3% restante es atendido por el Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado. No obstante, de manera reciente se ha dado la creación de clínicas médicas particulares, sin que con ello se tenga la mejor cobertura.



Fotografía IV. 49. En Tulum operan clínicas médicas particulares.

En la ciudad de Tulum cuenta con una clínica operada por los Servicios Estatales de Salud que proporciona atención básica (nivel 1 o 2), un servicio médico de la Cruz Roja Mexicana, un Módulo del IMSS en Punta Allen y otro en Ciudad Chemuyil. En Akumal, se considera que 450 habitantes cuentan con el derecho a atención médica por el Seguro Social. En las comunidades rurales se cuenta con dispensarios médicos que solo ofrecen servicios de consulta externa, lo que obliga a las personas a trasladarse a centros urbanos foráneos incluso, como Playa del Carmen, Cancún, Valladolid o Mérida en caso de requerir una atención médica especializada; aunado a esto, también existe déficit en servicios públicos de ambulancia para el traslado de enfermos.

Respecto a las enfermedades que más afectan a la población, la Encuesta Nacional de Salud 2006, reveló que los aspectos más importantes a considerar en la salud infantil eran la importancia de la vacunación, enfermedades gastrointestinales y respiratorias y la prevención de accidentes. En este mismo documento se revela la importancia de atender a los adolescentes en temas de prevención de adicciones, la salud sexual y reproductiva, con énfasis en la prevención de embarazos no deseados, así como también la prevención de accidentes.

Para el caso de los adultos, destaca continuar con acciones de prevención y atención de enfermedades de la mujer principalmente cáncer de mama y cáncer cervicouterino. Las enfermedades crónicas que prevalecen en este segmento poblacional son la diabetes mellitus e hipertensión arterial y en cuanto a adicciones, la prevalencia del consumo de alcohol es un tema que demanda seguimiento.

IV.5.8. EDUCACIÓN.

De acuerdo con el INEGI (2010), el 8.1% de la población de quince años o más en el municipio es analfabeta, cifra superior a la media estatal que es del 4.8% y que sitúa a Tulum como la región con mayor rezago en este rubro en la Zona Norte de la entidad. La población en edad escolar representa el 46.8% de la población total y el grado promedio de escolaridad en el municipio es de 8 grados.

Actualmente contamos en Tulum con 8,336 educandos, que representan el 2.3 por ciento de la matrícula total en el Estado, son atendidos por un total de 328 docentes en todos los niveles desde educación especial hasta la educación superior en 65 escuelas. Alrededor de 12 de cada cien estudiantes en el municipio está recibiendo una beca, adicionalmente se apoya a niñas, niños y jóvenes con otros recursos como libros de texto gratuitos y paquetes de útiles escolares (Tabla IV.31).

Tabla IV. 31. Alumnos, docentes y escuelas en el municipio de Tulum (ciclo escolar 2010-2011).

NIVEL/MODALIDAD	ALUMNOS	DOCENTES	ESCUELAS
Especial	128	6	0
Prescolar	1418	53	24
Primaria	4,245	135	25
Secundaria	1,624	83	11
Media	845	31	4
Superior	76	20	1
Total	8,336	328	65

Fuente: Estadística básico Ciclo Escolar 2010-2011. Servicios Educativos de Quintana Roo.

Un factor vital para la educación en este municipio será lograr un adecuado balance en la política educativa a fin de atender con equidad a la población indígena que representa una parte importante, sin dejar de lado la problemática del medio urbano propia de una comunidad en pleno auge de desarrollo, preservando las raíces culturales, pero a la vez fomentar la formación de capital humano en pro de la vocación turística de la región será uno de los principales retos a atender.

En el Municipio de Tulum se imparten los niveles de educación básica, que comprende preescolar, primaria y secundaria, el nivel de educación media y la educación superior. Adicionalmente se cuenta con servicios de educación especial y capacitación para el trabajo, siendo la educación inicial el único tipo de servicio formal del que se carece.

Además, la Secretaría de Educación y Cultura (SEyC), imparte talleres a través de la Casa de la Cultura de Tulum, cuyo objetivo es fortalecer el desarrollo y la identidad cultural con la participación de los diversos sectores de la sociedad quintanarroense mediante la creación, preservación, difusión y enriquecimiento del patrimonio cultural, histórico y artístico. Por lo que se imparten los talleres de bordado, inglés, artes plásticas, música, muévete con ritmo, ballet, jazz, flamenco, tango, danza africana, capoeira, yoga, Tae kwon do, así como canto y coro para niños.



Fotografía IV. 50. Vista de las instalaciones de la Casa de Cultura de Tulum.

IV.5.9. ECONOMÍA.

De acuerdo con la CONASAMI (2016), a todo el estado de Quintana Roo se le asigna un salario mínimo de \$ 73.04 pesos al día. Sin embargo, debido a la actividad que se realice los salarios pueden variar y ser de 2 ó más salarios mínimos. Sin embargo, la remuneración de los trabajadores puede alcanzar hasta \$ 250.00 pesos diarios o más dependiendo del área y especialidad. Es importante señalar, que esta última percepción salarial es insuficiente para satisfacer las necesidades de una familia, debido a que se registran un fuerte crecimiento económico, lo cual repercute en el incremento de los precios de productos y servicios.

IV.5.10. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.

a) Agricultura.

En el municipio estas actividades se desarrollan en la periferia de la ciudad y en la zona maya, Los habitantes del municipio dedicados a las actividades propias de este sector representan el 12.7% de la PEA ocupada. En el municipio no existe una gran diversificación de cultivos para comercialización, sino más bien para subsistencia, lo cual se observa en que sean dos los únicos cultivos de los cuales se tienen datos estadísticos significantes. El tipo de clima propio de la región contribuye a que la fuente principal para proveer de agua a los cultivos sea el sistema de temporal; es decir, dependen de las lluvias que se presentan durante el periodo comprendido entre los meses de mayo y septiembre.

Por otro lado, se muestra la falta de tecnificación del campo del municipio de Tulum. Al respecto de las diversas características de las superficies agrícolas del municipio se tiene que estas no son significativas con respecto a las estadísticas estatales y en algunos casos inexistentes como la asistencia técnica para los productores del municipio o la existencia de tierras mecanizadas.

Además, actualmente se cuenta con 3 invernaderos acondicionados para el cultivo de tomate, chile, pepino y calabaza, en grupos organizados, los cuales se encuentran por el momento sin funcionar, por falta de capital de trabajo, para los cuales se necesita asesoría y crédito para volverlos a incorporar. Asimismo, apoyar a la población de la zona maya con invernaderos con visión empresarial.

b) Ganadería.

La actividad ganadera en el municipio se distingue por la cría de bovinos, porcinos y de gallináceas (gallinas, gallos y pollos, ya sea para producción de carne o de huevos). Con respecto al potencial en la superficie dedicada a la ganadería en el municipio se cuenta con 10,637.9 Ha con pastos utilizables para la actividad ganadera bovina (con un 4.2% del total estatal), ocupando la quinta posición en cuando a extensión dedicada a ganadería. La población de ganado bovino de 2,254 cabezas representa el 1.7% con respecto a las existencias a nivel estatal en donde dependen de esta actividad 68 productores.

La mayor producción ganadera en el municipio la encabezan los porcinos, ya que para su cuidado no es necesaria la existencia de pastizales y si bien la vocación de un importante porcentaje municipal es susceptible a esta producción, la limitación a la que se enfrentan los ganaderos es la falta de tecnologías modernas o asesoría financiera y técnica que les permita mantener y fortalecer esta actividad. La producción de porcinos es el grupo de ganado más importante para el Municipio Tulum, ya que presentó en 2010 una producción total de 189 mil 900 toneladas de carne en canal, el valor de dicha producción fue de 6 millones 457 mil pesos.

La segunda producción más importante es la de ganado bovino; los registros más recientes reflejan que para 2010 se alcanzaron 190 toneladas de carne en canal y el valor de la producción fue de poco más de 2 millones 486 mil pesos. En el caso de la producción de bovinos, el municipio de Tulum contribuyó con una producción 10 toneladas totales con un valor de 402 mil pesos.

Otra actividad agropecuaria del municipio es la Apicultura resaltando que la calidad productiva de la miel en el Estado es única en la Península y que su pureza atrae importantes mercados internacionales que no pueden ser atendidos con la producción que se genera en la actualidad, ya que no se ha dado la suficiente importancia a esta actividad ni a la comercialización del producto. En el municipio Tulum en 2010 se generó una producción de 180.8 toneladas, dejando un valor de producción de 5 millones 26 mil pesos, otro es la cera en greña que reportó una producción de 5.4 toneladas con un valor de la producción anual de 265 mil pesos.

Lo que refleja que la apicultura es una fuente importante de ingresos ya que exportan casi en su totalidad la miel y aunque es una actividad complementaria que ha sido afectada por factores climatológicos y la presencia de la abeja africana. Sin embargo, se debe mencionar que existe un buen potencial para su explotación, partiendo de un inventario actual de 7 mil 695 colmenas.

c) Forestal.

La zona forestal del municipio cuenta con recursos maderables distinguiéndose las maderas duras tropicales sujetas al aprovechamiento forestal selectivo lo que derivó en la eliminación de especies maderables preciosas, principalmente el cedro (*Cedrela odorata*) y ha orillado a que en la actualidad se realice un aprovechamiento más equitativo sobre otras especies tropicales, de las llamadas maderas duras, entre las que se incluyen el chicozapote (*Manilkara zapota*), chechem (*Metopium brownei*), katalox (*Swartzia cubensis*), chacté (*Caesalpinia violacea*), yaaxnik (*Vitex gaumeri*) y Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), entre otras. También se explota, aunque en menor escala, la resina del chicozapote para la producción del chicle.

En 2010 se otorgan dos autorizaciones para el aprovechamiento forestal maderable de maderas blandas, duras y palizada por un volumen total de 4,050 m³ de rollo, la explotación forestal en el municipio es muy escasa en comparación con otros municipios, ya que en 2010 se reportó solamente una aportación del 3.6% de la producción estatal. Sin embargo, hay que considerar que los incendios ocurridos en los últimos años han afectado grandes extensiones de selva, lo que imposibilita un repunte para esta actividad.

En su organización el ejido de Tulum forma parte de la *Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya S.C.*, conjuntamente con otros 18 ejidos con el propósito de elevar las oportunidades en el aprovechamiento integral de los recursos naturales de una manera sustentable. El manejo del recurso forestal se realiza en una dotación 22 mil 800 hectáreas en las que 118 productores realizan las actividades de manejo del recurso y se caracteriza en plantaciones comerciales con escaso valor agregado de la producción.

d) Pesca.

En el Municipio de Tulum, la pesca comercial para consumo humano, en relación con el resto de puertos del Estado, es una actividad significativa, la cual se desarrolla principalmente en Punta Allen. Al respecto en 2010 dicha actividad productiva ocupó a un total de 105 pescadores integrados en 2 cooperativas: Tulum y Vigía Chico, que representan el 5% de la población estatal dedicada a esta actividad (**Foto 4.54**).

El volumen logrado por la cooperativa de Vigía Chico es de 61.8 toneladas, lo que representa el 1.3% del total de la producción pesquera estatal, donde se resalta la producción es en la captura de Langosta donde se logra el 30.2% de la producción estatal con 42.1 toneladas, y dicho producto representa el 73.9% de la producción municipal. Algunas cooperativas permiten a sus socios vender por su cuenta la producción de escama, lo cual sumado a las producciones de las lanchas sin registro oficial y volúmenes no autorizados de pesca deportiva, hacen un volumen considerable que no es reportado. Así, se estima que una importante parte de la producción, en particular de escama, no aparece en las estadísticas pesqueras ni siquiera como captura sin registro oficial.

En su capacidad instalada cuenta con un centro de acopio que es apoyado por 22 embarcaciones para la pesca ribereña que realizan actividades en los tres muelles de madera y que se encuentra en condiciones regulares, ya que necesitan de un mantenimiento.



Fotografía IV. 51. Trampas para la captura de langosta

e) Turismo.

El gran potencial que tiene el municipio en promover los sitios arqueológicos con los que cuenta, se representan por el hecho de que en la zona registra el 82% del total de visitantes a zonas arqueológicas del Estado. De manera complementaria, la creciente importancia que ha mostrado las últimas décadas el Municipio de Tulum, lo constituye el gran atractivo de su litoral costero de aproximadamente 84 kilómetros, donde se pueden encontrar todo tipo de servicios y actividades turísticas.

A partir de los años noventa, la economía de Quintana Roo sufrió cambios importantes en su estructura; el sector terciario comenzó a enfocarse en la explotación de los recursos turísticos naturales de la región. La construcción de la carretera de la Riviera Maya, fue el detonante de este sector en el municipio. Este sector ha crecido de manera importante en los últimos años en 2010 se cuenta con 82,983 habitaciones en 893 hoteles a nivel estatal.

La infraestructura hotelera del municipio de Tulum concentra en 2010 a 130 hoteles en operación con un total de 5,543 cuartos, siendo el 6.7 por ciento de las habitaciones del Estado con un promedio de ocupación anual del 68%. Aunado a los grandes hoteles, un rasgo importante es que el Municipio de Tulum se ha posicionado como el destino “ecológico” de la Riviera Maya, esto gracias a su majestuosa franja costera compuesta de hoteles de pocas habitaciones, entre ellas cabañas rústicas, pero de lujo. El compromiso de los hoteleros de tener en función energías renovables, humedales y un programa de reciclaje hace de Tulum el destino predilecto del turismo europeo, el turismo responsable que cuida, valora y deja un impacto positivo en la economía local.

IV.6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El área de estudio en su parte terrestre corresponde a una zona suburbana turística, mismas que ha sido modificada en alguna medida debido a actividades humanas, principalmente por infraestructura de transporte, espacios habitacionales. Así como por el manejo inadecuado de la basura. Además, de procesos naturales como es el paso de huracanes que también han contribuido en la alteración de la cobertura vegetal.

El componente más destacado del sistema es un área cubierta por humedales con manglar ubicada hacia la porción norte. Es probable que esta sea un relicto de un mangle de cuenca de mayores dimensiones, el cual fue seccionado por una vialidad de acceso. Esta franja registra inundaciones periódicas que dependen principalmente de la precipitación pluvial. No obstante, este tipo de vegetación no será afectada por el desplante del proyecto ya que no se ha planificado el desplante de ningún tipo de obra en el sitio, sino por lo contrario, se plantea su conservación.

En torno al manglar se encuentran áreas de crecimiento secundario de matorral costero y selva baja subcaducifolia. Dentro de esta zona, se ha registrado 2 especies de flora registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y consideradas como especies amenazadas mismas que corresponde con *Thrinax radita* (chit) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). Des estas sólo la palma chit una tiene presencia en el área de desplante del proyecto. Para el caso de la fauna se registraron 5 especies de fauna protegida en el sitio *Leptophis mexicanus* (culebra perico mexicana) y *Ctenosaura similis* (iguana espinosa rayada) dentro de la categoría de amenazadas. Además de *Sceloporus cozumelae* (lagartija espinosa), *Amazilia rutila* (colibrí canela) y *Tigrisoma mexicanum* (garza tigre) como especies bajo protección especial

Salvo por el relicto de manglar, en el área de estudio no se encontraron otros componentes críticos o que puedan considerarse únicos e indispensables en el equilibrio del sistema ambiental. Específicamente por lo que hace al componente hidrológico, no se registran en el sitio cauces o escorrentías superficiales ni flujos subterráneos que puedan ser afectados por las obras del proyecto.

La superficie donde se pretende establecer obras permanentes corresponde a coberturas con crecimiento secundario derivado de selva baja perennifolia, condición que muestran los datos de campo, ya que la vegetación mostró una buena proporción del inmueble cubierta de especies de baja altura con dominancia de herbáceas y arbustivas..

Una valoración semicuantitativa del sitio, para lo cual se consideran los siguientes factores.

- Administrativos
- Normativos
- Diversidad
- Presencia de organismos raros
- Conectividad de poblaciones
- Conservación
- Calidad Ambiental

Tabla IV.31. Valoración del área de estudio

CRITERIO	VALOR ALTO	VALOR MEDIO	VALOR BAJO
Administrativos	Concurren Áreas naturales protegidas, Ecosistemas protegidos, Especies protegidas.	Al menos uno de los anteriores	Ninguno de los anteriores

Tabla IV.31. Valoración del área de estudio

CRITERIO	VALOR ALTO	VALOR MEDIO	VALOR BAJO
Normativos	Leyes, Programa de Ordenamiento Ecológico (POE), Normas Oficiales Mexicanas (NOM's.) Programas de desarrollo Urbano (PDU), Programas de Manejo.		Solo Leyes en su carácter general, Normas Oficiales Mexicanas (NOM's.)
Diversidad	Uniformidad alta, con dominancia baja de especies particulares	Uniformidad media, con pocas especies muy dominantes y riqueza media a baja	Uniformidad muy baja, con alta dominancia de una sola especie, riqueza muy baja
Rareza	Presencia significativa de recursos escasos o raros	Presencia mínima de recursos escasos o raros	Ausencia de recursos escasos o raros
Conectividad	Difícil o nulo contacto e intercambio genético con poblaciones fuera del sitio	Poca continuidad pero posibilidad de contacto con otras poblaciones	Continuidad de las poblaciones del área de estudio con otras áreas
Conservación	Estado original o muy poco alterado de comunidades originales	Presencia de comunidades originales alteradas o con fragmentación	Comunidades originales sustituidas
Calidad	Valores de Diversidad y Conservación altos	Valores de Diversidad y Conservación medios	Valores de Diversidad y Conservación bajos

En el ámbito administrativo y normativo, el sitio del proyecto tiene un valor medio, mismo que está referido a la presencia de especies bajo las categorías de protección, 2 de flora y 5 de fauna silvestre (NOM-059-SEMARNAT-2010).

También hay cerca del sitio del proyecto elementos que obligan a considerar otros instrumentos como la LGVS o la NOM-022-SEMARNAT-2003, los cuales no contraviene el proyecto, aunque para ésta última debe acogerse a la opción de compensación prevista en la especificación 4.43. Igualmente se hallaron especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, cuyas poblaciones no serán afectadas significativamente, además de que *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), estará considerado para la compensación, y en el caso de la segunda, *Thrinax radiata* todos los individuos susceptibles de ser afectados serán reubicados y utilizados en labores de ornamentación.

En el rubro de Diversidad el valor es medio, toda vez que el área terrestre tiene una menor diversidad de especies a las reportadas para los ambientes selváticos de la región. En cuanto a la fauna alcanza valores de importancia, aunque finalmente el grupo más importante es el de las Aves, las cuales por sus hábitos voladores no serán afectadas por el proyecto. Otras como la iguana espinosa rayada suelen convivir muy cerca del ser humano, por lo que sus poblaciones también están aseguradas.

El atributo de Conectividad es de valor medio, dado que el sitio y sus ecosistemas terrestres fueron fragmentados por una carretera, que también afectó la conexión hidrológica con un humedal vecino. Esto, sin embargo, no es una barrera impermeable para el intercambio genético entre poblaciones. El estado de conservación del hábitat en la zona es de regulares proporciones

medio, ya que persisten las comunidades naturales, pero está modificado por actividades humanas.

Considerando la diversidad y estado de conservación de la vegetación, así como los antecedentes de uso de suelo y considerando los impactos recurrentes sobre la vegetación existente en el área, de manera integral se considera que la calidad ambiental es baja.

Dada la naturaleza de las obras, así como sus dimensiones, el proyecto promoverá el manejo y rehabilitación de la vegetación en la que se circunscribe, a fin de integrarse al paisaje.

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	3
V.1. Descripción de la metodología aplicada.....	3
V.2. Identificación de las interacciones	5
V.2.1. Identificación de las actividades del proyecto	6
V.2.2. Identificación de los componentes ambientales	8
V.2.2. Construcción de la matriz de interacciones	9
V.2.3. Descripción de las interacciones identificadas	13
V.2.4. Criterios para la Evaluación de los impactos ambientales	19
V.2.5. Evaluación de los impactos ambientales.....	22
V.3 Caracterización de los impactos	26
V.3.1 Modificación del microclima	26
V.3.2 Cambio climático.....	26
V.3.3 Modificación de la calidad del aire	26
V.3.4 Modificación de la calidad acústica	27
V.3.5. Modificación de la topografía.....	27
V.3.6. Modificación de las características fisicoquímicas del suelo	27
V.3.7. Modificación del patrón de drenaje	28
V.3.8. Modificación de las características fisicoquímicas del agua superficial	28
V.3.9. superficie de recarga del acuífero	29
V.3.10 Disminución de la cobertura vegetal	29
V.3.11 Modificación de la distribución y abundancia de las especies vegetales	30
V.3.12 Afectación al hábitat de las especies de fauna silvestre	31
V.3.13 Modificación de la distribución y abundancia de las especies de fauna silvestre.....	31
V.3.14 Disminución de la calidad del paisaje	32
V.3.15 Incremento de la calidad de vida	33
V.3.16 Incremento de la densidad poblacional	33
V.3.17 Beneficios en la economía local	33
V.3.18 Fortalecimiento de la infraestructura habitacional y turística	33
V.3.19 Incremento del flujo vehicular.....	33
V.4. Impactos residuales	34
V.5. Impactos acumulativos	34
V.6. Conclusiones.....	34

TABLAS

Tabla V.1 Descripción de las técnicas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales.....	3
Tabla V.2. Síntesis de la metodología aplicada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que generará el Proyecto.....	4
Tabla V.3. Actividades del Proyecto que pueden generar algún impacto ambiental.	6
Tabla V.4 Lista de componentes ambientales que podrían verse afectados por la ejecución del Proyecto.....	8
Tabla V.5. Total de interacciones identificadas.....	9
Tabla V.6. Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio abiótico.	10
Tabla V.7. Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio biótico	11
Tabla V.8. Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio socioeconómico.	12
Tabla V.9 Identificación de las interacciones identificadas.....	13
Tabla V.10 Criterios básicos.....	19
Tabla V.11. Valores para los criterios básicos y complementarios de Evaluación.....	20
Tabla V.12. Escala considerada para la asignación de valores de los criterios básicos para la evaluación de los impactos identificados para el Proyecto.	20
Tabla V.13 Criterios complementarios.....	21
Tabla V.14 Fórmulas aplicadas para obtener el valor de los criterios.	21
Tabla V.15 Clases de significancia de acuerdo a lo valores de significancia.	22
Tabla V.16. Matriz de evaluación entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio abiótico	23
Tabla V.17. Matriz de evaluación entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio biótico	24
Tabla V.18. Matriz de evaluación entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio socioeconómico.	25
Tabla V.19. Maquinaria que será utilizada en la preparación del sitio y construcción.....	26
Tabla V.20. Superficies por tipo de vegetación que serán afectados por el Proyecto	29
Tabla V.22 Especies que serán afectadas por el desmonte.....	30
Tabla V.22 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies relevantes para la conservación.....	31
Tabla V.23 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 registrados durante los trabajos de campo.....	32

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Existen numerosas técnicas para identificar e interpretar impactos ambientales, dentro de las cuales destacan las siguientes: métodos ad hoc, lista de verificación, redes, sobreposición de mapas, diagramas conceptuales y matrices.

Tabla V.1 Descripción de las técnicas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales.

Técnica	Descripción
Métodos ad hoc	Proporcionan una orientación mínima a la evaluación de impacto más allá de lo que sugiere como amplias zonas de posibles impactos (por ejemplo, impactos sobre la flora y fauna, impactos en un ecosistema por ejemplo un bosque un lago, etc.) en vez de definir parámetros específicos a ser investigados.
Lista de verificación	Se basa en presentar una lista específica de parámetros ambientales para que se investiguen los posibles impactos, pero no requieren el establecimiento de los vínculos causa-efecto directamente de las actividades de los proyectos. Éstos pueden o no incluir las pautas de cómo medir e interpretar los datos de los parámetros.
Redes	Se desarrollan a partir de una lista de las actividades del proyecto para establecer las relaciones causa-estado-efecto. Son un intento por reconocer una serie de impactos que pueden desencadenarse por una acción del proyecto. Estos métodos definen por lo común un conjunto de posibles redes y permiten identificar los impactos, la selección de acciones y el seguimiento del proyecto correspondiente.
Sobreposición de mapas	Estos mapas se basan en un conjunto de mapas de características ambientales (clima, geología, tipos de suelos, vegetación, etc.). Estos mapas se superponen con el proyecto para identificar espacialmente el impacto.
Matrices	Se desarrolla una lista de las actividades del proyecto y otra de los componentes ambientales potencialmente impactables. Estas dos listas se relacionan en una matriz que identifican relaciones causa-efecto.

Fuente: Jonathan, F.L. 2015. Evaluación del impacto ambiental

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales generados por este Proyecto se eligió el método de matrices que incorporan el uso de indicadores del impacto a través de sistemas de ponderación, esto permite no solo establecer la relación entre las actividades del proyecto y los factores ambientales sino evaluar la magnitud del impacto.

V.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA APLICADA

En este trabajo se utilizó la metodología elaborada por Bojorquez-Tapia et al, 1998 que consiste en elaborar una matriz de interacción entre las actividades del proyecto que podrían generar un impacto (columnas) sobre los componentes ambientales (renglones). Cada impacto es evaluado a través de índices. En la Tabla V.2 se sintetiza la metodología aplicada. En cada apartado se hace una descripción detallada de cómo se aplicó la metodología a este Proyecto.

Tabla V.2. Síntesis de la metodología aplicada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que generará el Proyecto.

Actividad	Descripción
Identificación de las interacciones	Se hace el listado de las actividades que contempla la ejecución del Proyecto en todas sus etapas (Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento), posteriormente se hace el listado de los componentes ambientales (clima, suelo, geología, geomorfología, vegetación, fauna, etc), que pudieran ser afectados por alguna de las actividades del Proyecto.
Construcción de la matriz de interacciones	Se construye la matriz de doble entrada en donde las columnas son las actividades del Proyecto y se clasifican por etapa de ejecución. Los renglones estarán constituidos por los componentes ambientales y se agrupan por sistema (abiótico, biótico y socioeconómico). Finalmente se identifican las interacciones entre actividades del Proyecto y componentes ambientales y se obtiene una matriz de interacción.
Descripción de las interacciones e identificación de los impactos ambientales	Una vez que se obtiene la matriz de interacciones se describen las interacciones entre las actividades del Proyecto con los componentes ambientales y que sirven de base posteriormente para la identificación de los impactos ambientales.
Evaluación de los impactos ambientales	Se evalúa cada una de las interacciones identificadas entre las actividades del Proyecto y los componentes ambientales. En la evaluación, se asume que cualquier impacto tiene, al menos, carácter, magnitud, extensión y duración, por lo que estos se consideran como criterios básicos y son indispensables para definir las características directas e inmediatas. Además, existen cuatro criterios complementarios: sinergia, acumulación, controversia y mitigación. Se definen como aquellos que toman en cuenta las relaciones de orden superior entre impactos y pueden no existir. Una vez calificados los criterios básicos y en su caso los criterios complementarios, se procede al cálculo de los índices y la clasificación de los impactos en bajos, moderados, altos y muy altos.
Caracterización de los impactos	Una vez aplicada la metodología se hace una descripción de los impactos encontrados y se hace énfasis en los impactos que obtuvieron la significancia más alta.

A continuación, se describen paso a paso los resultados de la metodología aplicada.

V.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS INTERACCIONES

Se realizó un listado tanto de las actividades del Proyecto como de los factores ambientales que pudieran ser afectados. Para la identificación de las actividades del Proyecto que pudieran tener un impacto directo o indirecto sobre el ambiente, se consideraron los siguientes aspectos:

- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que implican un deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre la infraestructura
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural

Para las acciones a realizar en la ejecución del Proyecto se consideraron las tres etapas:

- Etapa de preparación del sitio
- Etapa de construcción
- Etapa de operación y mantenimiento

No se contempla abandono del sitio del Proyecto ya que por el tiempo de vida útil del Proyecto se esperarán mejoras continuas en tecnología y técnicas para el desmantelamiento de la infraestructura o ampliación de tiempo de vida útil, por lo que proponer un Plan o Programa de Abandono del Sitio no es viable por el momento.

Algunas de las actividades identificadas forman parte de una actividad general, por ejemplo la contratación de personal, sin embargo se colocan como una actividad independiente, siendo que los principales impactos directos o indirectos que generan actúan en diferentes componentes del entorno, por otra parte, considerar actividades repetitivas (por ejemplo: la contratación de personal es necesaria para cada actividad del proceso constructivo, mientras que el desmonte es efectuado para varias obras como la construcción del camino de acceso, vialidades internas y edificios) como parte del impacto de cada una de las actividades en donde se requiere, diluye su valor de importancia durante la evaluación del impacto ocasionado.

De igual manera, se consideró como una actividad independiente el uso de maquinaria pesada, ya que tiene interacciones específicas y exclusivas con algunos componentes ambientales como son la calidad del aire y el ruido.

V.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

En total se identificaron **dieciocho actividades** que podrían afectar a los componentes ambientales; siete se realizarán durante la etapa de preparación del sitio; siete en la etapa de construcción; y cuatro en la etapa de operación y mantenimiento. A continuación, se presenta el listado y descripción de que cada una las actividades que se llevarán a cabo para la Preparación del Sitio, Construcción y Operación del Proyecto.

Tabla V.3. Actividades del Proyecto que pueden generar algún impacto ambiental.

Actividad	Descripción de la metodología
Preparación del sitio	
1. Trazo y delimitación	El trazo es básicamente la señalización de los vértices de las áreas donde se construirá el Proyecto. Se realizará por medio de estacas de madera e hilos o cinta de seguridad.
2. Contratación de personal	Esta actividad además de la contratación de trabajadores, comprende la estancia de los trabajadores (generación de aguas residuales, residuos sólidos, etc.) durante la jornada de trabajo en el área donde se llevará a cabo el Proyecto. Durante la Preparación del sitio y construcción se contratarán 233 trabajadores.
3. Uso de maquinaria y equipo	En este concepto se incluye no solo el uso de la maquinaria sino también su traslado al sitio de construcción. Si bien en la mayoría de las actividades del Proyecto se utiliza la maquinaria pesada, ésta se consideró como una actividad independiente por tener afectaciones directas en algunos componentes ambientales, como son la calidad del aire, el ruido, contaminación del suelo, etc.
4. Instalaciones temporales	Durante la construcción, se contará con un almacén de materiales y herramientas, una caseta de obra, comedor, sanitarios portátiles y una oficina móvil. Las cuales se ubicarán dentro del terreno en zonas donde se van a construir las edificaciones.
5. Desmonte y despalme	El desmonte consiste en la eliminación de la cubierta vegetal natural. El despalme es la remoción de la capa superficial del terreno natural, eliminando el material que se considera inadecuado para la construcción, esto se llevará a cabo en las áreas donde se ejecutará el Proyecto.
6. Acarreo de materiales e insumos	Incluye la adquisición y transporte de equipo, materiales e insumos que se requieren para la construcción del Proyecto.
7. Movimiento de tierras	Incluye las nivelaciones, relleno del terreno que se realizarán de acuerdo a cotas de nivel y dimensiones establecidas en los planos de Proyecto. Se integra en este concepto, las excavaciones para las cimentaciones de los edificios así como para las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.
Construcción	
8. Cimentaciones	Cada uno de los edificios está concebido con un sistema estructural híbrido; muros y columnas de concreto como estructura portante y entrepisos de madera contra laminada para aligerar el peso del edificio, como resultado se tiene una cimentación de concreto armado de menor impacto al terreno. Todos los edificios están elevados de 50 cm a 80 cm del nivel del terreno natural (dependiendo de la topografía) quedando un espacio entre el nivel del terreno y los edificios.
9. Construcción de edificios, amenidades	Esta actividad incluye el habilitado y armado de zapatas, columnas y traveses, construcción de muros, pisos y acabados para los siete edificios de departamentos de 18 unidades y un edificio de uso vacacional con 17 habitaciones. En conjunto los edificios ocupan una superficie de 4,911.94.05 m ² . Se incluye además la construcción de la barda perimetral.

Actividad	Descripción de la metodología
	Las amenidades estarán distribuidas en dos áreas, una al norte y otra al sur, constan de un cuarto de máquinas (cuarto eléctrico y de bombas), sanitarios, una terraza techada y abierta en tres de sus lados, así como una alberca descubierta. En conjunto las dos áreas ocupan una superficie de 1,252.88m ² .
10. Estacionamiento, senderos y puente peatonal piloteado	<p>Incluye la construcción de 143 cajones de estacionamiento, los cuales están destinados tanto para propietarios de departamentos como para inquilinos del edificio de uso vacacional.</p> <p>Se incluye la construcción de siete senderos peatonales distribuidos perimetralmente a los edificios, seis son para los residentes de los departamentos y uno para edificio de uso vacacional, además se contempla un puente de madera con pilotes para poder conectar el conjunto con la salida a la playa. En conjunto los siete senderos y el puente peatonal cubren una superficie de 2,956.94 m².</p>
11. Infraestructura	El Proyecto se conectará al sistema de agua potable del municipio quien proporcionará el abastecimiento del agua potable. La infraestructura de distribución se hará a través de tubería subterránea al igual que la infraestructura sanitaria y eléctrica. Se requerirá la realización de excavaciones para alojar las tuberías.
12. Áreas verdes y de conservación	El Proyecto contempla 8,907.93 m ² (37.40%) de áreas verdes en donde se utilizarán especies nativas y plantas ornamentales no invasivas así como 4,070.36 m ² (17.09%) destinadas a la conservación en donde se encuentra el manglar.
Operación y mantenimiento	
13. Ocupación de las viviendas	Se calcula que durante la operación del Proyecto, habrá una estancia de aproximadamente 314 personas entre residentes, visitantes y trabajadores. Los cuales demandarán los servicios de agua potable y electricidad y generarán ruido, radiación lumínica, residuos sólidos y aguas residuales. Las 314 personas podrán acceder a la playa aledaña al Área del Proyecto.
14. Operación del estacionamiento, senderos y puente peatonal piloteado	<p>En total se contempla que transitarán 143 vehículos por la vialidad existente para acceder al Proyecto.</p> <p>Los siete senderos peatonales así como el puente de madera piloteado será transitado por las 302 personas que ocuparán el Proyecto.</p>
15. Operación de la infraestructura sanitaria	Incluye la operación de una planta de tratamiento OXICLAR consisten en un tratamiento biológico anóxico-aerobio y en la tecnología USBF (Upflow Sludge Blanket Filtration), con aireación extendida tiene la ventaja que se minimiza la generación de los lodos y quedan casi totalmente digeridos evitando los malos olores. Las aguas residuales tratadas se reutilizarán para el riego de las áreas verdes.
16. Mantenimiento de áreas verdes y de conservación	Durante la operación el riego de las áreas verdes será con las aguas residuales tratadas y los propietarios serán los responsable de mantener las áreas de conservación sin realizar ninguna obra o actividad.
17. Contratación de personal	Esta actividad además de la contratación de personal, comprende la estancia de los trabajadores durante la jornada de trabajo (generación de aguas residuales, residuos sólidos, etc.). Durante la etapa de operación y mantenimiento se contratarán 25 trabajadores.

V.2.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

Se identificaron 23 componentes ambientales que serán modificados de forma positiva o negativa por las acciones del Proyecto, en sus sucesivas fases (Preparación del Sitio, Construcción y Operación).

Los componentes ambientales son representativos del entorno afectado, relevantes, excluyentes (que no sean redundantes), de fácil identificación y cuantificación en la medida de lo posible se agruparon en tres: sistema abiótico, biótico y socioeconómico.

Tabla V.4 Lista de componentes ambientales que podrían verse afectados por la ejecución del Proyecto.

Componente ambiental		Afectación potencial
Abiótico	Clima	1. Modificación del microclima por variaciones de precipitación y temperatura.
		2. Cambio climático por la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) o por la eliminación de la vegetación que funciona como sumidero o zona de captura de CO ₂ .
	Aire	3. Alteración de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión y por polvos.
		4. Generación de ruido en dB (A) en las áreas de trabajo y hacia las áreas colindantes.
	Relieve	5. Cambios en el relieve por rellenos y nivelaciones.
	Suelo	6. Características físicas (condiciones en la estructura del suelo (por ejemplo, compactación, erosión) y químicas (contaminación del suelo).
	Hidrología superficial	7. Modificación del patrón de drenaje o escurrimiento.
8. Modificación de la calidad del agua (características fisicoquímicas).		
Hidrología subterránea	9. Disminución de la superficie de infiltración al acuífero	
Biótico	Vegetación	10. Disminución de la cobertura vegetal
		11. Modificación de la abundancia y distribución de las especies vegetales. Incluidas las especies en estatus de conservación.
	Fauna	12. Modificación del hábitat de las especies de fauna
		13. Modificación de la abundancia y distribución de las especies de vertebrados incluídas las especies de fauna silvestre en estatus de conservación.
Socioeconómico	Paisaje	14. Disminución de la calidad paisajística.
	Población	15. Variación en la calidad de vida de la población.
		16. Densidad poblacional
	Economía local	17. Actividades productivas.
	Infraestructura	18. Incremento del flujo vehicular por el tránsito de los vehículos de los residentes y visitantes del Proyecto.
19. Incremento en la infraestructura turística		

V.2.2. CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INTERACCIONES.

La matriz de interacciones se construyó a partir de 19 renglones que conforman los componentes ambientales del medio abiótico, biótico y socioeconómico que potencialmente serán afectados por 17 actividades del Proyecto que se llevarán a cabo en las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento del Proyecto.

Se identificaron un total de 76 interacciones, de las cuales, 39 se presentan en el medio abiótico, 14 en el medio biótico y 23 en el medio socioeconómico. A continuación, se presentan las matrices de interacciones para el medio abiótico, biótico y socioeconómico.

Tabla V.5. Total de interacciones identificadas.

Medio	Preparación del Sitio	Construcción	Operación y Mantenimiento	Total
Abiótico	19	5	8	32
Biótico	14	5	8	27
Socioeconómico	6	4	7	17
Total	39	14	23	76

Tabla V.6. Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio abiótico.

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción				Operación y mantenimiento					
			1. Trazo y delimitación	2. Contratación de personal	3. Uso de maquinaria y equipo	4. Instalaciones temporales	5. Desmonte y despalme	6. Transporte y almacenamiento de materiales e insumos	7. Movimiento de tierras (excavaciones, rellenos, etc)	8. Cimentaciones	9. Construcción de edificaciones y amenidades	10. Estacionamiento y accesos (senderos y puente de madera piloteado)	11. Infraestructura de servicios (agua, drenaje y electricidad)	12. Áreas verdes y de conservación	13. Ocupación de edificios	14. Operación de estacionamiento, senderos y puente peatonal	15. Operación de la infraestructura sanitaria	16. Mantenimiento de áreas verdes	17. Contratación de personal y servicios
Sistema abiótico	Clima	Microclima																	
		Cambio climático																	
	Aire	Calidad del aire																	
		Calidad acústica																	
	Relieve	Topografía																	
	Suelo	Características fisicoquímicas																	
	Hidrología superficial	Patrón de drenaje																	
		Características fisicoquímicas del agua superficial																	
Hidrología subterránea	Superficie de infiltración y volumen																		

 Impacto adverso  Impacto benéfico

Tabla V.7. Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio biótico

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción					Operación y mantenimiento				
			1. Trazo y delimitación	2. Contratación de personal	3. Uso de maquinaria y equipo	4. Instalaciones temporales	5. Desmonte y despalle	6. Acarreo de materiales e insumos	7. Movimiento de tierras (excavaciones, rellenos, etc)	8. Cimentaciones	9. Construcción de edificaciones y amenidades	10. Estacionamiento y accesos (senderos y puente de madera piloteado)	11. Infraestructura de servicios (agua, drenaje y electricidad)	12. Áreas verdes y de conservación	13. Ocupación de edificios	14. Operación de estacionamiento, senderos y puente peatonal	15. Operación de la infraestructura sanitaria	16. Mantenimiento de áreas verdes	17. Contratación de personal y servicios
Sistema biótico	Vegetación	Cobertura vegetal																	
		Distribución y abundancia de las especies incluidas en la estatus de conservación																	
	Fauna	Hábitat																	
		Distribución y abundancia de vertebrados																	
		Especies de fauna en estatus de conservación																	



Impacto adverso



Impacto benéfico

Tabla V.8. Matriz de interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio socioeconómico.

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción					Operación y mantenimiento				
			1. Trazo y delimitación	2. Contratación de personal	3. Uso de maquinaria y equipo	4. Instalaciones temporales	5. Desmonte y despalle	6. Acarreo de materiales e insumos	7. Movimiento de tierras (excavaciones, rellenos, etc)	8. Cimentaciones	9. Construcción de edificaciones y amenidades	10. Estacionamiento y accesos (senderos y puente de madera piloteado)	11. Infraestructura de servicios (agua, drenaje y electricidad)	12. Áreas verdes y de conservación	13. Ocupación de edificios	14. Operación de estacionamiento, senderos y puente peatonal	15. Operación de la infraestructura sanitaria	16. Mantenimiento de áreas verdes	17. Contratación de personal y servicios
Sistema socioeconómico	Paisaje	Calidad																	
	Población	Calidad de vida																	
		Densidad poblacional																	
	Economía local	Actividades productivas																	
	Infraestructura	Habitacional, turística																	
		Vial																	



Impacto adverso



Impacto benéfico

V.2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS INTERACCIONES IDENTIFICADAS

En la siguiente tabla, se presenta la descripción de las interacciones identificadas en las matrices que se mostraron en las páginas anteriores.

Tabla V.9 Identificación de las interacciones identificadas.

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
Etapa preparación del sitio	
Trazo y delimitación	El trazo y delimitación de las áreas permitirá que se respeten las áreas en donde se desarrollarán los diferentes componentes del proyecto evitando que otras áreas sean afectadas por desmonte, despalme, nivelación, excavación, y garantizando la integridad de las áreas de conservación.
Contratación de personal	Se consideró que esta actividad no solo contempla la contratación de personal, sino también la estancia de los trabajadores en el área donde se llevará a cabo el Proyecto durante las jornadas de trabajo y mientras se realiza la construcción del mismo. El Proyecto contratará a 302 trabajadores que durante su estancia generarán ruido.
	Lo residuos sólidos generados durante la estancia de los trabajadores, los cuales si no reciben un manejo adecuado podrían contaminar el suelo. Considerando un promedio de 302 obreros de manera simultánea, se estima que pueden llegar a generarse un volumen aproximado de 1 kilo/día / trabajador (302 kilos diarios), durante la fase de preparación y construcción del proyecto.
	Existe la posibilidad de que los trabajadores extraigan especies vegetales en estatus de conservación que son atractivas como especies comerciales o de ornato.
	La estancia de los trabajadores, podría perturbar a la fauna por el ruido, destrucción de nidos y madrigueras tanto de aves y mamíferos, así como también es frecuente que el personal se sienta amenazado por serpientes y víboras, lo cual podría resultar en su eliminación, independientemente de que sean o no venenosas, modificando así la distribución y la abundancia de estos reptiles. Así como especies que pudiese estar en estatus de conservación.
	Por otro lado, durante la Preparación del Sitio se generarán 233 empleos que se verán reflejados en la calidad de vida de los trabajadores sobre todo para aquellos de localidades cercanas.
Uso de maquinaria pesada	El uso de la maquinaria pesada incrementará los niveles de emisiones de partículas y gases de combustión que afectarían la calidad del aire.
	El ruido que se produce al operar la maquinaria, generan entre 85 y 110 dB, que podría molestar a los habitantes de las localidades cercanas durante las horas laborales y ahuyentará a la fauna de las áreas inmediatas donde se estén realizando las obras.
	El riesgo de contaminación del suelo por el derrame de gasolina, aceites y grasas, siempre existe cuando se utiliza este tipo de maquinaria.

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
	De igual forma por el derrame de estas sustancias se podría contaminar los escurrimientos superficiales intermitentes modificando las características fisicoquímicas del agua superficial en temporadas de lluvias.
	La inadecuada operación del manejo de la maquinaria pesada podría invadir zonas fuera del Área del Proyecto, afectando a la distribución y abundancia de las especies vegetales, incluyendo las que se encuentran en la NOM-059-2010.
	El uso de maquinaria pesada, provoca de manera directa la destrucción de madrigueras y nidos subterráneos de anfibios y reptiles, afectando al hábitat.
	El tránsito de la maquinaria podría a atropellar a las especies de lento desplazamiento, por lo que también generaría un impacto sobre la abundancia de estas especies. Principalmente anfibios, reptiles y pequeños mamíferos de lento desplazamiento y/o que recorren distancias cortas. Y que a su vez puedan pertenecer al grupo de especies en estatus por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	La maquinaria pesada disminuirá la calidad del paisaje junto con el almacenamiento de materiales y equipo, aunque de manera temporal.
	La maquinaria pesada deberá ser trasladada al Área del Proyecto lo que generará tráfico vehicular sobre la carretera No. 307.
Instalaciones temporales	El almacenamiento de materiales granulares y el movimiento de tierra podría provocar emisiones a la atmósfera por la dispersión de partículas por el viento.
	Siempre existe el riesgo de contaminación local del suelo por el mal manejo, tanto de los materiales que se almacenan, como por la disposición inadecuada de los residuos que se generan como son grasas y aceites.
	Derivado del mal manejo de los residuos y posibles derrames de aceites, grasas o combustibles; podría contaminar el suelo que a su vez afectaría a los escurrimientos superficiales intermitentes y al agua subterránea.
	Se tiene contemplado el uso de un geotextil en el área de almacenamiento de residuos para disminuir el riesgo de contaminación del agua, en esta área temporalmente no habrá infiltración del agua hacia el acuífero.
	La introducción de elementos artificiales como las instalaciones temporales disminuirá la calidad del paisaje, aunque de forma temporal.
	Proporcionar los servicios para los trabajadores, como área de comedor, servicios sanitarios contribuirá a la calidad de vida de los trabajadores durante las jornadas de trabajo y esta demanda de servicios también se traducirá en beneficios en la economía local.
Desmante	Esta actividad implica la eliminación de la cubierta vegetal, constituida principalmente por vegetación secundaria arbustiva y arborea de selva baja espinosa caducifolia en diferentes grados de conservación, esto podrá generar un cambio en el microclima, por el incremento de la temperatura debido a mayor exposición solar, esto será temporal durante la Preparación del Sitio y Construcción.
	El desmante de 10, 837.76 m ² (45.51 %) provocará la disminución de la captura de carbón.

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
	Durante el desmonte habrá emisiones de polvos y por el empleo de maquinaria pesada emisiones por gases de combustión que disminuirán la calidad del aire en el Área del Proyecto, aunque esto será temporal.
	Con la realización del desmonte propiciara un cambio a las características fisicoquímicas del suelo.
	Provocará una disminución de la cobertura vegetal
	Afectará la distribución y abundancia de las especies vegetales. También afectará al banco de semillas, al eliminar individuos maduros y por la eliminación de la capa superficial de suelo.
	Los impactos a la distribución y abundancia de las especies vegetales incluyen a las que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	La eliminación de la cobertura vegetal, resulta de manera directa en la pérdida de hábitat para la fauna donde se incluyen: madrigueras, sitios de anidación, alimentación, reproducción y refugio de los diferentes grupos de vertebrados.
	La pérdida de hábitat ocasionará el desplazamiento de la fauna, modificando la distribución y abundancia de las especies de vertebrados (reptiles, anfibios, aves y mamíferos) que se sitúan en el Área del Proyecto.
	La pérdida de hábitat también afectará a las especies de fauna terrestre que se encuentran en estatus de conservación, según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	La calidad del paisaje disminuirá debido a la pérdida de cobertura vegetal.
Despalme	Durante el despalme habrá emisiones de polvo por el movimiento de tierras y por el empleo de maquinaria pesada, esto será puntual y temporal.
	Se perderá el suelo fértil al mezclarlo con el material inerte que se encuentra en las capas más profundas y con material proveniente de banco, Por lo que se modificarían las características fisicoquímicas del suelo.
	El despalme tendrá efectos sobre la distribución y abundancia de las especies vegetales al perderse el banco de semillas que se encuentra en el suelo fértil o capa orgánica.
Transporte y de materiales e insumos	En el transporte de materiales habrá emisiones a la atmósfera y con ello una generación de ruido por los camiones que serán utilizados.
	La mayor frecuencia de viajes que se realizarían incrementa la probabilidad de atropellamiento de fauna local como lo son anfibios, reptiles y mamíferos, principalmente sobre aquellos que se caracterizan por un desplazamiento más lento o que recorren distancias cortas. Al igual pueden verse involucrados algunos de estos individuos que pueden pertenecer a una especie en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
	Por la construcción del Proyecto se incrementará el flujo vehicular de la Carretera Federal No. 307, por lo que se incrementará el tráfico en esta vía de comunicación que podría afectar a los trabajadores que se dirigen hacia la localidad de Akumal.
	Para la construcción del Proyecto se adquirirán en la región la mayoría de los materiales e insumos, de igual forma se incrementará el consumo de algunos productos como son: gasolina, aceites, agua, etc., reflejándose en beneficios en la economía local.
Movimiento de tierras	Habrá emisiones de partículas por las nivelaciones, excavaciones, compactaciones, etc., por lo que se afectará a la calidad del aire
	Se generarán cambios mínimos en la topografía en caso de que se requiera de realizar nivelaciones del terreno.
	Se modificarán las características del suelo al mezclar las diferentes capas del suelo y en algunos casos en donde se requiera con material de banco.
	Al modificar la topografía se modificará de forma puntual el patrón de drenaje.
Etapa de Construcción	
Cimentaciones	Cada uno de los edificios está concebido con un sistema estructural híbrido; muros y columnas de concreto como estructura portante y entrepisos de madera contra laminada para aligerar el peso del edificio, como resultado se tiene una cimentación de concreto armado de menor impacto al terreno. Todos los edificios estarán elevados de 50 cm a 80 cm del nivel del terreno natural (dependiendo de la topografía) quedando un espacio entre el nivel del terreno y los edificios. Este tipo de cimentación tendrá un impacto benéfico ya que evitará afectaciones sobre el drenaje superficial y la recarga del acuífero, además de que permitirá el paso de la fauna silvestre.
Construcción de edificaciones y amenidades	Cada uno de los edificios está concebido con un sistema estructural híbrido; muros y columnas de concreto como estructura portante y entrepisos de madera contra laminada para aligerar el peso del edificio, como resultado se tiene una cimentación de concreto armado de menor impacto al terreno. Todos los edificios estarán elevados de 50 cm a 80 cm del nivel del terreno natural (dependiendo de la topografía) quedando un espacio entre el nivel del terreno y los edificios.
	El Proyecto contempla la construcción de un puente peatonal de madera para acceder a la playa este será construido sobre una zona de manglar secundario, pero al estar en pilotes permitirá que la dinámica del flujo de agua se mantenga
	Todos los edificios estarán elevados de 50 cm a 80 cm del nivel del terreno natural (dependiendo de la topografía) quedando un espacio entre el nivel del terreno y los edificios. Este tipo de cimentación permitirá la infiltración del agua al acuífero
Áreas verdes y de conservación	El Proyecto contempla destinar 8,907.93 m ² (37.40%) como áreas verdes, más 4,070.36 m ² (17.09%) contribuye a mantener la recarga del acuífero

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
	Contribuirá a conservar algunas de las especies vegetales y servirán de área para el refugio, descanso y alimentación de algunas de las especies de fauna silvestre.
Etapas de Operación y Mantenimiento	
Ocupación de edificios	Durante la operación del Proyecto se incrementará el ruido por la presencia de los residentes, habitantes y trabajadores que en total se estiman serán 314 personas.
	Durante la ocupación de los edificios, los residentes y visitantes generarán residuos sólidos, en caso de que estos no se manejen de forma adecuada podrían contaminar el suelo
Operación de estacionamiento, senderos y puente peatonal	En la etapa de operación del proyecto, la circulación de los vehículos particulares de los residentes incrementará las emisiones a la atmósfera por los gases de combustión (CO ₂ , NO _x , CO, etc.)
	La circulación de los vehículos particulares de los residentes incrementará los niveles de ruido.
Operación de la infraestructura sanitaria	La operación de la planta de tratamiento permitirá minimizar el consumo de agua potable al reusar las aguas tratadas para el riego de las áreas verdes y permitirá la recarga del acuífero.
Mantenimiento de áreas verdes y de conservación	Las áreas verdes y sobre todo las de conservación y permitirá parcialmente mantener las condiciones de microclima del Proyecto al proporcionar sombra
	El mantenimiento de las áreas verdes y de conservación tendrá un impacto positivo sobre la calidad del paisaje, permitirá la conservación del manglar y proporcionarán áreas de descanso, refugio y alimentación para las especies de la fauna silvestre principalmente anfibios, reptiles y aves.
	Las áreas verdes y de conservación incrementarán la calidad de vida de los residentes, visitantes y trabajadores
Contratación de personal y servicios	Se contratarán 25 trabajadores los cuáles generarán residuos durante su estancia, de no recibir un manejo y disposición adecuado podrían afectar a las características físicoquímicas del suelo
	Existe el riesgo de que los trabajadores extraigan especies vegetales en estatus de conservación afectando la distribución y abundancia de las especies.
	La estancia de los trabajadores, podría perturbar a la fauna como a reptiles, aves y mamíferos además de que podrían sentirse amenazados por serpientes y víboras, lo cual podría resultar en su eliminación, independientemente de que sean o no venenosas, modificando así la distribución y la abundancia de las especies, algunas de las cuales están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Actividad	Descripción de la interacción con los componentes ambientales
	Durante la Operación del Proyecto se generarán empleos que se verán reflejados en la calidad de vida de los 25 trabajadores.

V.2.4. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Se asume que cualquier impacto tiene, al menos, carácter, magnitud, extensión y duración, por lo que estos se consideran como criterios básicos y son indispensables para definir las características directas e inmediatas. A continuación, se definen cada uno de los criterios.

Tabla V.10 Criterios básicos.

Criterio	Descripción
Carácter	Puede ser adverso (-) o benéfico (+)
Magnitud	Intensidad del impacto en el sistema ambiental, que se evalúa si el componente ambiental resulta muy afectado o perturbado, o sufre un gran daño por la implementación del Proyecto, (lo que exige la superación de problemas técnicos de gran envergadura y en consecuencia aumenta los costos y disminuye la eficiencia y factibilidad del Proyecto); o el componente ambiental resulta relativamente perturbado, (esto origina dificultades técnicas pero no cuestiona la factibilidad técnica o económica del Proyecto); o el componente resulta poco modificado por la implementación del Proyecto, (causa pequeñas dificultades técnicas que no afectan en gran medida el presupuesto).
Extensión	Área de afectación del impacto con respecto al SA. Este criterio se califica como local cuando el impacto afecta más allá del área afectada directamente por el Proyecto y puntual, cuando el impacto solo afecta el área en donde se presenta el impacto y no llega a afectar al área de influencia.
Duración	Temporalidad del impacto. Puede ser temporal cuando el impacto benéfico o negativo se disipa con el tiempo, permanente cuando continua a través del tiempo

En la asignación de valores a cada uno de criterios se tomó en consideración la cantidad y calidad de información que soporte la predicción, la probabilidad de ocurrencia del impacto, la incertidumbre de la predicción y la relación entre el impacto y los estándares que puedan existir en normas ambientales.

A cada uno de los **criterios** se les asignó un valor comprendido:

- **Criterios básicos:** rango de **1 a 9**.
- **Criterios complementarios:** rango de **0 a 9** (comienza en cero ya que pueden no existir).

Estos valores corresponden a expresiones relacionadas con el efecto de una actividad sobre el factor o componente ambiental.

En el caso de dos actividades que actúan sobre el mismo factor o componente ambiental y en la misma superficie, pero en diferente tiempo de ejecución, *la evaluación del impacto se realizó en la actividad que se ejecuta en primer término. Lo anterior no aplica en el caso que la segunda actividad provoque un impacto significativamente mayor que el primero.*

Cuando el equipo evaluador no llegó a conciliar el valor asignado a un criterio se asignó el máximo valor mencionado, con lo cual se disminuye la probabilidad de subestimar un impacto al considerar un impacto como significativo cuando falta evidencia de lo contrario.

La escala usada para asignar el valor a cada uno de los criterios (básicos y complementarios) fue la siguiente:

Tabla V.11. Valores para los criterios básicos y complementarios de Evaluación.

Valor ordinal	Valor nominal	Valor ordinal	Valor nominal
0	Nulo (sólo para criterios complementarios)	5	Moderado
1	Nulo a Muy Bajo	6	Moderado a Alto
2	Muy Bajo	7	Alto
3	Bajo	8	Muy Alto
4	Bajo a Moderado	9	Extremadamente Alto

En la siguiente tabla se describen los criterios para la asignación de los valores básicos para la evaluación de los impactos identificados.

Tabla V.12. Escala considerada para la asignación de valores de los criterios básicos para la evaluación de los impactos identificados para el Proyecto.

Escala		Criterio		
Nominal	Ordinal	Magnitud	Extensión	Duración
Alto	7-9	La afectación está entre el 65 y 100% de las existencias del Sistema Ambiental del Proyecto.	La afectación se manifiesta más allá del Área del Proyecto, en el Sistema Ambiental.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten aún después de terminada la actividad que lo provocó.
Moderado	4-6	La afectación está entre el 30 y 65% de las existencias del Sistema Ambiental.	La afectación se produce en el Área del Proyecto.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten solamente durante el tiempo en que se realiza la actividad que lo provoca.
Bajo	1-3	La afectación es menor del 30% del Sistema Ambiental.	La afectación sucede en forma puntual donde se realiza la actividad.	Cuando los efectos del impacto se manifiesten de manera intermitente durante el tiempo en que se realiza la actividad que lo provoca.

Se consideran además cuatro criterios complementarios: sinergia, acumulación, controversia y mitigación. Se definen como aquellos que toman en cuenta las relaciones de orden superior entre impactos y pueden no existir.

Tabla V.13 Criterios complementarios.

Criterio	Descripción
Sinergia	Interacciones de orden mayor entre impactos
Acumulación	Presencia de efectos aditivos de los impactos
Controversia	Oposición de los sectores sociales a los proyectos
Mitigación	Existencia y eficiencia de medidas de mitigación

El valor que se asignó a los criterios complementarios está en función de las condiciones y actividades que se desarrollan en el Área del Proyecto, con las cuales pueden suscitarse relaciones de orden superior (por ejemplo: superficies desmontadas, generación de ruidos, etc.), así como por la existencia de una medida de compensación o mitigación.

Asignados los valores de cada criterio básico y en su caso complementarios se procede al cálculo del **índice básico y complementario** y posteriormente se obtiene la significancia parcial y final. En la siguiente tabla se presentan las fórmulas.

Tabla V.14 Fórmulas aplicadas para obtener el valor de los criterios.

Índice	Fórmula	Variables	Observaciones
Básico (MEDij)	$MEDij = \frac{1}{27^*} (Mij + Eij + Dij)$	Mij = Magnitud Eij = Extensión Dij = Duración * 27 es el valor máximo que resulta de multiplicar el valor máximo (9) por la cantidad de criterios (3) considerados.	Los valores deberán fluctuar en el siguiente rango: $0.11 (*) \leq (MEDij) \leq 1$ (*) Debido a que los criterios básicos no pueden ser evaluados como nulos.
Complementario (SACij)	$SACij = \frac{1}{27^*} (Sij + Aij + Cij)$	Sij = Sinergia Aij = Acumulación Cij = Controversia	Los valores deberán fluctuar en el siguiente rango: $0 \leq (SACij) \leq 1$
Significancia parcial (Iij)	$(Iij) = (MEDij)^{(1-SACij)}$	(MEDij)= índice básico (SACij)= índice complementario.	De acuerdo con esta fórmula en ausencia de los criterios complementarios el impacto queda definido únicamente por los criterios básicos, pero en el caso de estar presentes la importancia del impacto se incrementa.
Significancia final (Sij)	$Sij = Iij \left(1 - \left(\frac{1}{9} * Tij \right) \right)$	Iij= significancia parcial Tij= medidas de mitigación	La Significancia Final (Sij) del impacto identificado en cada interacción deberá de considerar las medidas de mitigación (Tij).

Para facilitar el balance de los impactos, una vez obtenida la significancia final (Sij) se clasifican los impactos ambientales y se agrupan en las siguientes clases:

Tabla V.15 Clases de significancia de acuerdo a lo valores de significancia.

Rango	Nivel de significancia
0.00 < (Sij) < 0.25	Significancia Baja (B)
0.26 < (Sij) < 0.50	Significancia Moderada (M)
0.51 < (Sij) < 0.75	Significancia Alta (A)
0.76 < (Sij) < 1.00	Significancia Muy Alta (MA)

Con lo cual se clasifican los impactos con base a su nivel de significancia que van de Muy Alta, Alta, Moderada y Baja, donde se facilita el balance de los impactos.

V.2.5. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Como resultado del análisis realizado se identificaron un total de 101 impactos de los cuáles 16 son benéficos y 85 adversos, cabe destacar que la mayor parte de los impactos adversos son bajos, temporales ya que solo se presentarán en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción y por su carácter preventivo pueden ser mitigables mediante buenas prácticas. El principal impacto adverso será el desmonte que provocará la disminución de la cobertura vegetal y por lo tanto el hábitat de las especies de fauna silvestre.

Los impactos benéficos son en su mayoría moderados. Entre los impactos benéficos está el incremento de la calidad de vida de la población por la generación de empleos, incremento de la actividad comercial que se traduce en beneficios en la economía local y por supuesto el impacto benéfico más relevante es el fortalecimiento de la infraestructura habitacional y turística.

En las siguientes tablas se presentan las matrices de evaluación de los impactos en el medio físico, biótico y socioeconómico, ya con la clasificación con base a su significancia.

Tabla V.16. Matriz de evaluación entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio abiótico

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio					Construcción					Operación y mantenimiento						
			1. Trazo y delimitación	2. Contratación de personal	3. Uso de maquinaria y equipo	4. Instalaciones temporales	5. Desmonte y despalle	6. Transporte y almacenamiento de materiales e insumos	7. Movimiento de tierras (excavaciones, rellenos, etc)	8. Cimentaciones	9. Construcción de edificaciones y amenidades	10. Estacionamiento y accesos (senderos y puente de madera piloteado)	11. Infraestructura de servicios (agua, drenaje y electricidad)	12. Áreas verdes y de conservación	13. Ocupación de edificios	14. Operación de estacionamiento, senderos y puente peatonal	15. Operación de la infraestructura sanitaria	16. Mantenimiento de áreas verdes	17. Contratación de personal y servicios
Sistema abiótico	Clima	Microclima					M						B				B		
		Cambio climático					M												
	Aire	Calidad del aire		B	B		B	B	B							M			
		Calidad acústica		B	B			B						M	M				
	Relieve	Topografía					B			B									
	Suelo	Características fisicoquímicas		B	B	B	M						M						
	Hidrología superficial	Patrón de drenaje								M		B							
		Características fisicoquímicas del agua superficial		B	B									M					
Hidrología subterránea	Superficie de infiltración y volumen								M				M			B	B		

 Impacto adverso  Impacto benéfico

Tabla V.17. Matriz de evaluación entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio biótico

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción				Operación y mantenimiento					
			1. Trazo y delimitación	2. Contratación de personal	3. Uso de maquinaria y equipo	4. Instalaciones temporales	5. Desmonte y despalme	6. Acarreo de materiales e insumos	7. Movimiento de tierras (excavaciones, rellenos, etc)	8. Cimentaciones	9. Construcción de edificaciones y amenidades	10. Estacionamiento y accesos (senderos y puente de madera piloteado)	11. Infraestructura de servicios (agua, drenaje y electricidad)	12. Áreas verdes y de conservación	13. Ocupación de edificios	14. Operación de estacionamiento, senderos y puente peatonal	15. Operación de la infraestructura sanitaria	16. Mantenimiento de áreas verdes	17. Contratación de personal y servicios
Sistema biótico	Vegetación	Cobertura vegetal	B				M						B				B		
		Distribución y abundancia de las especies incluidas en la estatus de conservación	B				M				B		B					B	
	Fauna	Hábitat	B				M						B					B	
		Distribución y abundancia de vertebrados		B	B		M	B					B	B	B			B	
		Especies de fauna en estatus de conservación		B	B		M	B		B			B	B	M			B	



Impacto adverso



Impacto benéfico

Tabla V.18. Matriz de evaluación entre las actividades del Proyecto y los componentes del medio socioeconómico.

Actividad / Factor o componente ambiental			Preparación del sitio							Construcción					Operación y mantenimiento				
			1. Trazo y delimitación	2. Contratación de personal	3. Uso de maquinaria y equipo	4. Instalaciones temporales	5. Desmonte y despalme	6. Acarreo de materiales e insumos	7. Movimiento de tierras (excavaciones, rellenos, etc)	8. Cimentaciones	9. Construcción de edificaciones y amenidades	10. Estacionamiento y accesos (senderos y puente de madera piloteado)	11. Infraestructura de servicios (agua, drenaje y electricidad)	12. Áreas verdes y de conservación	13. Ocupación de edificios	14. Operación de estacionamiento, senderos y puente peatonal	15. Operación de la infraestructura sanitaria	16. Mantenimiento de áreas verdes	17. Contratación de personal y servicios
Sistema socioeconómico	Paisaje	Calidad			B	B	M				M	M		B			B		
	Población	Calidad de vida		M										M			M	B	
		Densidad poblacional											M		M				
	Economía local	Actividades productivas		M				M										M	
	Infraestructura	Habitacional, turística												M					
		Vial													M				



Impacto adverso



Impacto benéfico

V.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

V.3.1 MODIFICACIÓN DEL MICROCLIMA

El microclima se verá modificado en las áreas que donde se llevarán a cabo las actividades de desmonte, que provocará cambios microclimáticos por mayor exposición a la insolación. La superficie requerida para la ejecución del Proyecto será de 10, 837.76 m² que representan el 45.51% de la superficie del Área del Proyecto. El impacto se evaluó como adverso moderado, puntual, permanente y mitigable.

Las áreas verdes y sobre todo las de conservación y permitirá parcialmente mantener las condiciones de microclima del Proyecto al proporcionar sombra esto se evaluó como un impacto benéfico bajo, puntual y permanente.

V.3.2 CAMBIO CLIMÁTICO

Las actividades de desmonte involucran la remoción de vegetación, lo que implica, la reducción de superficies de captación de carbono, no obstante se consideran medidas de mitigación para este punto. Debido a que solo se desmontarán 10, 837.76 m² que representan el 45.51% del Área del Proyecto. El impacto se evaluó como adverso, moderado, permanente y parcialmente mitigable.

V.3.3 MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

La contratación de 302 trabajadores, puede afectar la calidad del aire, por la defecación al aire libre, en caso de no haber los servicios necesarios. Se consideró un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable, ya que el Proyecto contempla la instalación de baños portátiles.

Durante la preparación del sitio como para la construcción del Proyecto, las emisiones a la atmósfera (CO₂, NO_x, CO, etc.) que se generan son las que provienen del escape de vehículos y maquinaria que utilizan gasolina o diesel como combustible. La maquinaria que se requerirá durante las etapas de preparación del sitio y construcción se enlista a continuación.

Tabla V.19. Maquinaria que será utilizada en la preparación del sitio y construcción

Equipo	Cantidad	Equipo	Cantidad
Excavadora cat 320	2.00	Vibrocompactador	1.00
Retroexcavadora 412 case	2.00	Volquetes de 14 m3	10.00
Tractor D5 caterpillar	1.00	Camionetas pick up	3.00
Motoconformadora	1.00	Camión de 3 toneladas	2.00

El impacto por el uso de equipo y maquinaria se evaluó como un impacto adverso, bajo, temporal, puntual y mitigable a la calidad del aire.

La calidad del aire se verá afectada por el almacenamiento del material a granel, por emisiones de partículas, si este no se realiza adecuadamente, se consideró un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

El incremento del tráfico relacionado con el acarreo de materiales e insumos, provocará un aumento de las emisiones de las emisiones a la atmósfera (CO₂, NO_x, CO, etc.) sobre las vías de

comunicación en las que transiten. El impacto se evaluó como un impacto adverso, bajo, temporal, puntual y mitigable.

Durante el desmonte y despalme, así como por el movimiento de tierras durante los rellenos, y nivelaciones en caso de que se requiera, las excavaciones, y la construcción de las obras que contempla el Proyecto, se generarán partículas de polvo sin embargo serán puntuales, temporales y mitigables, por lo que se consideró un impacto adverso bajo.

En la etapa de operación del proyecto, la circulación de los vehículos particulares de los residentes incrementará las emisiones a la atmósfera por los gases de combustión (CO₂, NO_x, CO, etc.). El impacto se evaluó como adverso moderado, local, temporal y mitigable.

V.3.4 MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD ACÚSTICA

La contratación de 302 trabajadores, incrementará los niveles de ruido, sin embargo esto no será significativo, por lo que se evaluó un impacto adverso bajo, temporal, puntual y mitigable.

Las emisiones de ruido durante la ejecución del proyecto serán las producidas por la maquinaria y equipo de construcción, estas emisiones son poco significativas ya que serán temporales e intermitentes. Considerando lo anterior se evaluó que el impacto será adverso bajo, puntual, temporal y mitigable.

El incremento del tránsito de vehículos pesados para el transporte de materiales de insumos incrementarán los niveles de ruido sobre las vías en las que transiten, esto disminuiría la calidad acústica, el impacto se identificó como adverso bajo, local, temporal y mitigable.

Durante la operación del Proyecto se incrementará el ruido por la presencia de los residentes, habitantes y trabajadores que en total se estiman serán 314 personas. Se evaluó un impacto adverso moderado, local, permanente y mitigable.

En la etapa de operación del proyecto, la circulación de los vehículos particulares de los residentes incrementará los niveles de ruido. El impacto se evaluó como adverso, moderado, permanente y mitigable

V.3.5. MODIFICACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

Durante el despalme, el suelo fértil será recuperado y será almacenado temporalmente para posteriormente ser reutilizado. Se harán montículos de este material que modificará temporalmente el relieve generando un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

El relieve se verá modificado por las excavaciones para la instalación de la infraestructura hidrosanitaria y eléctricas. Se evaluó un impacto adverso bajo, puntual, permanente y mitigable.

V.3.6. MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL SUELO

La contratación de personal puede contaminar el suelo por el inadecuado manejo de los residuos sólidos generados durante su estancia, así como por la defecación al aire libre en caso de no contar con los servicios sanitarios. Se evaluó un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

El riesgo de contaminación del suelo por el derrame de gasolina, aceites y grasas, siempre existe cuando se utiliza equipo y maquinaria. El impacto potencial se evaluó como adverso bajo, puntual, temporal y mitigable ya que se solo se contratará maquinaria en buen estado para disminuir este riesgo.

Actividades como el almacenamiento de materiales en las áreas temporales y el uso de maquinaria afectarán la estructura del suelo, puesto que el paso de maquinaria y equipo y el acomodo de material compactarán el suelo por donde esta circule. Los impactos generados por estas actividades serán adversos, bajos, temporales, puntuales, bajos y mitigables.

El desmonte y el despalme modifican directamente la estructura del suelo, por lo que este impacto se evaluó como adverso, moderado, local, permanente y mitigable, mediante la recuperación del suelo fértil y reuso en las áreas verdes.

Durante la ocupación de los edificios, los residentes y visitantes generarán residuos sólidos, en caso de que estos no se manejen de forma adecuada podrían contaminar el suelo. Se evaluó como un impacto adverso moderado, local, temporal y mitigable.

V.3.7. MODIFICACIÓN DEL PATRÓN DE DRENAJE

Cada uno de los edificios está concebido con un sistema estructural híbrido; muros y columnas de concreto como estructura portante y entresijos de madera contra laminada para aligerar el peso del edificio, como resultado se tiene una cimentación de concreto armado de menor impacto al terreno. Todos los edificios estarán elevados de 50 cm a 80 cm del nivel del terreno natural (dependiendo de la topografía) quedando un espacio entre el nivel del terreno y los edificios. Este tipo de cimentación no modificará el patrón de drenaje local, por lo que se evaluó un impacto benéfico, moderado, local y permanente.

El Proyecto contempla la construcción de un puente peatonal de madera para acceder a la playa este será construido sobre una zona de manglar secundario, pero al estar en pilotes permitirá que la dinámica del flujo de agua se mantenga. El impacto se evaluó como benéfico, bajo, puntual y permanente.

V.3.8. MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL AGUA SUPERFICIAL

Los 302 trabajadores que participarán en la construcción del Proyecto, podrían contaminar los escurrimientos intermitentes por la defecación al aire libre, en el caso de que no contar con las instalaciones sanitarias adecuadas. Se evaluó este impacto como adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

El uso de maquinaria con lleva el riesgo de derrames de aceite, grasas, combustible, etc, lo que podría contaminar el agua, se consideró que el impacto que podría presentarse sería adverso, bajo, puntual, permanente y mitigable.

Durante la ocupación los residentes y visitantes generarán residuos sólidos, en caso de que estos no se manejen de forma adecuada podrían contaminar el agua superficial. Se evaluó como un impacto adverso bajo, moderado, temporal y mitigable.

Las aguas residuales tratadas serán reutilizada por lo que contarán con un sistema de tratamiento de aguas residuales, así como el reúso de las aguas tratadas esto tendrá un impacto benéfico, puntual y permanente, sobre la calidad del agua.

V.3.9. SUPERFICIE DE RECARGA DEL ACUÍFERO

Todos los edificios estarán elevados de 50 cm a 80 cm del nivel del terreno natural (dependiendo de la topografía) quedando un espacio entre el nivel del terreno y los edificios. Este tipo de cimentación permitirá la infiltración del agua al acuífero, por lo que se evaluó un impacto benéfico, moderado, local y permanente.

El Proyecto contempla destinar 8,907.93 m² (37.40%) como áreas verdes, más 4,070.36 m² (17.09%) de manglar, lo que contribuye a mantener la recarga del acuífero, por lo que el impacto se evaluó como benéfico moderado, puntual y permanente.

La operación de la planta de tratamiento y el riego de las áreas verdes con agua tratada contribuye a la recarga del acuífero. El impacto se evaluó como benéfico, bajo, puntual y permanente.

V.3.10 DISMINUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

El trazo y delimitación permitirá respetar durante la construcción las áreas de conservación por lo que se evaluó un impacto benéfico, bajo, puntual.

El Proyecto contempla el desmonte de 10, 837.76 m² que representan el 45.51% del Área del Proyecto. En la siguiente tabla se enlistan las superficies de las asociaciones vegetales que serán afectadas por el Proyecto.

Tabla V.20. Superficies por tipo de vegetación que serán afectados por el Proyecto

Asociaciones vegetales	Área	
	actual	que será afectada
Matorral costero secundario con presencia de <i>Thrinax radiata</i> (chit)	1,828.72	1,004.59
Manglar con <i>Conocarpus erectus</i>	3,582.59	0
Manglar secundario con <i>Conocarpus erectus</i>	487.77	51.66
Bajo con <i>Bravaisia tubiflora</i> (julub)	5,239.37	2,322.39
Selva baja perennifolia con <i>Thrinax radiata</i> (chit)	4,443.22	2,914.52
Vegetación secundaria arborescente derivada de la selva baja con <i>Thrinax radiata</i> (chit)	3,424.2	1988.79
Vegetación secundaria arbustiva derivada de la selva baja con <i>Thrinax radiata</i> (chit)	4,543.66	2482.05
Vegetación secundaria	99.58	9.53
Desprovisto de vegetación	166.93	

El impacto sobre la cobertura vegetal, se evaluó como adverso moderado, local, permanente y parcialmente mitigable.

El establecimiento y mantenimiento de áreas verdes con una superficie de 8,907.93 m² (37.40%) en donde se utilizarán especies nativas como ramón, zapote, chicozapote, caobas y plantas tales como helechos, musgos, bromeliáceas y aráceas así como la conservación de 4,070.36 m² (17.09%) de mangle, tendrá un impacto benéfico bajo, local y permanente sobre la cobertura vegetal.

V.3.11 MODIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES VEGETALES

Para la construcción del Proyecto se requiere realizar el desmonte de 10,837.76 m² que representan el 45.51%, con esto se afectará la distribución de las especies vegetales de las diferentes asociaciones vegetales.

Tabla V.21 Especies que serán afectadas por el desmonte

Asociaciones vegetales	Especies
Vegetación secundaria arbustiva derivada de la selva baja con <i>Thrinax radiata</i> (chit)	<i>Bravaisia tubiflora</i> , <i>Croton glabellus</i> , <i>Pithecellobium keyense</i> , <i>Coccoloba diversifolia</i> , <i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> , <i>Hampea trilobata</i> , <i>Thrinax radiata</i> .
Vegetación secundaria arborescente derivada de la selva baja con <i>Thrinax radiata</i> (chit)	Se considera a <i>Thrinax radiata</i> (chit) como el elemento dominante ya que integra cerca del 50% de los individuos muestreados,
Selva baja perennifolia con <i>Thrinax radiata</i> (chit)	Las especies que se registran son <i>Coccoloba diversifolia</i> (sakbob), <i>Coccoloba swartzii</i> (uvero), <i>Elaeodendron xylocarpum</i> y, desde luego, a <i>Thrinax radiata</i> (chit). Además de aquellos considerados como elementos caducifolios (los que pierden su follaje durante la temporada seca del año); como son: <i>Metopium brownei</i> (chechem).
Matorral costero secundario con presencia de <i>Thrinax radiata</i> (chit)	<i>Solanum donianum</i> , <i>Lantana involucrata</i> , <i>Sporobolus virginicus</i> , <i>Solanum donianum</i> , <i>Lantana involucrata</i> , <i>Sporobolus virginicus</i> , <i>Alternanthera ramosissima</i> , <i>Panicum amarum</i> , <i>Ambrosia hispida</i> , <i>Dactyloctenium aegyptium</i> , <i>Thrinax radiata</i> , <i>Bravaisia tubiflora</i> , <i>Cordia sebestena</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Pithecellobium keyense</i> , <i>Tournefortia gnaphalodes</i> , <i>Ernodea littoralis</i> , <i>Suriana marítima</i> , <i>Trema micrantha</i> , <i>Echites yucatanensis</i> , <i>Lantana cámara</i> y <i>Metopium brownei</i> .
Bajo con <i>Bravaisia tubiflora</i> (julub)	Domina la presencia de <i>Bravaisia tubiflora</i> (julub), otras especies que se registran son <i>Rhabdadenia biflora</i> , <i>Spartina spartinae</i> (pasto aguja), <i>Sporobolus virginicus</i> , <i>Solanum donianum</i> . Además de algunos arbustos de baja talla como <i>Erythroxylum confusum</i> , <i>Metopium brownei</i> (chechem) y <i>Conocarpus erectus</i> (mangle botoncillo).
Manglar secundario con <i>Conocarpus erectus</i>	<i>Conocarpus erectus</i> (mangle botoncillo) y <i>Leucaena leucocephala</i> (waxim)

El impacto sobre la distribución y abundancia de las especies vegetales por el desmonte se evaluó como adverso, moderado, local, permanente y mitigable.

En el Área del Proyecto se registraron dos especies vegetales en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se enlistan en la siguiente tabla.

Tabla V.22 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies relevantes para la conservación.

Especie	Nombre común	Estatus
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Amenazada
<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	Amenazada

Sin embargo, se afectará una superficie de 51.66 m² de manglar secundario que se encuentra al sur para la construcción del puente peatonal de madera en pilotes, para minimizar el impacto. Se afectarán algunos individuos aislados de *Conocarpus erectus* (Mangle botoncillo). Por otro lado, durante el desmante se afectarán 2,914.52 m² de selva perennifolia con *Thrinax radiata*. El impacto se evaluó como adverso bajo, puntual, permanente y mitigable.

El Proyecto contempla destinar 4,070.36 m² para la conservación que representan el 17.09% del Área del Proyecto, esta superficie abarca la mayor parte del manglar que se registra. Se evaluó que habrá un impacto benéfico, bajo, local y permanente sobre la distribución de algunas de las especies vegetales.

V.3.12 AFECTACIÓN AL HÁBITAT DE LAS ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE

El trazo y delimitación permitirá respetar durante la construcción las áreas de conservación que constituyen un hábitat para algunas de las especies, por lo que se evaluó un impacto benéfico, bajo, puntual.

El desmante de 10, 837.76 m² (45.51%) es la actividad que mayor impacto generará sobre el hábitat de las especies de fauna silvestre y que provocará su desplazamiento hacia otras áreas. El impacto se evaluó como adverso, moderado, local, permanente y mitigable, destinando 4,070.36 m² (17.09%) de áreas de conservación.

El Proyecto contempla destinar 4,070.36 m² para la conservación que representan el 17.09% del Área del Proyecto, esta superficie funciona como hábitat para algunas de las especies de fauna silvestre. Se evaluó que habrá un impacto benéfico, bajo, local y permanente.

V.3.13 MODIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE

La estancia de los 302 trabajadores, podría perturbar a la fauna, es frecuente que el personal se sienta amenazado por serpientes y víboras, lo cual podría resultar en su eliminación, independientemente de que sean o no venenosas, modificando así la distribución y la abundancia de estos reptiles. Adicionalmente el personal originario de la zona puede extraer ilegalmente ciertas especies de fauna carismáticas para uso personal (mascota, alimento o uso de piel) o comercial. El impacto se evaluó como adverso, bajo, temporal, temporal, local y mitigable, ya que se implementarán pláticas de concientización y se colocarán letreros indicando la prohibición de cazar o molestar a la fauna silvestre.

El uso de maquinaria y equipo, así como el transporte de insumos y materiales incrementan el riesgo de atropellamiento de algunas especies, particularmente las de más lento desplazamiento. Se evaluó el impacto como adverso bajo, temporal, local y mitigable, mediante

la implementación del Subprograma de rescate de fauna silvestre, así como el control de la velocidad de los vehículos.

El desmonte provoca la pérdida de hábitat obligando a las especies a desplazarse hacia otras áreas. Se evaluó el impacto como adverso, moderado, local, permanente y mitigable sobre la distribución y abundancia de las especies de fauna silvestre, incluidas las cinco especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuáles se enlistan a continuación.

Tabla V.23 Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 registrados durante los trabajos de campo.

Clase	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anfibios	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	Amenazada
Reptiles	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	
	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa	Protección especial
Aves	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	
	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	

La presencia de residentes, visitantes y trabajadores ahuyentará a la fauna silvestre, el impacto se evaluó como adverso bajo, local, permanente y mitigable.

El incremento del flujo vehicular contribuirá a incrementar el riesgo de atropellamiento de las especies de lento desplazamiento, como los anfibios y reptiles, por el tránsito de los 143 vehículos que se esperan en la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto. Se evaluó como un impacto adverso moderado, puntual, permanente y mitigable, mediante el control de la velocidad de los vehículos.

El establecimiento de las áreas verdes y las zonas de conservación servirán como área de refugio, descanso y alimentación para algunas de las especies de fauna silvestre por lo que el impacto se evaluó como benéfico bajo, local y permanente.

V.3.14 DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE

Durante la preparación del sitio y construcción habrá impactos al paisaje por la presencia de maquinaria y equipo, instalaciones temporales, materiales e insumos los cuales tendrán un impacto adverso, bajo, puntual, temporal y mitigable.

El desmonte de de 10, 837.76 m² (45.51 %a) es la actividad que mayor impacto generará sobre la calidad del paisaje. El impacto se evaluó como adverso, moderado, local, permanente y mitigable.

La construcción de las edificaciones, amenidades, estacionamiento, senderos, puente peatonal y planta de tratamiento alterará el paisaje debido a que se introducen elementos artificiales, sin embargo por las dimensiones de las mismas el impacto aunque permanente es adverso, moderado y puntual y mitigable.

V.3.15 INCREMENTO DE LA CALIDAD DE VIDA

En la etapa de preparación del sitio y construcción se contratarán aproximadamente 302 trabajadores, esto generará un impacto benéfico, moderado, temporal y local en el bienestar de las personas contratadas y sus familias.

Las áreas verdes y de conservación incrementarán la calidad de vida de los residentes, visitantes y trabajadores. El impacto se evaluó como benéfico, moderado, local y permanente.

Durante la etapa de operación del Proyecto se calcula que se contratarán aproximadamente 25 personas, esto generará un impacto benéfico, bajo, permanente y local en el bienestar de las personas contratadas y sus familias.

V.3.16 INCREMENTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL

El Proyecto "Punta Sur" se encuentra dentro del Centro de Población de Akumal, delimitado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal 2007-2032, específicamente el Proyecto se ubica en la categoría de Turístico Residencial 2 de baja densidad (TR2), sin embargo en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo con fecha 03 de abril de 2018 se publicó el cambio de uso de suelo del predio en cuestión de Turístico Residencial 2 de baja densidad (TR2) a Habitacional de alta densidad (H4), El Proyecto contempla 143 unidades (126 viviendas y 17 habitaciones), por lo que se tendrán 60 viviendas por ha, lo que incrementará la densidad poblacional. Se evaluó como un impacto adverso, moderado, local y permanente.

V.3.17 BENEFICIOS EN LA ECONOMÍA LOCAL

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, la adquisición de transporte de insumos y materiales tendrá un impacto benéfico sobre la economía local por el consumo de bienes y servicios. El impacto se evaluó como benéfico, moderado, local y temporal.

La estancia de los residentes y visitantes, así como el mantenimiento de áreas verdes, amenidades así como los edificios demandarán insumos y servicios que generarán un impacto benéfico bajo, local y permanente sobre la economía del municipio de Tulum.

V.3.18 FORTALECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA HABITACIONAL Y TURÍSTICA

El Proyecto contempla la construcción de 126 unidades de departamentos divididos en 7 edificios tipo; cada uno con 18 departamentos en 3 niveles. Además de un edificio con 17 habitaciones distribuidas en 3 niveles. Esto contribuirá a satisfacer la demanda de zonas habitacionales y cuartos que existe en Akumal. El impacto se evaluó como benéfico moderado, local y permanente.

V.3.19 INCREMENTO DEL FLUJO VEHICULAR

Durante la construcción, la maquinaria y vehículos que utilizarán los trabajadores incrementará el flujo vehicular sobre la carretera No. 307 así como la calle que colinda con el Área del Proyecto. El impacto se evaluó como adverso moderado, temporal, local y mitigable mediante señalamientos.

Durante la operación del Proyecto se estima que circularán aproximadamente 143 vehículos de propietarios y residentes. El impacto se evaluó como adverso moderado, temporal, local y mitigable mediante señalamientos.

V.4. IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 3º fracción X del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación del Impacto Ambiental; define como impacto residual: “*El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación*”.

El desmonte de 10, 837.76 m² será un impacto residual del Proyecto.

V.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS

De acuerdo al análisis realizado, los impactos acumulativos más importantes se refieren a la disminución de la cobertura vegetal y las implicaciones que tiene sobre la distribución y abundancia tanto de las especies vegetales como animales, además de las especies en estatus de conservación, estos impactos se suman a la fragmentación y disminución que actualmente presenta la selva baja, el matorral costero y algunos individuos de especies en estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010, de *Thrinax radiata* y *Conocarpus erectus*. Cabe destacar que el Proyecto contempla el rescate y reubicación de organismos factibles de sobrevivir además de destinar 4,070.36 m² (17.09%) a la conservación del manglar.

Otro impacto acumulativo es la modificación del paisaje, con la ejecución del Proyecto se disminuirá el paisaje natural que ya ha sido modificado por los desarrollos hoteleros y viviendas así como a las vías de comunicación existentes.

V.6. CONCLUSIONES

El estado de Quintana Roo es el estado que percibe mayores ingresos por el sector turismo en el país. En este Estado, las actividades terciarias; entre las que se encuentran el comercio y hoteles, aportaron 85% al PIB estatal en 2009 y 2.0% al PIB Nacional. En el 2012 Quintana Roo captó el 38.9% del total de divisas que ingresaron al país por concepto de turismo¹.

Entre el porcentaje de visitantes en el estado de Quintana Roo, el destino Riviera Maya recibe el 44% del total superando a Cancún con el 43%¹.

El Corredor Turístico Cancún – Tulum, conocido actualmente como Riviera Maya, es un espacio de gran importancia económica para México, ya que comprende desde playas solitarias hasta modernos conjuntos arquitectónicos que incluyen hoteles, marinas, instalaciones deportivas y restaurantes. Por todo ello, esta región es hoy en día un destino turístico de primer nivel, preferido por el turismo nacional e internacional¹.

¹ Estudio de competitividad turística del destino Riviera Maya. Universidad de Quintana Roo. Agendas de competitividad de los destinos turísticos de México 2013-2018. Secretaría de Turismo.

Por lo anterior, se considera que para llevar a cabo un desarrollo turístico armónico, es necesario desarrollar programas de aprovechamiento y crecimiento que contemplen tanto el equilibrio ecológico de los recursos naturales presentes, como el potencial turístico de la zona que pretenda utilizarse. Bajo esta consideración, el 15 de noviembre de 2001 se decretó el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la región denominada Corredor Cancún-Tulum, mismo que regula el uso del suelo en la franja de 130 Km. de zona costera y propone la normatividad a aplicar para el desarrollo turístico y urbano. A la par, los planes de desarrollo que involucran el crecimiento de la infraestructura hotelera y urbana en la región continúan incrementándose, así que, se decretó el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Akumal 2007-2032, por lo tanto, se deberán seguir los criterios con la finalidad de que el aprovechamiento pretendido para un predio en particular, sea armónico con los recursos escénicos y naturales, así como con la infraestructura de servicios turísticos que demandan los visitantes de la zona.

El objetivo central del presente proyecto es la construcción de un desarrollo habitacional, diseñado y desarrollado en estricto apego a las disposiciones legales y restricciones ambientales establecidas por el POET y por la actualización en el presente año, del PDU del Centro de Población Akumal, en cuya zona urbana se pretende desarrollar.

El proyecto se pretende desarrollar en un área de 23,816.04 m². El análisis de la información recabada en campo y gabinete concluye que el predio donde pretende desarrollarse el proyecto, se encuentra en una zona impactada desde el punto de vista ambiental, principalmente al sur del predio, colindante con el desarrollo inmobiliario Oasis.

Con respecto a los ejemplares de mangle presentes en el predio, estos no serán removidos o dañados de manera alguna por el proyecto. Mientras que las palmas Chit (*Thrinax radiata*) deberán ser mantenidas en un sitio adecuado durante la etapa de construcción y posteriormente emplearse dentro del predio en las áreas verdes.

La superficie donde se pretende establecer obras permanentes corresponde a coberturas con crecimiento secundario derivado de selva baja perennifolia, condición que muestran los datos de campo, ya que la vegetación mostró una mayor proporción del predio cubierta de especies de baja altura con dominancia de herbáceas y arbustivas.

Salvo por el relicto de manglar, en el área de estudio no se encontraron otros componentes críticos o que puedan considerarse únicos e indispensables en el equilibrio del sistema ambiental. Específicamente por lo que hace al componente hidrológico, no se registran en el sitio cauces o escorrentías superficiales ni flujos subterráneos que puedan ser afectados por las obras del proyecto.

En cuanto a la fauna, se espera que esta se desplace hacia otras zonas apenas se inicien movimientos dentro del predio, además de que se contará con un programa de rescate y reubicación de flora y fauna.

El desmonte de 10, 837.76 m² (45.51%) es la actividad que mayor impacto generará sobre el hábitat de las especies de fauna silvestre y que provocará su desplazamiento hacia otras áreas. El impacto se evaluó como adverso, moderado, local, permanente y mitigable. En este tipo de proyectos, es común que las principales afectaciones a la zona sean los asociados al desmonte, despalme y la excavación del terreno, así que se contempla toda una serie de medidas de mitigación y compensación para esta serie de impactos ambientales. Por ejemplo, el Proyecto contempla destinar 4,070.36 m² para la conservación que representan el 17.09% del Área del Proyecto, esta superficie funciona como hábitat para algunas de las especies de fauna silvestre.

Durante el proceso de construcción, se deberá tener especial cuidado en el control del personal que esté laborando, ya que en ocasiones la alta intensidad de mano de obra puede generar impactos no deseados. Asimismo, el manejo y control de los residuos durante esta fase, será de primordial importancia para evitar cualquier daño posterior. Se deberán considerar de manera estricta las recomendaciones y medidas de prevención y mitigación del presente documento para todos los elementos potencialmente afectados como atmósfera (emisión de contaminantes, polvos, ruido), suelo (contaminación, erosión, compactación), agua (contaminación de agua superficial y subterránea), paisaje.

En cuanto a los aspectos sociales, los impactos que se detectaron durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación son en su mayoría benéficos, ya que se requerirán de un promedio de 302 trabajadores durante la etapa más fuerte de construcción, la cual tendrá una duración total de 18 meses y se podrán generar varios empleos directos permanentes una vez que estén funcionando las etapas del proyecto.

CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

CONTENIDO

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	1
VI.1. Programa de manejo ambiental.....	1
VI.2. Seguimiento de control y monitoreo.....	20

TABLA

Tabla VI. 1. Tipos de medidas de mitigación.....	1
Tabla VI. 2. Subprogramas que integran el Programa de Manejo Ambiental.....	1
Tabla VI. 3. Medidas de prevención, mitigación y/o compensación por factor ambiental afectado.	3

FIGURA

Figura VI. 1. Distribución de las zonas susceptibles a mitigar con las medidas de mitigación....	19
--	----

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

De acuerdo con la legislación ambiental las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad. En la siguiente tabla se describen los diferentes tipos de medidas de mitigación.

Tabla VI. 1. Tipos de medidas de mitigación.

Tipo de de medida	Objetivo	Tiempo de implementación
Prevención	Realizar actividades preventivas o evitar realizar acciones que puedan resultar en impactos negativos sobre los componentes ambientales.	Anterior a la ejecución de la actividad que puede generar el impacto.
Mitigación	Minimizar el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto negativo sobre algún componente ambiental	Anterior, durante y posterior a la ejecución de la actividad que genera el impacto.
Control	Asegurar el cumplimiento de las acciones para prevenir o minimizar los impactos sobre algún componente ambiental.	Durante la ejecución de la actividad y posterior a ella, hasta lograr el objetivo.
Compensación o Restauración	Compensar o restaurar los impactos negativos a través de acciones enfocadas a la remediación de algún componente ambiental afectado por las actividades propias del proyecto	Posterior a la ejecución de la actividad que genera el impacto, con el fin de restituir en lo posible las condiciones originales.

En el presente capítulo se incluye la aplicación del Programa de Manejo Ambiental y subprogramas que incluyen las medidas de mitigación para minimizar los impactos adversos identificados y que podrían presentarse durante las diversas etapas del Proyecto.

VI.1. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El Programa de Manejo Ambiental es una herramienta básica cuyo propósito final es cumplir con las medidas propuestas para prevenir, minimizar, compensar o restaurar los impactos que potencialmente podría generar el Proyecto en sus diferentes etapas de ejecución, así como garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente aplicable.

El Programa de Manejo Ambiental contempla los siguientes subprogramas a fin de hacer que el Proyecto sea ambientalmente factible.

Tabla VI. 2. Subprogramas que integran el Programa de Manejo Ambiental.

Subprograma	Objetivo
Calidad del aire y ruido	Prevenir y minimizar la dispersión de partículas y emisiones de GEI derivados de la combustión los cuales disminuyen la calidad del aire. Prevenir y minimizar las emisiones de ruido.

Subprograma	Objetivo
Conservación de la estructura y características bioquímicas y fisicoquímicas del suelo.	Minimizar la pérdida de suelo y garantizar que los suelos no serán contaminados por malas prácticas (derrames de grasas, aceites y combustibles, etc.). Este programa contempla la recuperación del despalme y uso dentro del predio, en las áreas verdes.
Manejo de residuos sólidos y residuos peligrosos	Minimizar la generación de residuos sólidos, así como asegurar el manejo adecuado que incluye, separación, reúso, almacenamiento y disposición final para evitar la contaminación del suelo y agua.
	Minimizar la generación de residuos peligrosos, así como asegurar el manejo adecuado que incluye, separación, reúso, almacenamiento y disposición final para evitar la contaminación del suelo y agua cumpliendo con la normatividad ambiental vigente y aplicable al Proyecto.
Manejo sustentable del agua y conservación de la calidad	Garantizar el uso sustentable del agua y realizar el manejo de las aguas residuales de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.
Conservación de flora y fauna silvestre	Compensar la disminución de la cobertura vegetal y mitigar los efectos negativos sobre las especies de fauna y flora existentes, poniendo especial énfasis aquellas especies relevantes para la conservación. Este programa contempla entre otras acciones el rescate de flora y fauna enfocado principalmente a las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las que se reubicarán en las áreas verdes 8,907.93 m ² que representan 37.40% del Área del Proyecto, además de mantener áreas de conservación 4,070.36 m ² . que representan el 17.09%, y la restauración de las áreas de afectación temporal.
Educación Ambiental	Concientizar por medio de capacitación a los trabajadores sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales, agua, suelo, aire, flora y fauna.

En los subprogramas planteados se establecen medidas de mitigación para cada uno de los impactos ambientales identificados y evaluados en el capítulo anterior, las medidas de mitigación se clasifican de acuerdo con su objetivo y tiempo de implementación, en medidas de prevención, mitigación, control y restauración, en la siguiente tabla se describen los objetivos de cada una y su implementación.

Cabe destacar que algunas medidas de mitigación son aplicables para prevenir, minimizar o compensar diferentes impactos, así por ejemplo el mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado permite minimizar el riesgo de contaminación del suelo, agua además de que contribuye a minimizar la disminución de la calidad del aire y acústica.

Tabla VI. 3. Medidas de prevención, mitigación y/o compensación por factor ambiental afectado.

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de aplicación
Subprograma de calidad del aire y acústica				
<i>Medidas de prevención y control</i>				
Modificación del microclima	Solo se harán los desmontes en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de estas.	Superficie (m ²)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales. El indicador no deberá superar la superficie delimitada para el Área del Proyecto	Preparación del Sitio y Construcción
	Se contempla la restauración de las áreas temporales	Superficie afectada temporalmente/Superficie restaurada	Se realizará una inspección al final de la etapa de preparación del sitio y construcción	
Modificación de la calidad del aire	Se hará un inventario de los vehículos y maquinaria que se utilizarán durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, se llevará un registro del mantenimiento recibido a fin de garantizar que se encuentran en buen estado.	No. de mantenimientos vehiculares programados/ No. de mantenimientos vehiculares realizados	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución	
	Los equipos utilizados en las diferentes etapas de construcción de la obra considerarán las recomendaciones del fabricante, a fin de garantizar su funcionamiento óptimo.	Cumplimiento No cumplimiento		
	Para minimizar la emisión de polvos generados por el tránsito de vehículos se establecerán velocidades máximas permisibles en los caminos de terracería.	No. de señalizaciones	Se realizarán inspecciones periódicas y registro de los puntos de ubicación de las señalizaciones y anexo fotográfico.	

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de aplicación
	Los camiones que transporten material granular serán cubiertos con lonas para evitar la dispersión de partículas.	Camiones que transportan material granular con lona/ Total de camiones que transporten material granular	Bitácora de registro de camiones que transportan material granular	
Modificación de la calidad del aire	Se realizará el riego periódico de las áreas desmontadas para disminuir las fuentes de emisión de polvos, cuando se requiera particularmente durante la temporada de secas.	Días con riego programado/Días de riego realizado	Programa de riegos y reportes de cumplimiento.	Preparación del Sitio y Construcción
	Por ningún motivo se quemarán los residuos sólidos incluyendo los residuos vegetales producto del desmonte, sólidos y/o peligrosos, como cartón, mecate, embalajes, estopas, guantes, trapos, etc; y materiales impregnados con grasa, solventes y/o aceites generados; los mismos serán manejados conforme a la normatividad vigente.	Cumplimiento No cumplimiento	Bitácora de registro de disposición final de todos los residuos generados durante la etapa de Construcción del Proyecto. Se hará un archivo con los comprobantes correspondientes.	
Modificación de la calidad acústica	Mantenimiento periódico del equipo y maquinaria y cumplirán con lo estipulado en la NOM-080-SEMARNAT-1994.	No. de mantenimientos vehiculares programados/ No. de mantenimientos vehiculares realizados	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución	Preparación del Sitio y Construcción
	Se trabajará solo en horarios diurnos.	Cumplimiento No cumplimiento	Bitácora de registro de entrada de los trabajadores	

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Conservación de la estructura y características fisicoquímicas del suelo				
<i>Medidas de prevención y control:</i>				
Pérdida del suelo fértil	Se delimitarán previamente las áreas en donde se llevarán a cabo las obras de desmonte y despalme. Por ningún motivo se realizarán estas actividades fuera de las áreas delimitadas. La delimitación física de estas áreas se deberá realizar antes del desmonte.	Superficie (m ²)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales.	Preparación del Sitio y Construcción
Pérdida del suelo fértil	Se llevará a cabo la recuperación del suelo fértil en las áreas de afectación temporal y en aquellas áreas en donde sea factible su recuperación. No se recuperará el suelo en los sitios en donde se tengan afloramientos rocosos. Este suelo no se mezclará con el suelo inerte subyacente y se colocará en una superficie previamente establecida, protegiéndolo de la erosión. Este suelo será utilizado posteriormente para la revegetación en las áreas de afectación temporal y en áreas verdes.	Cumplimiento No cumplimiento	Se realizarán inspecciones y se registrará en bitácoras e informes. Evidencia Fotográfica	Preparación del Sitio y Construcción
Modificación de la topografía	Todas las edificaciones planteadas en el proyecto estarán elevadas de 50 a 80 cm a partir del terreno natural, para NO generar rellenos ni cortes.	Cumplimiento No cumplimiento	Se hará un archivo fotográfico.	Preparación del Sitio y Construcción
Modificación de la topografía	En caso de requerirse material de banco, se obtendrá sólo de bancos de materiales autorizados.	Cumplimiento No cumplimiento	Bitácora de registro del material proveniente de banco de materiales. Se hará un archivo con los comprobantes correspondientes.	Preparación del Sitio y Construcción

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
<i>Medidas de prevención y control</i>				
Contaminación del suelo	Para minimizar el riesgo de contaminación del suelo por la operación del equipo y maquinaria se realizará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria que se utilice a fin de garantizar que se encuentre en las mejores condiciones mecánicas posibles. Con ello se minimizarán los derrames al suelo.	No. de mantenimientos vehiculares programados/ No. de mantenimientos vehiculares realizados	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución	Preparación del Sitio y Construcción
	Los camiones que realizan la carga de combustible deberán contar con un kit de contención de derrames que al menos debe incluir una lona impermeable, charolas de contención y embudos para hacer los cambios del líquido y material absorbente para hidrocarburos.	No. de camiones con Kit Antiderrames/No. de camiones Totales funcionales	Bitácora de registro de camiones con el kit de contención de derrames	

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Contaminación del suelo	<p>En el área de almacenamiento de combustibles se llevará a cabo lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se colocará una trampa de grava y arena. Esta actividad también se llevará a cabo en el área de estacionamiento de la maquinaria. - Se contará con un Kit anti-derrames constituido por paños absorbentes, arena para derrames, guantes de hule, bolsas de hule. - El área de almacenamiento será delimitada identificando claramente la entrada y salida. - Se identificarán los tanques de almacenamiento con rombos de seguridad y capacidad de llenado. - El área de almacenamiento contará con extintor industrial de polvo químico seco, con una capacidad de 50 kg y arenero. - Se dará mantenimiento periódico al sistema de contención de los tanques de almacenamiento de combustible. - Se contará con manuales de operación para carga y/o trasiego de diésel. - Se contará con un Plan de atención a emergencias. - Se dará capacitación en caso de atención a fugas, derrames e incendios. - Se contará con los números de emergencia visibles en el área de tanques. 	Cumplimiento No cumplimiento	Se realizarán inspecciones y se registrará en bitácoras e informes. Evidencia Fotográfica	Preparación del Sitio y Construcción

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de aplicación
<i>Medidas de restauración</i>				
Pérdida del suelo fértil	Una vez terminada la etapa de construcción se inducirá el crecimiento de la vegetación herbácea y arbustiva en los bordes del desplante.	Superficie desmontada/superficie con vegetación herbácea y arbustiva (m2)	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.	Preparación del Sitio y Construcción
	En las áreas de afectación temporal se llevará a cabo la restauración del área.	Superficie de afectación temporal/superficie restaurada	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.	
Erosión del suelo	En el caso excepcional de que durante las excavaciones para los cimientos de los edificios se llegará al nivel freático, se llevará a cabo el bombeo del agua fuera de la excavación y será descargada en las inmediaciones con un difusor para evitar la erosión del suelo y se garantizará que no sea contaminada.	Cumplimiento/No cumplimiento	Se registrará en bitácora y se presentará evidencia fotográfica	
Contaminación del suelo	En caso de que exista un derrame de combustible o cualquier otra sustancia sobre el suelo, éste será recuperado y dispuesto como un residuo peligroso en sitios autorizados, cumpliendo con lo establecido en la normatividad vigente.	No. de incidentes ocurridos/Número de incidentes atendidos	Se registrará en bitácora las inspecciones realizadas y en su caso se registrará cualquier incidente	
Subprograma Manejo de Residuos Sólidos				
<i>Medidas de prevención y control</i>				
Contaminación del suelo	Para controlar los residuos sanitarios se contratarán baños portátiles con lavabo, uno por cada quince trabajadores, se contratará una empresa para su mantenimiento periódico y la disposición de los residuos lo realizará en un sitio autorizado.	No. de sanitarios/No. de trabajadores	Bitácora del registro de sanitarios contratados	Preparación del Sitio y Construcción

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de aplicación
	Se contratará una empresa para el mantenimiento periódico de los residuos sanitarios y para el traslado y la disposición final en un sitio autorizado.	No. de mantenimientos programados/ No. de mantenimientos realizados	Bitácora del registro de los mantenimientos realizados acompañado con el archivo con los comprobantes de disposición final.	
	El conjunto de residuos generados será recolectado periódicamente de las áreas de trabajo y almacenado temporalmente para su posterior transporte hasta los sitios de disposición final, autorizados por los municipios correspondientes.	Volumen de residuos generados/Volumen de residuos dispuestos en sitios autorizados	Bitácora del registro de los residuos dispuestos en sitios autorizados con los comprobantes de la disposición final.	
Contaminación del suelo	<p>El manejo de los residuos sólidos se llevará a cabo de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los almacenes temporales cumplirán con la normatividad ambiental vigente. - Se colocarán contenedores adecuados, suficientes y señalados para la disposición y separación de los diferentes tipos de desperdicios que se generen. La identificación mediante colores y letreros indicativos permitirá una separación inicial de residuos para posteriormente reciclar o reusar. - Los residuos sólidos se clasificarán y se separarán en: residuos orgánicos (restos de comida), inorgánicos (botellas y empaques plásticos) y reciclables (papel, cartón, latas de aluminio, vidrio, metal y madera). - Se elaborará el Plan de Manejo de Residuos de manejo especial según lo establecido en la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Quintana Roo. 	No. de contenedores existentes/ No. de contenedores debidamente identificados (por tipo de residuos).	Se llevará una bitácora del registro del manejo de los residuos acompañado con el archivo con los comprobantes de disposición final.	Todas las etapas

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
	<ul style="list-style-type: none"> - Se contratará a una empresa autorizada para el transporte y disposición final de los residuos. - Al cierre de operaciones, se dejará libre de contaminación dichos suelos. - Cualquier otra disposición establecida en la normatividad ambiental vigente 			
Subprograma Manejo de Residuos Peligrosos				
<u>Medidas de prevención y control</u>				
Contaminación del suelo	<p>En las áreas de trabajo, se llevará a cabo el manejo de los residuos peligrosos de acuerdo a lo establecido en la normatividad ambiental vigente, a fin de evitar la contaminación del suelo. Algunas de las actividades más relevante que se llevarán a cabo son las siguientes:</p> <p>Para la disposición final de los residuos peligrosos se contratará a una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT. Los residuos peligrosos serán enviados fuera del Área del Proyecto periódicamente de acuerdo a la normativa vigente y aplicable.</p> <p>Los contenedores de aceite, combustibles, y otras sustancias líquidas peligrosas, se ubicarán en zonas donde se reduzcan los riesgos de fugas, incendios o explosiones, se contará con un sistema de contraincendios, señalamientos alusivos a la peligrosidad, además se contempla las fosas de captación y retención que tendrán una capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado, pisos impermeables y trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención.</p>	Volumen de residuos peligrosos generados/ cantidad de residuos peligrosos debidamente dispuestos.	<p>Se realizará el cotejo de los residuos generados de acuerdo a la bitácora del almacén temporal de residuos peligrosos que se instale ex profeso con los manifiestos entregados por la empresa contratada.</p> <p>Se mantendrán los registros y documentación probatoria, como lo establece la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos respecto a la generación, transporte y disposición de los residuos peligrosos.</p>	Todas las etapas

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
	Los sobrantes de aceites, estopas contaminadas con sustancias o residuos peligrosos, deberán almacenarse temporalmente bajo las condiciones que establece la normatividad ambiental vigente			
	El manejo y traslado de los residuos considerados como peligrosos se ajustarán a las normas oficiales mexicanas.	No. de recolecciones programadas/No. de recolecciones realizadas.	Comprobantes del transporte y disposición final de los residuos.	Preparación del Sitio y Construcción
	Al término de la Operación y Construcción, el sitio de obra debe quedar libre de todo tipo de residuo.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.	
Contaminación del suelo	En caso de que exista contaminación por el manejo inadecuado de los residuos peligrosos, en el área afectada se llevará a cabo la restauración de acuerdo a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.	No. de incidentes ocurridos/No. de incidentes atendidos	Se registrará en bitácora las inspecciones realizadas y en su caso se registrará cualquier incidente	Preparación del Sitio y Construcción
Subprograma Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad del Agua				
<u>Medidas de prevención y control</u>				
Disminución del área de recarga del acuífero	Todos los edificios estarán elevados de 50 cm a 80 cm del nivel del terreno natural (dependiendo de la topografía) quedando un espacio entre el nivel del terreno y los edificios. Este tipo de cimentación permitirá la infiltración del agua al acuífero.	Superficie (m ²)	Se realizarán inspecciones periódicas para mantener en mayor medida ese espacio al nivel del terreno natural	Preparación del Sitio y Construcción

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de aplicación
Disminución del área de recarga del acuífero	Se respetarán las áreas delimitadas previamente para las instalaciones asociadas (espacio para las amenidades exteriores, senderos y estacionamiento) que no permitirán la recarga del acuífero.	Superficie (m ²)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales	Preparación del Sitio y Construcción
Contaminación del acuífero	Para controlar los residuos sanitarios se contratarán baños portátiles con lavabo, uno por cada quince trabajadores.	No. de sanitarios/No. de trabajadores	Bitácora del registro de sanitarios contratados	Preparación del Sitio y Construcción
	Se contratará una empresa para el mantenimiento periódico de los residuos sanitarios y para el traslado y la disposición final en un sitio autorizado.	No. de mantenimientos programados/ No. de mantenimientos realizados	Bitácora del registro de los mantenimientos realizados acompañado con el archivo con los comprobantes de disposición final.	
Contaminación del acuífero	Se instalará una planta de tratamiento de las aguas residuales. Y el agua tratada se reusará en las áreas jardinadas y áreas verdes.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Inspección periódica	Operación y Mantenimiento
Subprograma de Conservación de Flora y Fauna				
<u>Medidas de prevención y control</u>				
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se delimitarán previamente las áreas que serán desmontadas. Por ningún motivo se llevará a cabo fuera de los límites establecidos.	Superficie (m ²)	Se realizarán inspecciones periódicas para garantizar que no se afectan áreas adicionales. El indicador no deberá superar la superficie delimitada para el Área del Proyecto	Preparación del Sitio y Construcción

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se realizará la colecta de semillas y partes vegetativas de las especies nativas, para posteriormente utilizarlas en la restauración de las áreas de afectación temporal y en las áreas verdes. La selección de especies podrá modificarse con base en el análisis previo, en el Subprograma de conservación de flora y fauna se detallará la forma de rescate, forma de reubicación o propagación (en su caso), así como la densidad esperada de ejemplares a rescatar y propagar. En el caso del rescate con semillas su obtención y cantidad dependerá de la fenología de las especies existentes.	Cumplimiento / No cumplimiento	Se registrará en bitácora	Preparación del Sitio y Construcción
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se permitirá dejar crecer vegetación arbustiva en las áreas verdes a fin de hacer microcorredores para algunas especies de fauna, principalmente reptiles y pequeños mamíferos	Cumplimiento / No cumplimiento	Se registrará en bitácora	Todas las etapas
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se respetará y vigilará la integridad de las áreas de conservación cuya superficie total es de 4,070.36 m² . En estas áreas no se realizará ninguna actividad tanto en las etapas de preparación del sitio como de construcción. Además, se mantendrán 8,907.93 m ² como áreas verdes.	Superficie m ²	Se harán inspecciones periódicas para garantizar la integridad de las áreas de conservación	Todas las etapas
Afectación de las especies de flora silvestre en estatus de conservación	Se realizará el rescate de los ejemplares completos de especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como: <i>Thrinax radiata</i> (chit) y <i>Conocarpus erectus</i> (mangle botoncillo). También se rescatarán: <i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> , <i>Caesalpinia yucatanensis</i> , <i>Hampea trilobata</i> y <i>Byrsonima</i>	No de plantas rescatadas por especie en estatus de conservación/No de plantas que sobrevivieron al rescate	Se llevará a cabo el registro en bitácora y evidencia fotográfica	Antes del desmonte

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de aplicación
	<p><i>bucidaefolia</i>, especies endémicas de la Península de Yucatán.</p> <p>-Antes de realizar el rescate se deberá determinar los sitios de reubicación más adecuados acorde al artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.</p> <p>-Se discriminará a aquellos ejemplares que por su talla tuvieran una baja probabilidad de sobrevivencia posterior al trasplante. En general, no se rescatarán ejemplares de más de un metro de altura.</p>			
Afectación de las especies de flora silvestre en estatus de conservación	-No se utilizará fuego o químicos para realizar los desmontes o durante el mantenimiento del Área del Proyecto.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Avisos a los contratistas y trabajadores	Todas las etapas
	-El desmonte se hará de forma paulatinamente y de manera direccional con el fin de que la fauna pueda desplazarse hacia las áreas colindantes que no serán afectadas.	Cumplimiento No cumplimiento	Se realizarán inspecciones periódicas.	Preparación del Sitio y Construcción
	El tránsito de los vehículos que trasladen los materiales e insumos respetarán los límites de velocidad establecidos para disminuir el riesgo de atropellamiento, sobre todo para las especies de lento desplazamiento.	Cumplimiento No cumplimiento		

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
<p>Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación</p>	<p>Durante cada una de las etapas del proceso constructivo se contará con la presencia de profesionistas capacitados para realizar el rescate de especies de fauna de lento desplazamiento o que recorren distancias cortas in situ. Por ningún motivo se podrá iniciar, ni continuar la construcción de la obra sin realizar el rescate de fauna.</p> <p>En forma previa, al menos 20 días antes a las actividades de desmonte se realizará acciones de ahuyentamiento direccionado con dirección opuesta hacia la carretera y el rescate de la fauna silvestre (captura manual o por medios mecánicos) y reubicación en ambientes similares de donde fueron extraídos. Los sitios de reubicación serán identificados previamente.</p> <p>El rescate y reubicación se enfocará principalmente para aquellas especies que se caracterizan por ser de lento desplazamiento (grupos de anfibios, reptiles y pequeños mamíferos) así como de las especies en algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Las acciones de rescate y reubicación serán realizadas por profesionales especializados (biólogos o zoólogos) en estos grupos que garanticen un manejo adecuado de los especímenes, se aplicarán técnicas adecuadas para cada grupo de vertebrados.</p>	<p>No. de organismos reubicados por especie y grupo de vertebrados</p>	<p>Se registrará en bitácora todos los organismos rescatados y sitio de reubicación. Fotografías de las especies rescatadas</p>	<p>Preparación del Sitio y Construcción</p>

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de aplicación
Afectación de las especies de fauna silvestre especialmente especies en estatus de conservación	Se realizarán actividades de concientización del personal tanto de campo como administrativo, por medio de capacitación constante sobre la importancia de la conservación de especies, así como de su hábitat. Se les indicarán las acciones que se llevarán a cabo en caso de encontrar algún organismo durante las actividades de desmonte, además de establecer que está prohibido matar, molestar, cazar, capturar cualquier organismo.	No. de capacitación impartidas/No. de capacitación programadas	Se registrará en bitácora las capacitaciones realizadas. Fecha, tema y no. de trabajadores que asistieron.	Todas las etapas
	Se realizarán actividades de vigilancia durante la Preparación del Sitio y Construcción para evitar que los trabajadores incurran en aprovechamiento y/o comercialización de alguna especie.	Cumplimiento /No cumplimiento	Se realizarán inspecciones periódicas.	
<u>Medidas de restauración</u>				
Disminución de la cobertura vegetal y hábitat de la fauna silvestre	Se llevará a cabo la restauración de las áreas de afectación temporal, las acciones de restauración incluyen al menos las siguientes actividades: -Limpieza general de las áreas -Descompactación y colocación de una capa de suelo orgánico o fértil -Selección y siembra de especies nativas. -Se realizarán las acciones para garantizar su sobrevivencia (riego, sustitución de individuos muertos, etc).	Superficie restaurada (m ²)	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.	Preparación del Sitio y Construcción
	Una vez terminada la etapa de Preparación del Sitio y Construcción se inducirá el	Superficie con crecimiento de especies herbáceas y arbustivas (m ²)	Recorrido al término de la construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica	Operación y Mantenimiento

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapa de aplicación
	crecimiento de especies herbáceas y arbustivas en los bordes de los edificios			
Subprograma de social y de educación ambiental				
<i>Medidas de prevención y control</i>				
Incremento del tráfico vehicular	Se contempla la elaboración e implementación un plan de tráfico vehicular, en donde se establecerán básicamente horarios y rutas. Los camiones, vehículos y maquinaria que se requieren para la ejecución del Proyecto, por ningún motivo se estacionarán sobre la carretera No. 307.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Se realizarán inspecciones periódicas.	Preparación del Sitio y Construcción
Incremento del tráfico vehicular	Señalización en puntos estratégicos para evitar accidentes.	No. de señalamientos	Se realizarán inspecciones periódicas y registro de los puntos de ubicación de las señalizaciones y anexo fotográfico.	Preparación del Sitio y Construcción
Incremento del bienestar de la población	Se dará preferencia a la contratación de las personas de las localidades cercanas	No. de personal contratado/No de personas de las localidades cercanas contratadas	Se llevará bitácora de registro del personal contratado	Todas las etapas
	Para la obtención de materiales y sustancias que se requieren para la etapa de construcción se dará preferencia a los proveedores locales autorizados.	No de proveedores/No de proveedores locales	Se llevará una bitácora de la compra de materiales y sustancias y archivo de documentos	Preparación del Sitio y Construcción
	La madera producto del desmonte será triturada y se utilizará en el área del proyecto como mulch.	Volumen forestal	Bitácora y anexo fotográfico	

Impacto ambiental	Descripción de la Medida de Mitigación	Indicador de seguimiento	Forma de supervisión y cumplimiento	Etapas de aplicación
	Se contempla la elaboración e implementación un plan de tráfico vehicular, en donde se establecerán básicamente horarios y rutas, para evitar que los vehículos que trasladan el equipo, materiales e insumos, así como la habilitación de los carriles de aceleración y desaceleración afecten a los pobladores de las localidades cercanas.	Cumplimiento/ No cumplimiento	Inspecciones periódicas	
Educación Ambiental	Se llevarán a cabo capacitación a los trabajadores sobre los siguientes temas: -Manejo de residuos sólidos haciendo énfasis en su adecuada disposición de la basura. -Manejo de residuos peligrosos en caso de que se generen, serán dirigidas principalmente hacia el personal encargado del manejo de estos residuos. -Conservación de la flora y fauna silvestre.	No. de capacitación programadas/No. de capacitación realizadas	Se registrará en bitácora las capacitaciones realizadas. Fecha, tema y No. de trabajadores que asistieron.	Todas las etapas
<u>Medidas de restauración y compensación</u>				
Modificación del paisaje	Se respetará y vigilará la integridad de las áreas de conservación cuya superficie total es de 4,070.36 m ² . En estas áreas no se realizará ninguna actividad tanto en las etapas de preparación del sitio como de construcción.	Superficie m ²	Se harán inspecciones periódicas para garantizar la integridad de las áreas de conservación	Todas las etapas
Modificación del paisaje	Se restaurarán las áreas de afectación temporal.	Superficie restaurada (m ²)	Recorrido al término de la Construcción del Proyecto. Evidencia fotográfica.	Operación y Mantenimiento
	Se permitirá la regeneración natural de la vegetación dentro del área del proyecto en las áreas verdes. Esta medida contribuirá a compensar parcialmente las áreas desmontadas y a disminuir la afectación al paisaje.	Superficie restaurada en el área del proyecto (m ²)		

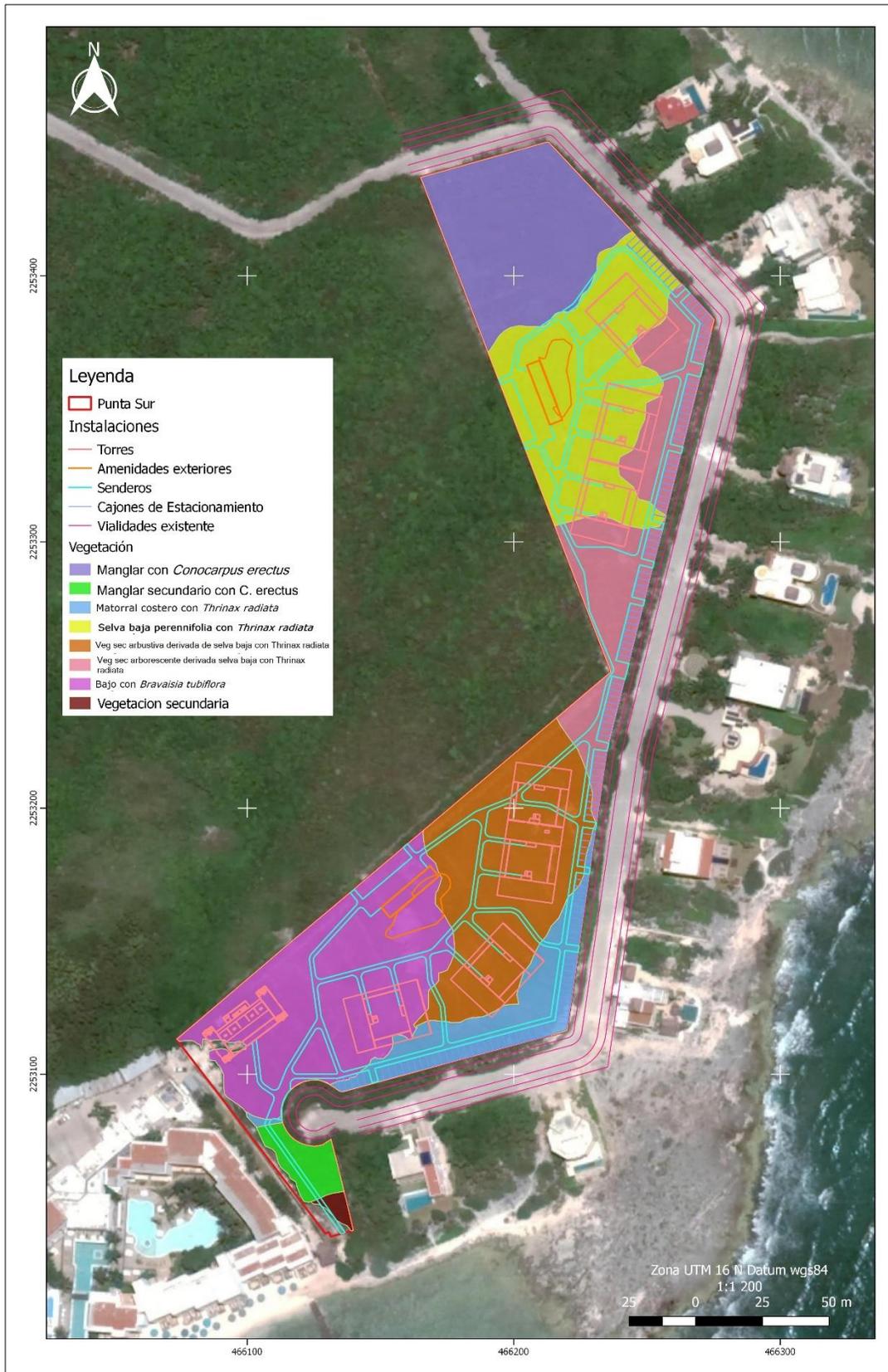


Figura VI. 1. Distribución de las zonas susceptibles a mitigar con las medidas de mitigación.

VI.2. SEGUIMIENTO DE CONTROL Y MONITOREO

Para el seguimiento y control de las medidas de mitigación planteadas en la Tabla VI.3 se realizará una supervisión ambiental permanente durante todas las etapas del Proyecto a fin de garantizar que estas medidas sean implementadas.

Por otra parte, esta supervisión dará seguimiento a las medidas establecidas para verificar que estas sean efectivas en la prevención, disminución, mitigación y control de los impactos y en su caso evaluará la posibilidad de establecer medidas adicionales.

El cumplimiento de cada medida propuesta se registrará mediante informes de cumplimiento del Programa de Manejo Ambiental, en el cual se reportará el avance en la consecución de las metas establecidas para cada subprograma, así como la evidencia asociada y pertinente (listas, bitácoras, facturas, fotografías, etc.).

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CONTENIDO

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	I
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ..	2
VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	2
VII.1.1. Medio abiótico	2
VII.1.2. Medio biótico	4
VII.1.3. Medio socioeconómico	6
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto	6
VII.2.1. Medio abiótico	8
VII.2.2. Medio biótico	8
VII.2.3. Medio socioeconómico	8
VII.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto y las medidas de mitigación	9

TABLAS

Tabla VII. 1Ecosistemas y asociaciones vegetales presentes en el Área del Proyecto y Sistema Ambiental.....	5
---	---

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

VII.1.1. MEDIO ABIÓTICO

El SA se caracteriza por presentar un clima cálido subhúmedo ($Ax'(w_1)iw''$), intermedio con lluvias uniformemente repartidas y tendencia a que sean en verano y alto porcentaje de lluvia de invierno y canícula, manifiesta una precipitación promedio anual entre los 1,100 y 1,200 mm; la temperatura media anual es de 26 °C (Sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por García (1978)).

De acuerdo con los datos de la Estación Meteorológica de Tulum (23025) en cuanto a temperatura, el mes más frío corresponde a enero con 23.5 °C; mientras que junio es el más cálido por lo que se alcanzan los 27.2 °C. Adicionalmente, se reporta una temperatura promedio anual de 25.7 °C. y en cuanto a datos de precipitación, en la región se manifiesta una precipitación promedio anual que alcanza los 1,136.8 mm. Asimismo, se registra a marzo como el mes más seco con 31.2 mm; mientras que octubre es el mes más lluvioso con 178.1 mm

La zona donde se localiza el predio de interés, así como el resto del estado de Quintana Roo, se encuentran ubicados dentro de la denominada Zona Intertropical de Convergencia; la cual es una franja larga y estrecha del océano situada en las proximidades del Ecuador. En esta zona, año con año y desde mayo hasta noviembre, los rayos solares tienen una incidencia en forma perpendicular provocando elevaciones significativas de la temperatura y por consecuencia calentamiento de las aguas marinas. En esta época, también se manifiestan los vientos alisios que, aunados a las condiciones anteriores propician la formación de fenómenos ciclónicos. Estos meteoros, por los volúmenes de agua y velocidades de viento que logran acumular, son considerados intemperismos severos.

De acuerdo a la velocidad del viento que logren alcanzar, pueden evolucionar hasta tres niveles: depresión tropical, tormenta tropical y huracán. Para la zona costera donde se localiza el predio de interés, se han presentado un gran número de estos eventos. El más reciente se presentó en el año 2017 de categoría Tormenta Tropical, Nombrado Franklin, con 95 (km/hr).

En la zona de interés, también año con año, durante los meses de noviembre a febrero, descienden desde Norteamérica frentes fríos de tipo anticiclónico, conocidos comúnmente como *Nortes*. Al considerar la magnitud de sus características de temperatura, precipitación pluvial y dirección de sus vientos, los *Nortes* no representan un fenómeno natural que produzca alguna alteración significativa del paisaje por donde pasen, razón por la cual se les denomina intemperismos no severos

El SA se localiza en la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán, en la Subprovincia Carso Yucateco, esta subprovincia se distingue por su topografía cárstica, la cual presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones (localmente denominadas cenotes) y en algunas de las cuales se asoma la superficie freática. Casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial, generalmente es una llanura con piso rocoso segmentado y salino con presencia de playas y duna costera

Dentro del municipio de Tulum, el relieve presenta alturas máximas de 22 msnm, las cuales vienen descendiendo hacia el oriente hasta alcanzar los 0 msnm en el litoral con el mar Caribe a través de una ligera y pendiente; por ello por toda la zona se muestra un relieve ondulado en el que se alternan pequeñas crestas y depresiones, mismas que son características de la carsticidad de la roca caliza que lo conforma, representadas como oquedades minúsculas hasta grandes depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, en algunas de las cuales asoma la superficie freática (cenotes), presenta también áreas inundables, localizándose las más extensas de ellas en la porción norte del estado. De esta manera, el relieve ha sido definido como tipo llanura de acuerdo con el INEGI (2005)

La constitución geológica del norte del Estado de Quintana Roo, es de tipo calcáreo y de relativamente, reciente emersión, con elevado contenido de rocas sedimentarias marinas calizas, con abundante pedacería y fragmentos diminutos de conchas, coral y arena gruesa de origen biogénico.

De acuerdo con la Carta geológica Cozumel clave F-16-11, la zona donde se habrá de desplantar el **Proyecto** dentro de la zona urbana de la ciudad de Akumal no se distribuye ningún sistema de fallas geológicas

Para el predio de interés en lo general, se observa un suelo uniforme en cuanto a profundidad, color, textura y estructura. Es por ello que considerando la información de INEGI (1984), en la zona de referencia predomina el tipo Leptosol lítico con incrustaciones de Leptosol réndzico (suelos equivalentes a Litosol-Rendzinas) con clase textural fina y con una predominancia de arcillas (LPk+LPq/3).

Como se ha referido, el área de interés se ubica en la Región Hidrológico Administrativa No. XII denominada Península de Yucatán, la cual ha sido definida por la Comisión Nacional del Agua en publicación en el Diario Oficial de la Federación en mayo de 1998. En esta región no aparecen montañas, grandes elevaciones de terreno y no existen escurrimientos superficiales de importancia; por lo que se describe como una superficie plana y de baja altitud. La porosidad del suelo no mantiene con facilidad el agua en la superficie y solo la filtra hasta llegar al manto freático, lo cual crea corrientes subterráneas que desgastan los muros de piedra caliza en las cavernas y al desplomarse dan origen a los cenotes. Las aguas subterráneas forman un solo cuerpo de agua al que se denomina "Acuífero de Yucatán".

Dada la superficie que integra la Península ha sido subdividida en 3 Regiones Hidrológicas definidas bajo las claves RH-31, RH-32 y RH-33. El proyecto se ubica en la RH 32, de manera adicional, se ubica en la Cuenca 32A (Quintana Roo) misma que ha sido subdividida en 5 Subcuencas, correspondiendo a la zona de interés la que se denomina bajo la clave "d". Asimismo, esta Subcuenca cubre prácticamente toda la superficie de los municipios de Solidaridad y Tulum, este último, correspondiente lugar en el cual queda enclavado el proyecto motivo del presente estudio.

Dentro del municipio de Tulum, se ubican lagunas de escasa importancia ya sea por sus dimensiones o la utilidad de las mismas. No obstante, se pueden resaltar: El Continente, La Unión, Laguna Verde, Chuncopo, Nochakan. En relación al proyecto, se considera que todas ellas están lejanas

En la región municipal se precipita un volumen medio anual del orden de 97.5 Mm³, que en su mayor parte ocurre durante los meses de mayo a octubre. De esta manera, el balance hidrometeorológico de la zona queda integrado con una evapotranspiración anual del orden de los 85.7 Mm³, que es equivalente al 88% del volumen de agua de lluvia que se precipita. El resto que es equivalente a los 21.6 Mm³ contribuyen a la recarga del acuífero, la cual conformará el volumen se desplazará hacia el este y que descarga libremente al mar superficial y subterráneamente. Asimismo, se debe considerar una fracción insignificante es aprovechada para diversos usos mediante extracciones subterráneas.

El acuífero en la región municipal ha formado a través la acción geoquímica del agua de lluvia una vez que hace el contacto con los carbonatos y bicarbonatos del subsuelo conductos de disolución para conformar los denominados "cenotes y ríos subterráneos", que a su vez se relacionan con la formación de cavernas y domos subterráneos.

Las investigaciones realizadas a la fecha señalan que el sistema de ríos subterráneos de esta región podría ser uno de los más largos del mundo, por lo que actualmente se tienen detectados dos subsistemas que cruzan por las cercanías de la localidad: Ox-Belha en la parte norte y Sac-Actun en la parte sur. No obstante, los ríos subterráneos se encuentran en un área lejana del proyecto y de la propia ciudad de Tulum.

En términos atmosféricos, a diferencia de sitios como el Valle de México, el área del proyecto es abierta y los vientos permiten una dispersión eficiente de los componentes del aire, por lo que no hay condiciones para la acumulación de emisiones o la generación de fenómenos como la inversión térmica.

La corriente general de vientos que domina la costa oriental de la isla son los alisios, por lo que de febrero a septiembre son dominantes del este al sureste, con velocidad promedio de 15 km/hora, alcanzando frecuentemente velocidades de 30 km/hora, en depresiones atmosféricas tropicales (80 - 90 Km/h) y más de 120 km/h en huracanes. De octubre a enero predominan vientos con componente norte, siendo menos intensos que los de verano.

VII.1.2. MEDIO BIÓTICO

El componente más destacado del sistema es un área cubierta por humedales con manglar ubicada hacia la porción norte. Es probable que esta sea un relicto de un mangle de mayores dimensiones, el cual fue seccionado por una vialidad de acceso. Esta franja registra inundaciones periódicas que dependen principalmente de la precipitación pluvial. En torno al manglar se encuentran áreas de crecimiento secundario de matorral costero y selva baja.

Dentro del predio, se han registrado 2 especies de flora registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y consideradas como especies amenazadas mismas que corresponde con *Thrinax radita* (chit) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). De estas sólo la palma chit tiene presencia en el área de desplante del proyecto. Para el caso de la fauna se registraron 5 especies de fauna protegida en el sitio *Leptophis mexicanus* (culebra perico mexicana) y *Ctenosaura similis* (iguana espinosa rayada) dentro de la categoría de amenazadas. Además de *Sceloporus cozumelae* (lagartija espinosa), *Amazilia rutila* (colibrí canela) y *Tigrisoma mexicanum* (garza tigre) como especies bajo protección especial

A continuación, se presenta la vegetación y sus asociaciones en el Área del Proyecto y Sistema ambiental:

Tabla VII. 1 Ecosistemas y asociaciones vegetales presentes en el Área del Proyecto y Sistema Ambiental.

TIPO DE VEGETACIÓN	ASOCIACIONES TÍPICAS
I. Duna costera Presente en el Sistema Ambiental (SA)	<ul style="list-style-type: none"> i) Costa rocosa (SA). ii) Matorral costero con <i>Tournefortia gnaphalodes</i> (SA). iii) Vegetación secundaria en la duna costera (SA). iv) Matorral costero secundario con presencia de <i>Thrinax radiata</i> (chit) (presente en el Área del proyecto).
II. Humedales Presente en el Área del proyecto (AP)	<ul style="list-style-type: none"> i) Manglar con <i>Conocarpus erectus</i> (AP). ii) Manglar secundario con <i>Conocarpus erectus</i> (AP). iii) Bajo con <i>Bravaisia tubiflora</i> (julub) (AP).
II. Selva. Presente en el Área del proyecto (AP)	<ul style="list-style-type: none"> i) Selva baja perennifolia con <i>Thrinax radiata</i> (chit) (AP). ii) Vegetación secundaria arborescente derivada de la selva baja con <i>Thrinax radiata</i> (chit) (AP). iii) Vegetación secundaria arbustiva derivada de la selva baja con <i>Thrinax radiata</i> (chit) (AP). iv) Espacios desmontados (AP).

El predio en donde se desea llevar cabo la implementación del proyecto se ubica en una zona de características naturales y no se hace uso de los recursos vegetales que ahí se encuentran.

Se reconoce que la fauna se distribuye conforme a características del hábitat, tales como: la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación (entendida como la actividad atribuible al hombre). De acuerdo a lo anterior y a la ubicación del Proyecto se puede mencionar que la fauna presente dentro del área del predio es probable que experimente una fuerte intervención, debido a la naturaleza urbana de la zona y la reducción de los espacios arbolados y con vocación forestal.

Por otra parte, en el predio se cuenta con una cobertura de selva baja perennifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva. Además, el predio presenta un nivel medio de perturbación antropocéntrica mediante la presencia de zonas habitacionales al sur, el aeródromo de Tulum al norte y además de la Carretera Federal 307 Tulum-Playa del Carmen. No obstante lo anterior, el ecosistema incluye la presencia de diversos nichos y áreas de oportunidad para el desarrollo de la fauna silvestre.

El predio se encuentra ubicado tierra adentro, por lo que la vista hacia el mar Caribe es limitada. Además de que existe una serie de edificaciones de 1 a 3 niveles que impiden vistas panorámicas de la zona marina. Ahora que, desde el punto de vista biológico, existe una regular calidad paisajística, debido a que en la zona prevalece el incipiente componente urbano y un ecosistema selvático con cierta fragmentación y en el cual se manifiesta cierta intervención por parte del ser humano (presencia de las vialidades de acceso, algunas edificaciones ubicadas al sur y este, etc.). No obstante, se considera que aún existe una cobertura del 80-100% por parte de la vegetación y cuya visibilidad apenas alcanza los 10-15 m. Además, la estructura de la vegetación es de un ecosistema en fase temprana de desarrollo y abundan las especies propias

de ecosistemas secundarios como es *Cecropia peltata* (guarumbo), *Viguiera dentata* (tahonal), entre otras.

VII.1.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

Desde el 13 de marzo de 2008, se crea por decreto el municipio de Tulum, del cual la propia ciudad de Tulum es nombrada como la cabecera municipal. Situado hacia el extremo sur de la llamada Riviera Maya, uno de los principales destinos turísticos en el ámbito internacional donde se combina la belleza del paisaje natural marino y terrestre con importantes zonas arqueológicas y modernos centros de alojamiento.

Al municipio de Tulum le corresponderá una población aproximada de 33,169 habitantes y ha mantenido una tasa de crecimiento poblacional del 7.7% en los últimos cinco años, el principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica. Además se considera que el 84.4% de la población se concentra en 4 localidades, Cd. Chemuyil, Akumal, Cobá y Tulum. Asimismo y en este caso, la población total de Akumal que es la más cercana al sitio del proyecto cuenta con 1,198 personas, de cuales 644 son masculinos y 554 femeninas. En este sentido, la población urbana representa el 73 por ciento de la población del municipio siendo la Ciudad de Tulum la que se caracteriza por contar con esta población, cabe resaltar la continuidad que registra el proceso de urbanización de los asentamientos humanos.

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

El Proyecto “Punta Sur” es un conjunto de obras que integran un desarrollo turístico e inmobiliario, el cual pretende garantizar la compatibilidad con el medio ambiente. El objetivo es crear un sitio para vivir en armonía con la naturaleza. Los servicios que ofrece son los de abastecimiento de agua, manejo de agua residual, electricidad y telecomunicaciones.

El proyecto se divide en zona norte y zona sur, divididos virtualmente en la arista central del predio.

Como criterio general se propone tener los coches (143 cajones) distribuidos de manera perimetral al predio para aprovechar la vialidad existente como propio carril del estacionamiento y aprovechar tener la mayor superficie de áreas verdes.

En la zona norte se desplantan tres edificios de departamentos de 18 unidades cada uno dejando liberada la zona del manglar en el extremo superior del predio.

Al centro de esta zona, se concibe un espacio destinado a amenidades las cuales comprenden una alberca, terraza techada y un espacio de equipos que alimentaran los tres edificios anteriormente mencionados.

En la zona sur del predio se encuentran otros cuatro edificios de departamentos, igualmente con 18 unidades cada uno así como con el corazón verde y las amenidades y zona de equipos.

En esta zona también se localiza un edificio de uso vacacional de 17 habitaciones; el cual posee sus propias amenidades y acceso independiente desde la vialidad.

En la punta sur hay una zona con presencia de manglar la cual será respetada, únicamente intervenida con un puente de madera para poder conectar el conjunto con la salida a la playa.

Para este proyecto se consideran 7 senderos peatonales distribuidos perimetralmente a los edificios y a lo largo de la vialidad de acceso perteneciente al municipio, que rodea principalmente el frente de playa del predio, 6 de estos para residentes de los departamentos y uno para edificio de uso vacacional.

Una vez dentro del conjunto, los senderos son por la parte trasera de cada uno de los edificios tipo de departamentos de manera peatonal.

Para el edificio de uso vacacional, el acceso es igualmente peatonal pero en este caso se accede de manera frontal al mismo.

En total se tienen 143 cajones de estacionamiento de 5.00x2.40 m los cuales están destinados tanto para propietarios de departamentos como para inquilinos del edificio de uso vacacional.

Para maximizar la superficie de áreas de conservación, todos los cajones se encuentran en el borde del predio, evitando tener vialidades vehiculares al interior de la propiedad, ya que se accede por la vialidad existente, sin nombre, misma que entronca con la carretera No. 307.

La propuesta considera una zona de equipos destinados a la planta de tratamiento para todo el conjunto en el punto central del predio; sin embargo, también se cuentan con equipos por zona y por uso; en el caso de los departamentos, en el área de amenidades cada zona cuenta con su cuarto eléctrico y cuarto de bombas y el edificio de uso vacacional en mismas condiciones para operar de manera independiente al resto del proyecto.

El proyecto contempla 126 unidades de departamentos divididos en 7 edificios tipo; cada uno con 18 departamentos en 3 niveles. El acceso al edificio es de manera peatonal por la parte posterior para llegar cualquiera de los dos núcleos de circulaciones verticales; estos cuentan con unas escaleras de 1.20m de ancho ventiladas por la parte superior así como un elevador con capacidad de 6 personas cada uno. En la azotea se contemplan dos espacios destinados a terraza privada con una cubierta ligera y remetida de todas las fachadas y un espacio central para albergar los equipos de aire acondicionado.

Se encuentra en el extremo sur del predio con salida directa al mar, el acceso al edificio es independiente al resto de los edificios de departamentos.

El edificio cuenta con 17 habitaciones distribuidas en 3 niveles. En planta baja se tienen dos de las habitaciones anteriormente mencionadas con jardín privado así como una zona destinada a servicios, el vestíbulo principal y un restaurante vinculado con una terraza y alberca al exterior.

Las amenidades tanto de la zona sur como de la zona norte son unos edificios tipo con un espacio destinado para cuarto de máquinas, sanitarios, una terraza techada y abierta en tres de

sus lados así como una alberca descubierta. La llegada a este espacio es mediante andadores peatonales descubiertos.

VII.2.1. MEDIO ABIÓTICO

El Proyecto tendrá un impacto sobre los factores abióticos (calidad del aire, ruido, características fisicoquímicas del suelo, modificación del patrón de drenaje, afectación a la calidad del agua etc) adversos bajos, en su mayoría temporales y mitigables. Estos se presentarán principalmente durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción y se mantendrán principalmente en el ámbito del Área del Proyecto por lo que no afectarán al SA.

VII.2.2. MEDIO BIÓTICO

Para la construcción del Proyecto se requiere realizar el desmonte de 10,837.76 m² que representan el 45.51%, con esto se afectará la distribución de las especies vegetales de las diferentes asociaciones vegetales. El desmonte es la actividad que mayor impacto generará sobre el hábitat de las especies de fauna silvestre y que provocará su desplazamiento hacia otras áreas.

La estancia de los 302 trabajadores, podría perturbar a la fauna, es frecuente que el personal se sienta amenazado por serpientes y víboras, lo cual podría resultar en su eliminación, independientemente de que sean o no venenosas, modificando así la distribución y la abundancia de estos reptiles. Adicionalmente el personal originario de la zona puede extraer ilegalmente ciertas especies de fauna carismáticas para uso personal (mascota, alimento o uso de piel) o comercial.

El incremento del flujo vehicular contribuirá a incrementar el riesgo de atropellamiento de las especies de lento desplazamiento, como los anfibios y reptiles, por el tránsito de los 143 vehículos que se esperan en la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto.

El establecimiento de las áreas verdes y las zonas de conservación servirán como área de refugio, descanso y alimentación para algunas de las especies de fauna silvestre

Durante la preparación del sitio y construcción habrá impactos al paisaje por la presencia de maquinaria y equipo, instalaciones temporales, materiales e insumos. La construcción de las edificaciones, amenidades, estacionamiento, senderos, puente peatonal y planta de tratamiento, alterará el paisaje debido a que se introducen elementos artificiales.

VII.2.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

A nivel local se generarán empleos directos e indirectos principalmente durante la etapa de Preparación del Sitio y Construcción. La contratación de personal preferentemente de la zona tendrá un impacto benéfico, sobre la calidad de vida de 302 empleados y sus familias. Luego además con la presencia de los trabajadores también habrá demanda de servicios y productos locales finalmente se verá beneficiada la economía local.

La estancia de los residentes y visitantes, así como el mantenimiento de áreas verdes, amenidades, así como los edificios demandarán insumos y servicios que generarán un impacto benéfico sobre la economía del municipio de Tulum.

El Proyecto contempla la construcción de 126 unidades de departamentos divididos en 7 edificios tipo; cada uno con 18 departamentos en 3 niveles. Además de un edificio con 17 habitaciones distribuidas en 3 niveles. Esto contribuirá a satisfacer la demanda de zonas habitacionales y cuartos que existe en Akumal.

Durante la etapa de operación del Proyecto se calcula que se contratarán aproximadamente 25 personas, esto generará bienestar de las personas contratadas y sus familias.

VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El Proyecto contempla medidas de mitigación para los impactos ambientales identificados e implementar un Programa de Manejo Ambiental y subprogramas con indicadores de seguimiento para garantizar su cumplimiento. Se implementarán buenas prácticas en el procedimiento constructivo para minimizar las emisiones a la atmósfera y el ruido proveniente de la maquinaria y equipo, se contempla el manejo de los residuos líquidos sólidos y peligrosos de acuerdo a lo establecido a la normatividad ambiental federal y estatal a fin de evitar la contaminación del suelo.

Se implementará un Programa de rescate de flora y fauna enfocado principalmente a las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la restauración de las áreas de afectación temporal, así como el manejo de la vegetación dentro del predio, de tal forma de mantener la mayor cobertura vegetal factible y que permita el funcionamiento seguro del Proyecto.

El escenario ambiental futuro considerando la operación del proyecto, teniendo en cuenta la aplicación del Programa de Manejo Ambiental y Subprogramas que se pretende implementar no se prevén impactos ambientales significativos sobre los componentes ambientales del sistema ambiental donde se insertará el proyecto, no se producirán desequilibrios ecológicos, ni daños permanentes en el área del proyecto y en el área de influencia del mismo, ya que se encuentra debidamente regulado el uso de suelo y se cumplirían con las disposiciones legales aplicables.

Se considera que con la implementación de este PMA, se garantiza la adecuada prevención y mitigación de los impactos ambientales que sean generados durante la ejecución del proyecto. Asimismo, se espera que la construcción y operación del proyecto, contribuya en la continuidad de los procesos de transformación que actualmente y desde hace tiempo se están dando en la zona.

Con base en el análisis de las Matrices de Impacto se puede inferir que con la implementación de las medidas de remediación y mitigación descritas se permitiría reducir el tiempo permanencia, reversibilidad y recuperabilidad de los impactos en el medio ambiente.

La tendencia del sistema ambiental presentado en el Capítulo IV es que continuará la presión sobre los componentes del sistema ambiental regional donde se inserta el proyecto, teniendo en cuenta que es una zona turística y en crecimiento, por lo que se mantendrá la continuidad de los procesos de transformación que actualmente y desde hace tiempo se están dando en la zona.

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

CONTENIDO

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.	I
VIII. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	1
VII.1. Planos definitivos.	1
VII.1.2 Fotografías.	1
VII.1.3 Videos.	1
VII.1.4 Listados de flora y fauna silvestres.....	1
VII.1.5 Otros anexos.....	1

VIII. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

VII.1. PLANOS DEFINITIVOS.

Los mapas e imágenes que refieren el proyecto han sido incluidos a lo largo del texto, particularmente en los capítulos I, II y IV, de la presente manifestación de impacto ambiental.

VII.1.2 FOTOGRAFÍAS.

El material fotográfico relativo al proyecto se encuentra inserto en el cuerpo de todo el documento aquí presentado a evaluación de impacto ambiental.

VII.1.3 VIDEOS.

No se incluyen videos.

VII.1.4 LISTADOS DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES.

Los listados de la flora y fauna silvestres observados y reportados para el área de estudio se encuentran en el Capítulo IV del documento.

VII.1.5 OTROS ANEXOS.

A continuación, se relaciona la documentación que se presenta como Anexos de ésta manifestación de impacto ambiental

Anexo I-1. Acta constitutiva y poder legal del Promovente

Anexo I-2. Copia de identificación Oficial del representante legal del Promovente

Anexo I-3. RFC de la razón social del Promovente.

Anexo I-4. Copia del RFC de Kaiser Consultores

Anexo I-5 Copia de la cédula profesional

Anexo I-6 CV del responsable técnico

Anexo II-1. Periódico oficial

Anexo II-2. Factibilidad CAPA

Anexo II-3. Memoria técnica de la planta de la planta de tratamiento

Anexo II-4. Factibilidad CFE