

---

## CONTENIDO

---

Contenido.....	1
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	3
I.1. PROYECTO.....	3
I.2. Promovente .....	3
I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de impacto ambiental .....	4
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ....	5
II.1 Información general del proyecto .....	5
II.2 Características particulares del proyecto .....	16
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO. ....	34
III.1 Leyes y Reglamentos .....	34
III.1.5.LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS).....	42
III.1.6. LEY DE AGUAS NACIONALES. ....	43
III.1.7. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. ....	45
III.1.8. REGLAMENTO DE LA LEY DE VIDA SILVESTRE. ....	45
III.1.9. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS... ..	46
III.1.10. LEY DE EQUILIBRIO ECOLOGICO Y AL PROTECCION DEL AMBIENTE DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.....	46
III.2 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET).....	47
III. 3 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.	69
III. 4 Normas Oficiales Mexicanas .....	70
III. 5 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU) .....	73
III.5.1.Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tulum 2006-2030 (PDUCPT).....	73
III. 6 Otros instrumentos.....	80
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	84
IV.1 Delimitación del área de estudio .....	84

---

---

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental .....	85
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	
.....	151
V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....	151
V.2 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS IDENTIFICADOS .....	153
V.3. Evaluación de los impactos. ....	156
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ....	159
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. ....	159
VI.2 Impactos residuales.....	165
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.	
.....	167
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto. ....	167
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto SIN APLICAR LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS.....	168
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS. ....	168
VII.4 Pronóstico ambiental. ....	169
VII.5 Programa de manejo ambiental.....	170
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES. ....	173
VIII.1. Formatos de presentación .....	173
VIII.2. Otros Anexos .....	176

---

---

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

---

### I.1. PROYECTO

---

#### I.1.1 Nombre del proyecto.

"Aldea Maya"

#### I.1.2 Ubicación del proyecto.

El proyecto se realizará dentro del Inmueble identificado catastralmente (clave 902014003025001) como Polígono IV, Región 014, Supermanzana 003, Manzana 025, Lote 001. El cual está ubicado dentro del Fraccionamiento Aldea Zamá, en la ciudad de Tulum, municipio de Tulum, Quintana Roo.

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

Se estima una duración de 6 años para las fases de preparación del sitio y Construcción. Mientras que se espera que las instalaciones tengan un tiempo de vida útil indefinido ya que se realizarán mantenimientos constantes a fin de asegurar su correcto funcionamiento.

Para efectos de este estudio se estima un tiempo de vida útil (etapa de operación y mantenimiento) de 40 años.

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

En el Anexo 1 se presenta la documentación legal:

- Copia certificada de la Escritura Pública P. A. 10575. VOLUMEN LXXV. TOMO "C".
- Copia certificada del Acta Aclaratoria VOLUMEN CII, TOMO "B". ESCRITURA PÚBLICA NUM. 14318.
- Carta poder al C.C. MIGUEL ANGEL SALDAÑA MENDOZA
- Copia simple de la identificación oficial del apoderado.
- Copia CURP.

---

### I.2. PROMOVENTE

---

#### I.2.1 Nombre o razón social.

BANCO MONEX S.A. INSTITUCION DE BANCA MULTIPLE, MONEX GRUPO FINANCIERO FIDEICOMISO F/3191

**I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.**

BMS160607DC2

**I.2.3 Nombre y cargo del representante legal**

Miguel Angel Saldaña Mendoza. Apoderado legal.

**I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal.**

Avenida Bonampak, Manzana 27, Lote 1-02, Edificio Diomedea, Local 603, Puerto Cancún, Quintana Roo. C.P. 77500 Teléfono: (999) 9444790. Correos electrónicos: sandra.garcia@rp-soluciones.com

---

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

---

**I.3.1. Nombre o razón social**

Soluciones Ambientales RP

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

RSO120410HG6

**I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio**

Biol. Sandra Araceli García Peregrina

Colaboradores:

M. en C. Roberto Domínguez Maldonado

Biol. Eglé May Herrera

Ing. Amb. Carmen Cecilia Torres Tapia

**I.3.4 Dirección del Responsable técnico del documento**

Blvb. Kukulkan km 3.5, Zona Hotelera, Cancún, Q. Roo

Marina Kaybal, planta alta, local #2

C.P. 77500

Tel. (988) 6884088

email: sandra.garcia@rp-soluciones.com

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

---

### II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

---

#### II.1.1 Naturaleza del proyecto.

Tulum es un destino turístico donde se conjugan la cultura, la historia y una de las mejores playas de México. Su fama ha trascendido las fronteras debido a su gran legado arqueológico, mismo que se considera como el único asentamiento que se ubica a la orilla del mar, además de ser el sitio más fotogénico de la región. No obstante que se cuenta con una afluencia anual de aproximadamente 1.4 millones de personas, en la ciudad de Tulum se ha mantenido un gran letargo en su desarrollo.

Lo anterior de alguna manera está relacionado con el hecho de que no se cuenta con grandes desarrollos hoteleros ni una gran infraestructura y equipamiento. Por lo contrario, predominan los conceptos de cabañas rústicas aunque algunas de ellas se consideran como lujosas. Sin embargo, en muchos de los casos no se cuenta con el suministro de energía eléctrica, lo cual se solventa con la instalación de generadores con motor a diésel o gasolina, los cuales por lo general se apagan cerca de la medianoche.

Esta condición suele ser considerada como un gran aliciente para aquellos que buscan la tranquilidad y silencio. Aunque en el sentido estricto, esta misma situación es una muestra del atraso en la calidad de vida de la población. Además se debe sumar que existen carencias mayores como son: la falta de pavimento, suministro de agua potable, drenaje y sistemas de tratamiento de aguas residuales, alumbrado público, etc.

Es por ello que luego de ser formalmente constituido a Tulum como el noveno municipio de Quintana Roo por el Congreso del estado el 13 de marzo del 2008, se ha visto la necesidad de promover una mejora en los servicios que se ofrecen a la comunidad. De esta manera, a través del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tulum 2006-2030, han quedado establecidas las tendencias de crecimiento, lo que a su vez coadyuvará al desarrollo ordenado de la ciudad.

Acorde con la anterior, se debe de esperar que en mediano plazo toda esta región se conforme como una gran unidad económico-turística que pueda ser complementaria en términos de su equipamiento e infraestructura urbana y turística. De esta manera, se podrán ampliar los espacios para el fortalecimiento de los destinos que se ofertan en la región centro-norte del Caribe Mexicano.

Asimismo, se debe referir que el Programa de Desarrollo Urbano para esta zona, se encuentra cimentado en las proyecciones de ocupación y demanda de espacios que

pueden desarrollarse en la región. Además de poder incluir e impulsar el crecimiento de la actividad turística que es la que da vida a los habitantes del municipio de Tulum (y del resto de los municipios norteños de Quintana Roo). De esta manera, se abrirán grandes oportunidades de inversión, empleo, equipamiento e infraestructura regional, vigorizando los ingresos municipales. Desde luego que la promoción del este ambicioso plan de desarrollo, deberá estar vinculado con los criterios del desarrollo sustentable. Por lo que desde su concepción, la ampliación de los espacios urbanos deberá incluir la preservación de las cualidades paisajísticas del lugar, cuidado y conservando las condiciones naturales del territorio.

Ante esta situación, se presenta la obra que ha sido denominada “Aldea Maya”, la cual será un complejo arquitectónico destinado a promover el desarrollo bajo un sistema altamente ordenado de lotes residenciales, mismo que consiste en la lotificación y urbanización de 55 lotes con uso Unifamiliar (H4); estarán dotados de vialidades y servicios básicos como alumbrado, drenaje sanitario, agua potable y drenaje pluvial, además de cajones de estacionamiento y espacios de recreación. Para lo cual se cuenta con una superficie de 62,271.34 m<sup>2</sup> (6.22 Ha).

Por otra parte, en el predio en el cual se pretende desarrollar el actual proyecto, se cuenta con permisos previos como son (ver Anexo 4):

- Factibilidad para los servicios de agua potable y alcantarillado CAPA. No. De Oficio: CAPA/G/319/2016.
- Factibilidad de suministrar el servicio de energía eléctrica CFE. No. De Oficio: ZRM-DPLA/0561/16.
- Modificación de licencia de fraccionamiento. No. DGDUyE/DDU/207/2016. De fecha del 2 de septiembre del 2016. La cual avala la construcción del fraccionamiento Aldea Zama, complejo del cual forma parte el proyecto “Aldea Maya”
- Resolutivo en materia de impacto ambiental Oficio no. INIRAQROO/DG/DIA/394/2016 de fecha 23 de agosto del 2016, en el cual se autoriza la etapa de lotificación y urbanización del proyecto Aldea Maya.
- Constancia de Uso de suelo. No. de expediente DGDDU 16-402, de fecha 4 de julio del 2016. En el cual consta que el desarrollo Aldea Zama cuenta con el uso de suelo H4 (Habitacional, Unifamiliar/Plurifamiliar de densidad alta); complejo del cual forma parte el proyecto “Aldea Maya”

De acuerdo con lo antes descrito, estos permisos forman parte de los trámites conjuntos a la autorización en materia de impacto ambiental federal y al cambio de uso de suelo.

## II.1.2 Selección del sitio

El proyecto *Aldea Maya*, se considera como una obra que ofertará un nuevo concepto en el ramo inmobiliario, lo cual es muy necesario en vista del desarrollo que manifiesta la ciudad de Tulum, cabecera del municipio del mismo nombre. Por lo que a través de la iniciativa privada, se refiere la ampliación de la zona urbana y, por lo tanto, refiere la mejora de los servicios que se brindan a comunidad. Al respecto, se debe citar que la población ha ido mejorando paulatinamente la infraestructura que requieren sus habitantes, por lo que poco a poco se ha ido proveyendo de calles asfaltadas y de concreto, banquetas, drenaje, recolecta de basura, tomas domiciliarias de agua potable, etc. En apoyo a lo antes citado, los criterios seguidos para la selección sitio refieren los siguientes conceptos (**Tabla II.1**).

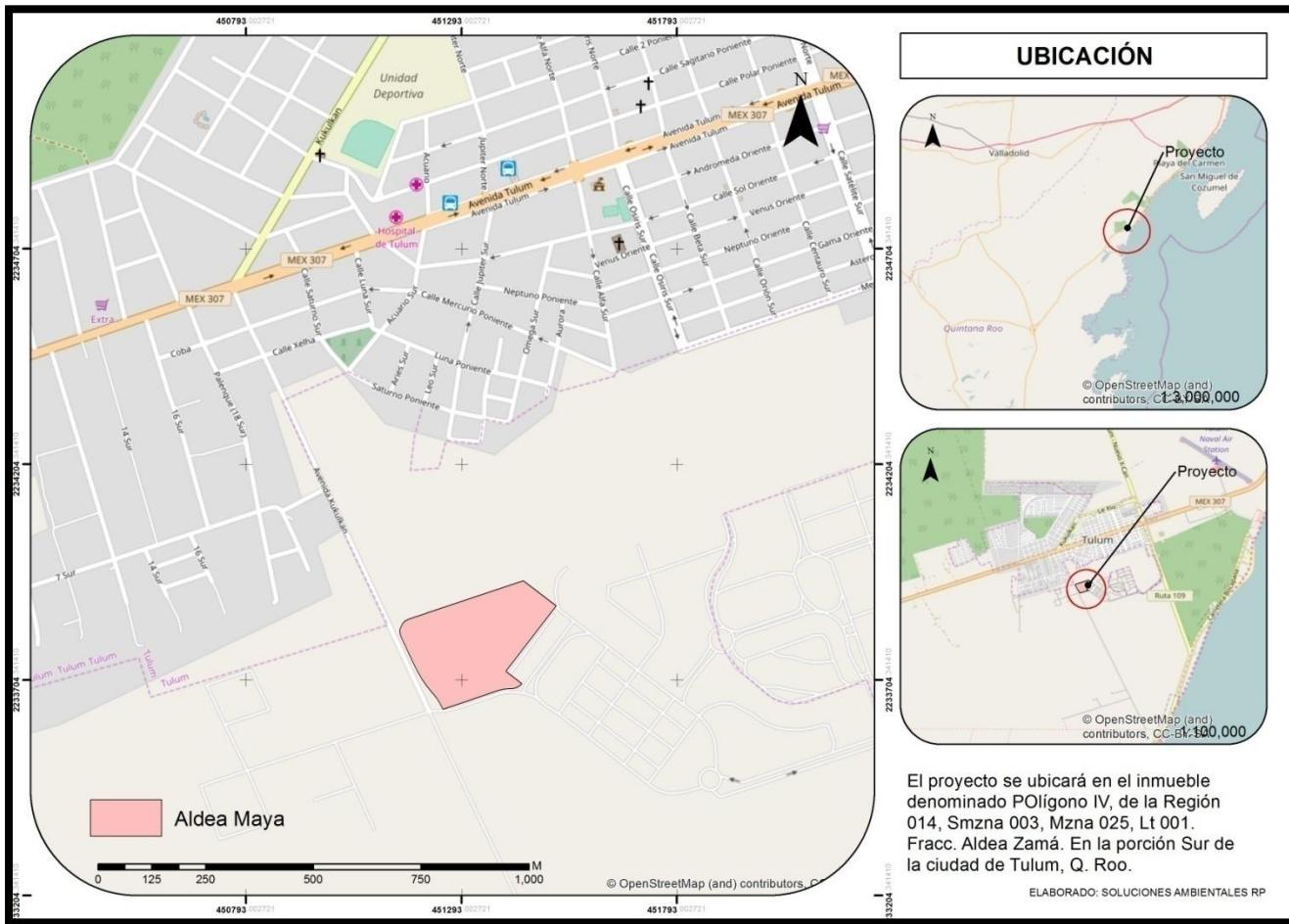
**Tabla II.1.** Criterios para la selección del sitio del proyecto *Aldea Maya*.

AMBIENTALES	TÉCNICOS	SOCIOECONÓMICOS
1. El proyecto estará ubicado dentro de un área urbana y sujeta al Programa de Desarrollo Urbano del centro de Población Tulum 2006-2030 y Programa de Ordenamiento Ecológico del Corredor Cancún-Tulum.	1. Es una obra de mejora de los bienes y servicios comerciales en la ciudad de Tulum. Se afectarán espacios que han sido destinados de manera previa para su desarrollo con fines Mixto Comercial (MC) y Vialidades.	1. Mejorará la variedad, calidad y precio de bienes y el nivel de vida de los pobladores de la región.
2. La vegetación predominante del predio es la selva mediana subperennifolia con presencia de especies arbóreas de talla regular.	2. Su establecimiento está programado para que se incorpore a la actual zona urbana circundante de la ciudad, por lo que mediante la aplicación de medidas de mitigación se habrá de mitigar los daños al ambiente.	2. Incrementará la oferta en el sector inmobiliario.
3. No se promoverá el desplazamiento doloso de la fauna silvestre, debido a que el predio se ubica dentro de la zona urbana en donde aún	3. Se habrán de aplicar los programas de rescate de flora y fauna silvestre lo que minimizarán los efectos ocasionado al factor.	3. Se acredita la superficie total del inmueble del proyecto con 6.22 Ha, como idónea para el desarrollo de las actividades inmobiliarias

existen amplios espacios arbolados, aunque existe la reducción de los mismos debido al crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Tulum.		propuestas.
4. No se afectará la calidad de aire ya que se habrá de generar el mismo tipo de emisiones que se existen actualmente en la ciudad. Además de que no se propone la construcción de fuentes fijas emisoras de contaminantes.	4. El proceso de operación no generará desequilibrio ecológico alguno, ya que solamente implica la urbanización de los inmuebles para posterior uso dentro de la zona urbana de la ciudad de Tulum.	4. Se acredita la propiedad como el único terreno disponible y apropiado para el desarrollo del proyecto.
5. No se afectará la hidrología local debido a la ausencia de corrientes superficiales y subterráneas. Además de que el desarrollo estará conectado a la red de drenaje sanitario de la ciudad de Tulum y la Planta de tratamiento administrada por la CAPA.	5. Ideal ubicación del proyecto, la cual corresponde a una zona rodeada de conjuntos habitacionales, comerciales y de servicios, ocupados y en proceso de ocupación.	5. Permitirá el crecimiento ordenado de la oferta de bienes y la prestación de servicios.
6. Se afectará el recurso suelo, por el mismo deberá ser aprovechado integralmente para el desarrollo de las áreas verdes del proyecto.		6. La existencia de vialidades de acceso debidamente asfaltas como es la carretera Tulum-Boca Paila y la zona hotelera de Tulum. Así como la Av. Itzamna principal acceso al <i>Fraccionamiento Aldea Zamá</i> .
7. Los recursos y servicios ambientales ya han sido modificados por el desarrollo urbano actual.		7. El área en que se desarrollará el proyecto es actualmente una zona de interés para la promoción de la vivienda, comercio y de servicios.

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

El proyecto se realizará dentro del Inmueble identificado catastralmente como Polígono IV, Región 014, Superficie 003, Manzana 025, Lote 001. El cual está ubicado dentro del Fraccionamiento Aldea Zamá, en la ciudad de Tulum, municipio de Tulum, Quintana Roo.



**Figura II.1.** Ubicación del predio donde se realizará el proyecto

Con las coordenadas siguientes:

**Tabla II.2.** Coordenadas de ubicación del predio donde se desarrollará el proyecto. Las coordenadas se encuentran en proyección UTM, Datum WGS 84.

COORDENADAS UTM WGS84 16N		
Vértice	X	Y
1	451436.28	2233934.31
2	451512.45	2233875.81
3	451395.95	2233724.11
4	451433.03	2233695.64
5	451429.91	2233692.17
6	451426.30	2233689.24
7	451422.27	2233686.89
8	451417.93	2233685.20
9	451413.38	2233684.20
10	451408.73	2233683.92
11	451399.77	2233683.67
12	451390.87	2233682.62
13	451382.76	2233680.96
14	451374.82	2233678.63
15	451312.41	2233657.52
16	451250.00	2233636.40
17	451246.21	2233644.15
18	451241.96	2233651.66
19	451237.26	2233658.89
20	451232.13	2233665.82

COORDENADAS UTM WGS84 16N		
Vértice	X	Y
21	451226.58	2233672.43
22	451217.87	2233682.84
23	451209.66	2233693.65
24	451201.97	2233704.83
25	451194.83	2233716.38
26	451188.24	2233728.24
27	451182.23	2233740.41
28	451152.62	2233803.93
29	451151.01	2233808.22
30	451150.07	2233812.71
31	451149.82	2233817.29
32	451150.27	2233821.85
33	451151.42	2233826.29
34	451153.23	2233830.51
35	451155.66	2233834.40
36	451158.65	2233837.87
37	451162.14	2233840.85
38	451166.04	2233843.26
39	451170.27	2233845.05
40	451436.28	2233934.31

#### II.1.4 Inversión requerida

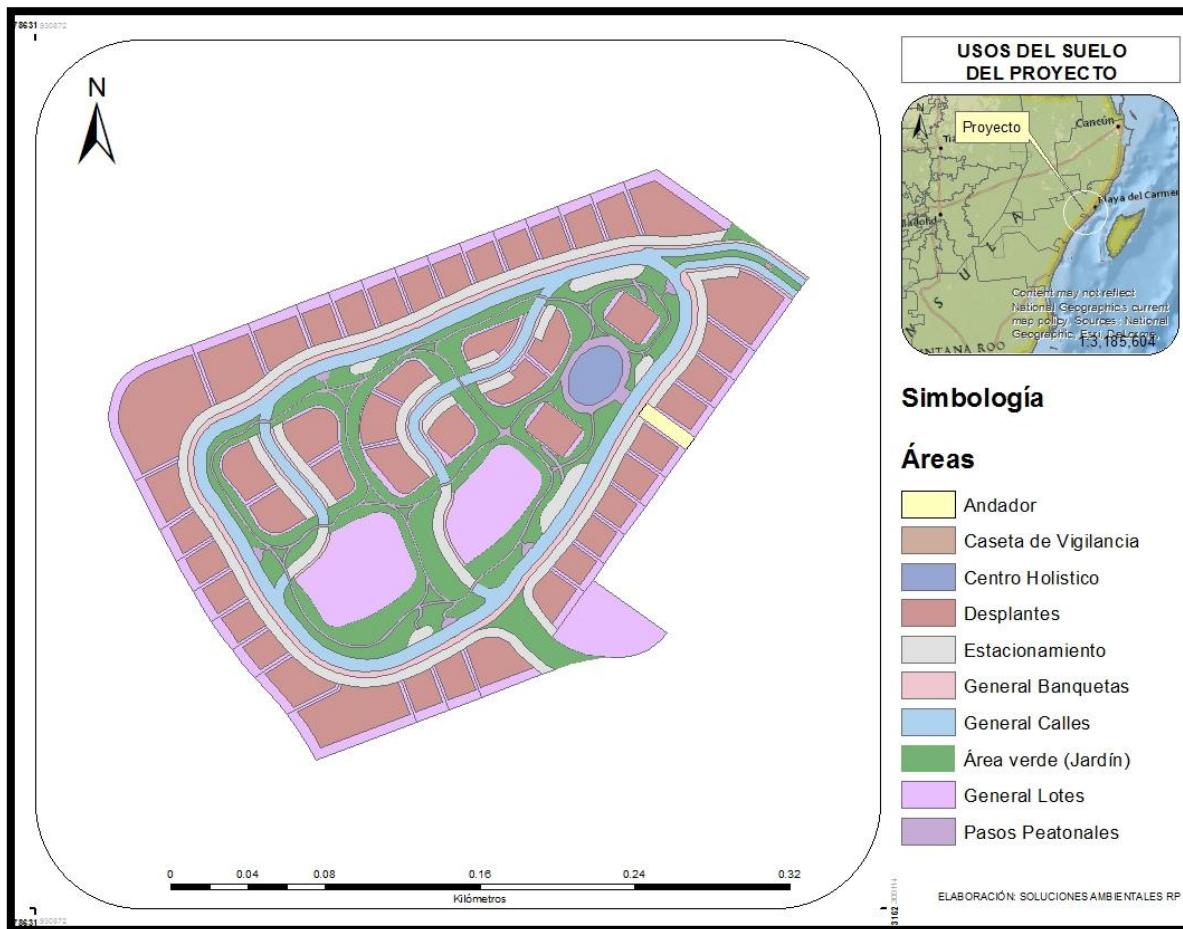
El proyecto requiere para su construcción de una inversión aproximada de \$18'245,865.43 de pesos M.N.

#### II.1.5 Dimensiones del proyecto

##### 1. Superficie disponible para el proyecto.

La *Lotificación y Urbanización Proyecto Aldea Maya* incluye la promoción de la oferta inmobiliaria en beneficio de ciertos sectores de la población de Tulum, cabecera del propio municipio. Para conseguir el objetivo se considera como superficie disponible los

62,271.34 m<sup>2</sup> (6.22Ha) con que cuentan la propiedad. Asimismo, se debe citar que toda esta superficie está integrada a la zona urbana de la ciudad de Tulum y se requiere de su urgente incorporación a la mancha urbana.



**Figura II.2.** Usos de suelo del proyecto.

## 2. Área de desplante requerida.

El Proyecto Aldea Maya implica la subdivisión del inmueble identificado Lote 001, Manzana 025, Supermanzana 003, Región 014, el cual cuenta con una superficie de 62,271.34 m<sup>2</sup> (6.22 Ha). Por lo que resultarán 55 de uso unifamiliar y áreas comunes que quedarán cubiertas de vegetación ajardinada. En cada lote solo podrá desarrollarse 1 vivienda de tipo unifamiliar y la superficie que ocupe deberá respetar de manera individual el Coeficiente de Ocupación del Suelo máximo establecido por el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Tulum, el cual establece un índice de 0.60.

Por lo que el área de desplante que se requiere incluye los conceptos que se anotan en la **Tabla II.3.**

**Tabla II.3.** Desglose de superficies del presente proyecto.

ÁREAS	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
Área verde (Jardín)	10,781.59	17.3  82.7
Andador	243.21	
Casetas de Vigilancia	7.80	
Centro Holístico	649.31	
Desplantes	19,611.50	
Estacionamiento	6,509.39	
General Banquetas	2,925.77	
General Calles	6,402.82	
General Lotes	13,012.66	
Pasos Peatonales	2,126.95	
<b>TOTAL</b>	<b>62,271</b>	<b>100</b>

### 3. Posesión legal de la propiedad.

El inmueble donde se pretende realizar el proyecto *Aldea Maya*, es una propiedad privada a cargo de sus propios propietarios C. Emilio G. Díaz Castellanos, C. Oswaldo José Millet Palomeque, María Isabel Mantecon Ponce y Karinka María Kelleher Vales. Lo cual se encuentra asentado en la Escrita Pública signadas ante la fe del Lic. Juan Carlos Farina Isla. Notario Público Auxiliar en el protocolo de la Notaría Pública Número 62 del estado de Quintana Roo que se muestran en la **Tabla II.4.**

**Tabla II.4.** Posesión legal del inmueble del proyecto.

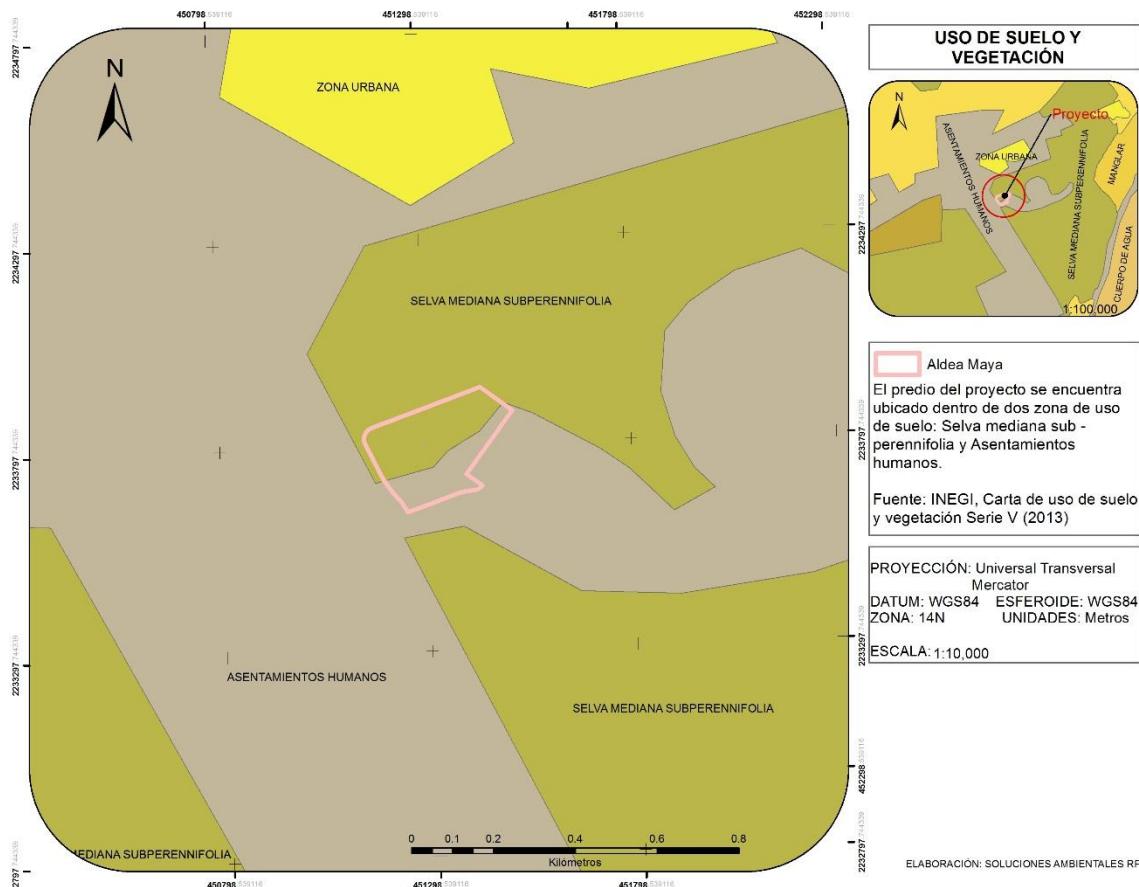
INMUEBLE	ESCRITURA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
<b>Polígono IV, Región 014, Supermanzana 003, Manzana 025, Lote 001.</b>	Escritura Pública P.A. 10575. Volumen LXXV. Tomo "C", signada con fecha 19 de diciembre de 2014	62,271.34
	<b>SUPERFICIE TOTAL</b>	<b>62.271.34</b>

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

Actualmente el sitio no se encuentra habitado y está cubierto por vegetación secundaria derivada de selva mediana sub-perennifolia (Figura II.3). En sus inmediaciones se encuentran sitios donde se han establecido lotificaciones para futuros desarrollos residenciales.



**Figura II.3.** Vista panorámica del interior (a. Vegetación) y exterior del predio (b. Lotificación).



**Figura II.4.** Tipo de uso de suelo y vegetación del predio de acuerdo a la Carta Serie V del INEGI.

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

El predio donde se desarrollará el proyecto se encuentra inmerso en una zona urbana y cuenta con todos los servicios básicos necesarios. Por las características de la zona es objeto de acciones de mejoramiento y de renovación urbana.

**Red vial.** En cuanto a vialidades, se cuenta con la calle Itzamna que comunica al predio, dicha vialidad es un camino pavimentado en concreto. Y las calles de Av. Kukulkan y Av. Juanek de terracería. Todas estas rodean al predio (**Figura II.5**).

**Instalaciones sanitarias.** En la obra existirán suficientes letrinas, en una proporción mínima de 1 por cada 15 trabajadores que laboren en las etapas de preparación del sitio y construcción.

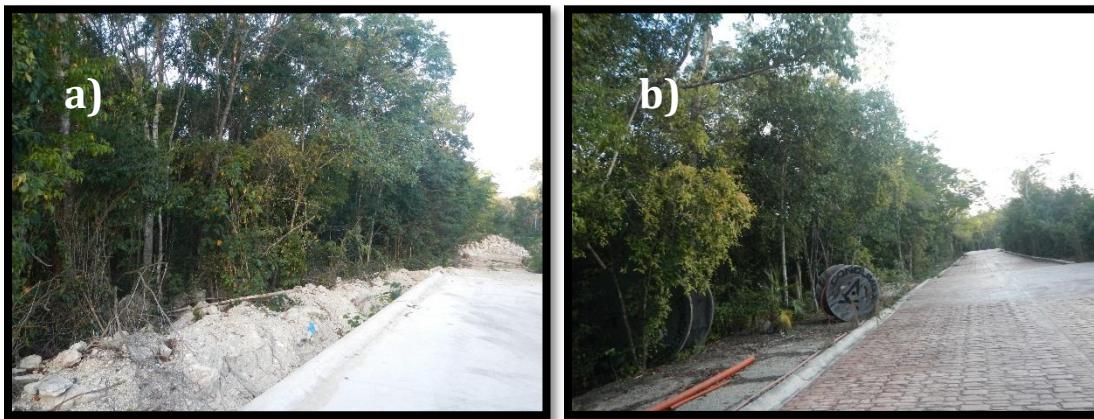
**Energía eléctrica.** En las inmediaciones se cuenta con servicio eléctrico. El sitio será dotado de energía eléctrica realizando las gestiones y trámites necesarios ante la Comisión Federal de Electricidad (CFE) ver **Anexo 4**.

**Planta de tratamiento de aguas residuales y manejo de residuos.** El sistema de drenaje de aguas residuales será totalmente independiente de la red pluvial. Las aguas residuales serán canalizadas a la red hidrosanitaria municipal (CAPA), misma que funciona para toda la zona urbana, por otro lado existe un sistema de recolección de basura previamente convenido con el H. Ayuntamiento de Tulum, ver **Anexo 4**.

**Agua potable.** El abastecimiento de agua potable se hará a partir de la obra de toma Municipal de Tulum (CAPA), para lo que se elaborará el proyecto correspondiente para gestionar su autorización ante las autoridades del municipio, ver **Anexo 4**.

**Telefonía e internet.** Se cuenta con la infraestructura necesaria para proveer de este servicio, tanto por vía convencional por parte de Teléfonos de México, así como distintos operadores de comunicación móvil.

El abastecimiento de los materiales que se requieren para la implementación del proyecto “**Aldea Maya**”, se realizará desde los centros de abasto establecidos en la propia ciudad de Tulum, o en su caso, desde Playa del Carmen, cabecera del municipio Solidaridad y que se ubica a una distancia aproximada de 68 km al Norte. En estas plazas existen diversas empresas dedicadas al ramo de la construcción. Asimismo, varias de ellas en realidad son sucursales de cadenas proveedoras cuya matriz se ubica en las ciudades de Cancún o Mérida, en el vecino estado de Yucatán. Por lo que en todos los casos, se garantiza el envío y entrega de todo tipo de materiales y suministros, incluyendo aquellos que no sean fáciles de obtener en la región.



**Figura II.5.** Vista panorámica de los alrededores del predio. a) Calle Itzamna Norte. b) Av. Kukulkan.

---

## II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

---

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

El proyecto se dividirá en dos fases, la primera fase contempla la lotificación y urbanización del área del proyecto, con el fin de proveer de servicios básicos y vialidades; así como dividir las áreas del proyecto de acuerdo al uso de suelo destinado. Mientras tanto, en la segunda fase se realizará la construcción de las residencias y/o edificios de condominios. Esta fase iniciará una vez se realice la venta de cada uno de los lotes y se realizará de forma paulatina de acuerdo a como sean comprados los lotes.

La primera fase del proyecto está contemplada a realizarse en 24 meses (2 años). Mientras que la segunda fase se contempla completarse en un aproximado de 6 años a partir del término de la primera fase.

Se presenta el Programa de trabajo en la **Tabla II.5.**

**Tabla II.5.** Programa de obra para la urbanización del *Proyecto Aldea Maya*

FASE CONCEPTO	LOTIFICACIÓN Y URBANIZACIÓN												EDIFICACIÓN												
	BIMESTRES												SEMESTRES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Trámites ante las distintas autoridades	X	X	X	X																					
Topografía y trazo			X	X	X	X	X	X	X																
Desmonte y despalme del terreno				X	X	X	X	X	X	X															
Cortes del terreno					X	X	X	X	X	X															
Nivelación y terracerías						X	X	X	X	X	X	X													
Excavaciones y cimentaciones													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Estructuración														X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Jardinería															X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Red de agua potable								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

FASE	LOTIFICACIÓN Y URBANIZACIÓN												EDIFICACIÓN												
	BIMESTRES												SEMESTRES												
CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Red de drenaje sanitario				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Red de drenaje pluvial				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Terracerías				X	X	X	X	X	X	X	X	X													
Carpeta de concreto hidráulico estampado					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Guarniciones y banquetas						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Jardinería							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Nomenclatura y señalización																X	X	X	X						
Limpieza de obra				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Entrega de avances de obra				X				X				X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	

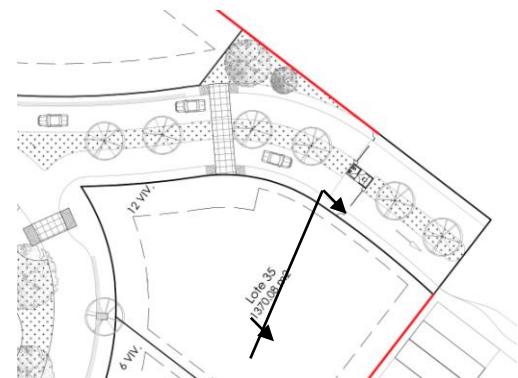
## II.2.2. Preparación del sitio y construcción.

### 1. Obras de urbanización.

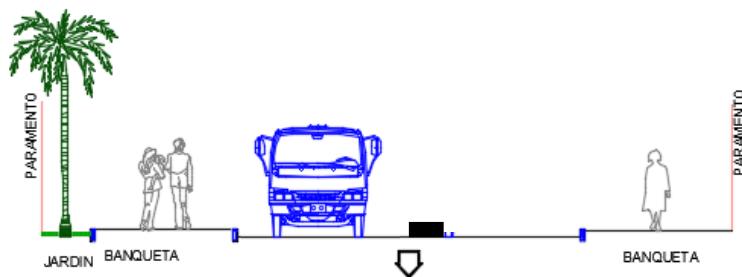
Con base en la subdivisión señalada, el diseño del *Proyecto Aldea Maya* indica que se tendrá acceso desde la Av. Itzamna, misma que es una vialidad existente, por lo que no se requiere de la apertura de nuevas vías de acceso hasta el sitio del proyecto. De esta manera y en lo referente al interior del desarrollo, se implementarán distintos tipos de vialidades; como son:

- Vialidad Sección Tipo “A-A”.

Este tipo de vialidad corresponde con la rampa de acceso al desarrollo, mismo que se desprende desde la Av. Itzamna (**Figura II.6**). Esta vialidad tendrá una longitud aproximada de 70 ml. Además y de acuerdo al diseño arquitectónico, tendrá un ancho total de 13.85 m, se contará en ambos extremos con banquetas, camellón y guarniciones, lo que deja un espacio para la colocación de carpeta de concreto hidráulico estampado (**Figura II.7**).



**Figura II.6.** Vialidad Sección Tipo “A-A”.



**Figura II.7.** Corte de la vialidad tipo A-A' que se implementará.

- Vialidad Sección Tipo “B-B”.

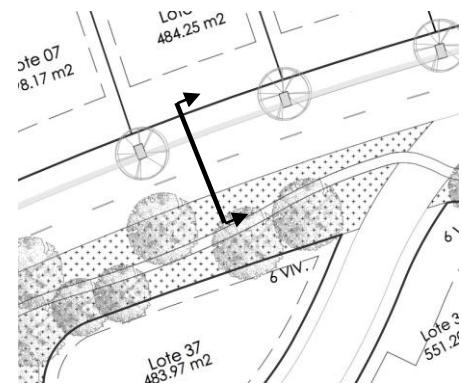
Este tipo de vialidad corresponde con el ramal que continúa desde la rampa de acceso y que forma un circuito de perímetro cerrado y servirá de entrada y salida hacia las futuros espacios que promoverá el desarrollo (**Figura II.8**).

Esta vialidad tendrá una longitud aproximada de 702 ml y de acuerdo al diseño arquitectónico tendrá un ancho aproximado de 18.2 m. En este caso, la vialidad colindará con las áreas comunes del desarrollo, por lo que se contará en ambos

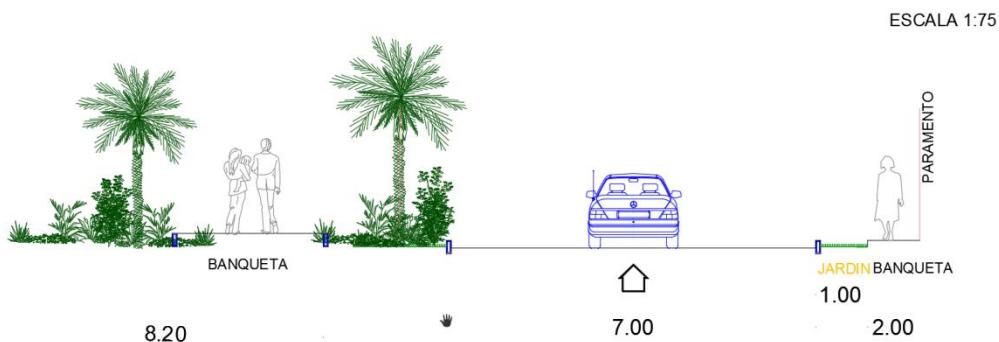
lados con banquetas y guarniciones de 3.00 m de ancho, permitiendo que el 30% de la misma sea adecuada como área verde ajardinada.

Además se tendrá un espacio para la colocación de una carpeta de concreto hidráulico estampado de 7.00 m de ancho. Además de que hacia las áreas comunes se tendrá una especie de barrera arbolada seguida de la ciclopista (espacio peatonal) y de manera inmediata el área común de tipo ajardinado pero con preferencia de la distribución de la flora nativa. En este caso, el contorno de la banqueta no será rectilíneo por lo que finalmente tendrá ancho variable

**Figura II.9.**



**Figura II.8.** Vialidad Sección Tipo "B-B".

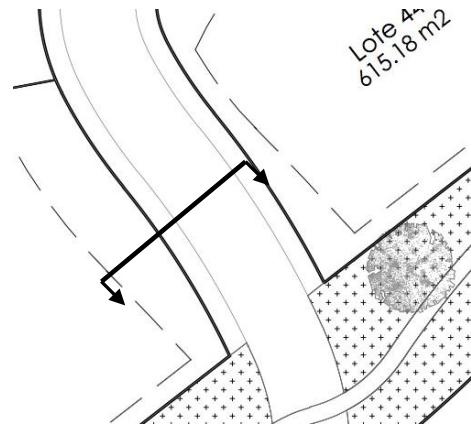


**Figura II.9.** Corte de la vialidad tipo B-B' que se implementará.

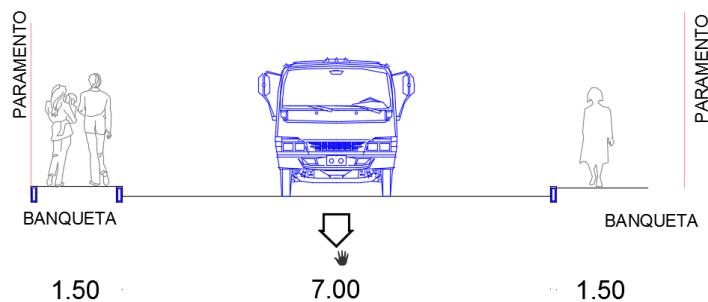
- Vialidad Sección Tipo "C-C".

Este tipo de vialidad corresponde con las calles secundarias que habrá de comunicar los elementos del proyecto ubicados hacia la zona central del desarrollo (**Figura II.10**).

Por lo que de acuerdo al diseño arquitectónico, tendrá un ancho total de 10.00 m, se contará en ambos extremos con banquetas y guarniciones de 1.50 m de ancho. Además se tendrá un espacio para la colocación de una sola carpeta de concreto hidráulico estampado de 7.00 m de ancho, por lo que finalmente se tendrá la circulación vehicular en un solo sentido y con dirección hacia la salida del desarrollo (**Figura II.11.**)



**Figura II.10.** Vialidad Sección Tipo "C-C"



**Figura II.11.** Corte de la vialidad tipo C-C' que se habrá de implementar.

### Actividades a realizar.

#### a) Trazo de vialidades.

Consiste en la ubicación del trazo que habrá de permitir el desplante de cada uno de los conceptos que conlleva el proyecto de lotificación y urbanización y que en este punto refiere a las vialidades internas que serán de tipo primario y secundario. Además de que las mismas estarán constituidas por uno solo cuerpo de concreto hidráulico estampado.

Esta actividad se realizará por medio del apoyo de un grupo de topográficos, quienes definirán los rumbos y distancias.

*b) El trazo de manzanas.*

Producto de la actividad anterior, se obtendrán las 6 manzanas en que se subdivide el desarrollo y se definirán los distanciamientos entre los lotes resultantes y que serán destinados a la construcción conceptos permitidos por los instrumentos de planeación. Además de que áreas verdes naturales y ajardinadas.

*c) Desmonte selectivo.*

Esta actividad consiste en la eliminación por medios mecánicos del estrato arbustivo y arbóreo que pudiera existir en el sitio de desplante de vialidades, tratando de respetar la mayoría de los árboles de más de 10 cm en DAP que estén presentes en la zona (de acuerdo a las características del sitio donde se vaya a construir).

*d) Despalme.*

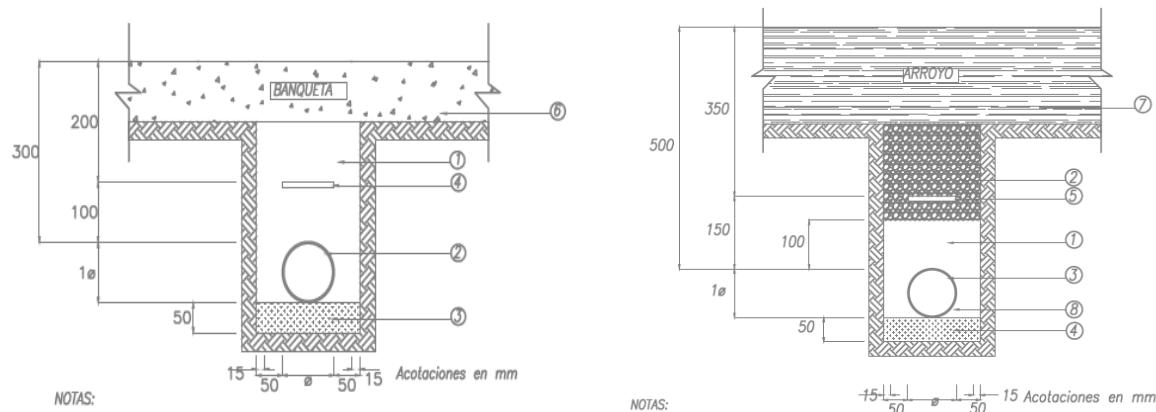
Esta actividad consiste en la remoción de la capa de suelo fértil y la extracción de tocones y raíces de árboles que han sido derribados por medios mecánicos. En este caso, se deberá efectuar el acopio de la tierra vegetal donde las condiciones de abundancia y/o espesor lo permitan, para su posterior uso en pareas a restaurar ajardinadas y en las propias áreas naturales.

*e) Excavaciones en cortes.*

Se llevarán a cabo los cortes que se ubican debajo de las terracerías con un espesor variable. Esto se realizará en toda el área donde se pretenden realizar las vialidades, para la colocación de la red de servicios como son:

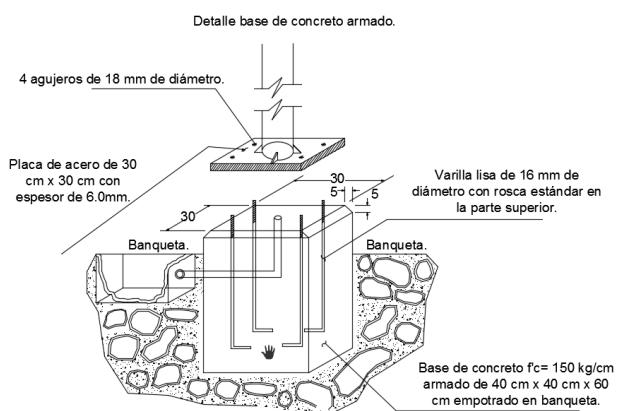
➤ *Eléctricos.*

- Se contempla el zanjado para la instalación de este servicio, ya que se plantea una instalación de tipo híbrido (aéreo y subterráneo).
- En este caso, las líneas de conducción quedarán ubicadas mayormente bajo las banquetas, donde las cepas habrán de alcanzar una profundidad de 35 cm. Además en los puntos donde se requiera cruzar el arroyo, es decir, cruzar de una banqueta hacia la otra, se habrán de apertura cepas de más de 50 cm de profundidad.
- El piso de las cepas será compactado al 90% Proctor, colocando una capa de tierra o arena de 5 cm en aquellos puntos rocosos, para uniformizar el fondo de la mismas y que no tenga un boleo mayor a los  $\frac{3}{4}$  de pulgada.
- Se habrán de colocar ductos de polietileno de alta densidad de 50.8, 76 o 101 mm de diámetro.



**Figura II.12.** Vista del perfil de la instalación de ductos para el suministro de energía eléctrica.

- Se colocarán cinta de señalamiento de advertencia de 300 mm con la leyenda “no excavar líneas de alta tensión”
- Se construyen registros de acuerdo con la norma CFA-TNFMA-S1B-PAD de la CFE.
- Relleno progresivo de las zanjas de las diversas instalaciones, con el mismo material compactándolo al 90% Proctor.
- Se instalan postes metálicos circular de 9.0 m de altura y 3” de diámetro cedula 40 galvanizado por inmersión en caliente en color verde fonatur. Estos contarán con una base de concreto  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$  armado de 40 cm X 40 X 60 cm y quedarán empotrados en la banqueta.
- Se instalarán luminarias tipo OV-15, de 220 V; Transformadores YT de distribución monofásico 13,200 YT/7620-120-240V Convencional, tipo costa de 25 Kva, y lámparas tipo Mogul con posición móvil.
- Se instalarán las acometidas eléctricas a cada lote resultante.
- La interconexión para la acometida de energía eléctrica será en el punto que indique la CFE, lo que corresponde con la línea existente sobre la Av. Itzamna.



➤ *Drenaje sanitario.*

- Trazo de la red con una longitud de 968.00 ml.
- Se realizarán los zanjados correspondientes ubicados a una profundidad de 00 a 3.00 m y de 75 y 95 cm de ancho. Además se implementará una plantilla apisonada en el fondo de la cepa de 0.10 m de profundidad. Lo anterior con un volumen de 1852.75 m<sup>3</sup>.
- Se tenderán tuberías colectoras de 15 y 20 cm de diámetro, las que alcanzarán aproximadamente 1,779 ml y se construirán sus respectivos registros de acuerdo a la Norma que dicta la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA).
- Relleno apisonado en 72.60 m<sup>3</sup>, acostillado compactado en 332.59 m<sup>3</sup> y con material a volteo compactado 1,417.15 m<sup>3</sup>
- Acarreo de material producto de la excavación en 30.41 m<sup>3</sup>.
- Se efectuarán las derivaciones que posteriormente desahogarán los efluentes desde cada uno de los lotes a los que se les brindará el servicio.
- Se implementarán 50 pozos de visita común de 1.25; 1. 50, 1.75. 2.00 y 2.25.
- Relleno progresivo de las zanjas de las diversas instalaciones, con el mismo material compactándolo al 95% Proctor.
- Se considera un gasto mínimo de 1.4 l.p.s. y uno máximo extraordinario de 11.88 l.p.s.
- Se enviarán los productos recolectados al sistema de drenaje municipal que se ubica sobre la Av. Itzamna y de ahí se enviarán al colector general ubicado sobre la carretera Tulum-Punta Allen.
- Se estima un gasto medio de 1.27 l.p.s. y uno máximo extraordinario de 14.43 l.p.s.

➤ *Agua potable.*

- Trazo de la red con una longitud de 1,069.75 ml.
- Se realizarán los zanjados correspondientes ubicados a una profundidad de 0.00- 2.00 m
- Se implementará una plantilla apisonada con material producto de la excavación y con un volumen de 80.23 m<sup>3</sup>.
- Se tienden tuberías troncales que alimentarán del vital líquido a los lotes, lo cual se realizará con tubería de PVC hidráulico RD-32.5 de 77 mm de diámetro 3".
- Relleno apisonado en zanjas acostillado 396.43 m<sup>3</sup> y con material Producto de la excavación 320.93 m<sup>3</sup>
- Acarreo de material producto de la excavación 4.73 m<sup>3</sup>
- Se construyen los respectivos registros de acuerdo a la norma que dicta la CAPA.

- Relleno progresivo de las zanjas de las diversas instalaciones, con el mismo material compactándolo al 90% Proctor.
- Excavación en zanjas para tomas domiciliarias de 0.30 a 0.50 m  $162.00\text{ m}^3$
- Plantilla aplisonada con material producto de la excavación  $40.50\text{ m}^3$
- Relleno apisonado en zanjas acostillado  $64.80\text{ m}^3$  y con material Producto de la excavación  $56.70\text{ m}^3$
- Se hace la conexión con la red municipal que se ubica en el cruzamiento de la Av. Itzamna.
- Se estima un gasto medio diario de  $3.38\text{ l.p.s.}$  y uno máximo extraordinario de  $5.23\text{ l.p.s.}$

➤ *Aguas pluviales.*

- La urbanización incluye la instalación de un drenaje pluvial separado del drenaje sanitario, el cual contará con 6 pozos de absorción pluvial. Estos tendrán un ademe de 0.35 cm de diámetro y con profundidad variable (hasta alcanzar la capa freática), se espera tengan una capacidad para drenar una superficie de  $5,000.00\text{ m}^2$  máximo y el agua se desalojará por gravedad. De esta manera, la construcción de todas las calles y avenidas mantendrá una ligera pendiente para el desalojo del agua de lluvia, lo que evitará la formación de encharcamientos o lagunas en el lugar.
- Cada pozo de absorción ha sido diseñado de tal manera que no entre basura en los ductos, por lo que contarán con mallas de acero y areneros. Por lo que se podrá realizar su limpieza y desazolve periódico. Así ayudan a infiltrar el agua pluvial de la zona o área tributaria.
- Relleno progresivo de las zanjas de las diversas instalaciones, con el mismo material compactándolo al 95% P.V.S.M.

*f) Relleno y nivelación.*

Se efectuará el relleno progresivo de la zona donde se ubicará las vialidades con material de banco en capas de 20 cm de espesor y compactándolo al 95% Proctor.

*d) Banquetas de concreto.*

Como se ha referido, las vialidades contarán con banquetas de 1.50 y 3,00 m de ancho, por lo que serán de 0.10 m de espesor, coladas en placas de 1.50m de ancho, con concreto  $F'c= 150\text{ kg/cm}^2$  y acabado deslavado.

*g) Pavimentación.*

Esta se realizará una vez finalizada la implementación de todos los elementos que van debajo del nivel de piso y de acuerdo a las siguientes fases:

- Implementación de la sub-base o terracerías con material de banco (sascab), compactadas con agua y con maquinaria pesada (vibrocompactadora) en capas de 0.15 m al 95 % Proctor.
- Aplicación de la base hidráulica con materia cementante de  $1\frac{1}{2}$ " a finos, de 0.15 m de espesor, compactado al 95% P.V.S.M.
- Una vez acomodada la base y perfectamente nivelada y afinada se procederá a realizar los trabajos de colocación del concreto ecológico hecho con adocreto, en espesor de 10 cm con un  $F'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Es importante mencionar que toda la estructura del sistema deberá de estar confinada con guarniciones u otros elementos que la contengan.

*h) Jardinería.*

Esta actividad consistirá en la reforestación de todas las calles del desarrollo con especies nativas obtenidas en su gran mayoría en los viveros de la localidad y de las que hayan sido obtenidas de las labores de rescate florístico realizadas dentro del predio de interés.

*i) Limpieza.*

Actividad final que consistirá en el retiro de todo tipo de desechos, separándolos por su tipo y por su factibilidad a ser reciclado. La disposición final del material no recicitable o reusable será el relleno sanitario de la ciudad de Tulum o el sitio que la autoridad competente así designe.

**2. Edificaciones.***a) Trazo de edificaciones.*

Consiste en la ubicación del trazo que habrá de permitir el desplante de cada uno de los conceptos que conlleva el proyecto de edificación.

*b) Desmonte selectivo.*

Esta actividad consiste en la eliminación por medios mecánicos del estrato arbustivo y arbóreo que pudiera existir en el sitio de desplante de los estacionamientos y edificación, tratando de respetar la mayoría de los árboles de más de 10 cm en DAP que estén presentes en la zona (de acuerdo a las características del sitio donde se vaya a construir).

*c) Despalme.*

Esta actividad consiste en la remoción de la capa de suelo fértil y la extracción de tocones y raíces de árboles que han sido derribados por medios mecánicos. En este caso, se deberá efectuar el acopio de la tierra vegetal donde las condiciones de abundancia y/o espesor lo permitan, para su posterior uso en áreas ajardinadas y en las propias áreas naturales.

*d) Excavaciones.*

Se llevarán a cabo los cortes que se ubican debajo de las terracerías con un espesor variable. Esto se realizará en toda el área donde se pretenden realizar las cimentaciones y paso de acometidas de instalaciones. Excavación para la habilitación de cisterna de agua potable con una profundidad de 2 m.

*e) Cimentaciones.*

La cimentación con una profundidad de 1m.

Implementación de la sub-base o terracerías con material de banco (sascab), compactadas con agua y con maquinaria.

Una vez acomodada la base y perfectamente nivelada y afinada se procederá a realizar los trabajos de colocación de la mampostería de la región, unida con mezcla de cemento, arena y agua.

*f) Estructuración.*

Preparación de terreno y elaboración de plantilla para cisterna, para cimbrado, armado y colado con concreto de  $fc=250$  kg/cm. Estructura a base de muros de carga de mampostería, unida con mezcla de cemento, arena y agua. Colocación de dalas y castillos de concreto armado a una separación no mayor de 2m. Colocación de cimbra de madera y triplay preparada. Habilitación de armados de varilla de acero corrugado en ambos sentidos, colocada con separadores. Colado con concreto de  $fc=250$  kg/cm vaciado y vibrado en sitio.

*g) Eléctricos.*

Zanjado y colocación de la acometida eléctrica para la instalación de este servicio, desde la punta de la instalación a pie de lote, hasta la ubicación del transformador. Colocación y conexión de medidores individuales por departamento. Instalación y cableado de ductos verticales a tableros de circuitos de cada unidad. Colocación de ductos, registros, cableado, salidas y apagadores, dentro de los departamentos, cumpliendo todos los reglamentos aplicables.

*h) Hidráulico.*

Trazo de la trayectoria de conexión desde la entrada de la instalación al lote, hasta el área de equipos. Se realizarán los zanjados correspondientes ubicados a una profundidad de 0.00-2.00 m. Se implementará una plantilla apisonada con material producto de la excavación. Colocación de tubería de PVC, de la acometida hidráulica de agua potable, a cisterna de edificio. Relleno apisonado en zanjas acostillado y con material producto de la excavación. Acarreo de material producto de la excavación. Habilitación de red hasta la zona donde se ubicarán los medidores de cada uno de los departamentos para el suministro de agua. Colocación de red hidráulica con tuboplus o similar para la red de distribución del edificio y hasta los muebles. Se colocarán muebles y accesorios ahoradores de agua. La instalación cumplirá todos los reglamentos aplicables.

*i) Sanitario.*

Trazo de la red desde la descarga a la red general. Se realizarán los zanjados correspondientes ubicados a una profundidad de 00 a 3.00 m y de 75 y 95 cm de ancho. Además se implementará una plantilla apisonada en el fondo de la cepa de 0.10 m de profundidad. Se tenderán tuberías colectoras de 15 y 20 cm de diámetro, y se construirán sus respectivos registros de acuerdo a la Norma que dicta la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA). Relleno apisonado, acostillado compactado con material a volteo compactado. Acarreo de material producto de la excavación. Red sanitaria en el edificio elaborada con PVC de acuerdo a la Norma que dicta la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA).

*j) Jardinería.*

Esta actividad consistirá en la reforestación de las áreas del lote, con especies nativas obtenidas en su gran mayoría de las que hayan sido obtenidas de las labores de rescate florístico realizadas dentro del predio de interés.

*k) Limpieza.*

Actividad final que consistirá en el retiro de todo tipo de desechos, separándolos por su tipo y por su factibilidad a ser reciclado. La disposición final del material no recicitable o reusable será el relleno sanitario de la ciudad de Tulum o el sitio que la autoridad competente así designe.

#### **II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto**

A continuación se realizará una breve descripción de las principales obras con las que contará el proyecto:

**Tabla II.6.** Obras de apoyo para el Proyecto Aldea Maya.

TIPO DE INFRAESTRUCTURA	INFORMACIÓN ESPECÍFICA
Construcción de caminos de acceso	Se debe citar que se tiene acceso directo al sitio del proyecto por medio de una vialidad de acceso que se desprende desde la carretera estatal Tulum-Boca Paila, misma que corresponde con la Av. Itzamna del <i>Fraccionamiento Aldea Zamá</i> y por lo que no se contempla la apertura de caminos de acceso adicionales.
Almacenes, bodegas, patios de maquinaria, etc.	Para llevar a cabo el <i>Proyecto Aldea Maya</i> , se requerirá de la construcción de una bodega para almacenar herramientas de la construcción, misma que contará con una superficie de 100 m <sup>2</sup> (10 X 10 m). Ésta será construida con polines de madera de pino, paredes de triplay o cimbraplay y techo de lámina de cartón.
Campamentos, dormitorios, comedores	No se contempla la instalación de campamentos, por lo que se pretende utilizar la infraestructura que existe en la ciudad de Tulum, en donde existen hoteles de distintas categorías. Además se ha considerado que el personal que laborará en la obra será contratado en la propia ciudad, por lo que éstos deberán desplazarse diariamente hasta su centro de trabajo. Al respecto se debe enfatizar que la actual zona urbana se ubica a unos 600 m al norte del sitio del proyecto.
Instalaciones sanitarias	Se colocarán instalaciones provisionales ubicadas de manera aledaña a la bodega, los cuales serán 1 baño portátil tipo Sanirent por cada 25 trabajadores de obra. Además se contará con un sistema de almacenaje de agua en tinacos Tipo Rotoplas.
Bancos de material	El sascab y demás agregados que se requiere se obtendrán de alguno de los bancos de materiales existentes en la región y que deberá contar con las autorizaciones correspondientes por parte de la SEMA o INIRA.
Sitios para la disposición de residuos sólidos	Los residuos sólidos generados por la obra serán dispuestos de manera temporal en el extremo noroeste del Lote 001, Manzana 19. Además de que se dispondrá de manera estratégica una serie de tambores metálicos con tapa hermética en los alrededores de las áreas en donde se lleve a cabo la construcción de banquetas y aprovisionamiento de energía eléctrica y agua potable. Por otra parte, de manera regular toda la basura generada será enviada directamente al basurero de la ciudad de Tulum, mismo que se ubica a aproximadamente a unos 14 Km al sur del predio de interés.

### II.2.3. Etapa de Operación y mantenimiento.

#### *Programa de operación*

La operación se refiere a la etapa más duradera del proyecto, ésta consiste al funcionamiento de las residencias y/o edificios de condominios una vez construidos y ocupados por quienes los habitarán.

Las actividades que comúnmente se llevan a cabo zonas residenciales son el tránsito temporal de vehículos para el acceso, la operación de las cocinas para preparación de alimentos, la ocupación de las habitaciones para la estadía y pernocta, el uso de las instalaciones hidrosanitarias y el desarrollo de actividades recreativas como el uso de las áreas sociales, piscinas, camellones, etc.; típicas en este tipo de proyectos y del desarrollo de la zona, actual y futuro.

La operación de las instalaciones es responsabilidad de los propietarios, quienes deberán estar al pendiente de la manera en que éstas se llevan a cabo y actuar en caso de tener que hacer reparaciones, mantenimientos, etc.

Dado que la operación del proyecto generará residuos sólidos y líquidos, se ha contemplado como parte del proyecto la instalación de botes de basura estratégicamente ubicados en áreas comunes y calles. Mientras que en cada residencia y/o edificio de condominios los dueños serán responsables de la colocación de botes de basura en el interior de sus viviendas.

#### *Programa de mantenimiento predictivo y preventivo*

Durante las distintas etapas del proyecto se presentarán acciones de mantenimiento, las cuales pueden ser de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.

En la etapa de preparación del sitio y construcción, el mantenimiento va enfocado a la maquinaria, equipos y herramientas de trabajo. Para esto será la empresa que arrienda la maquinaria quien deberá tener su maquinaria en orden con respecto al mantenimiento, para evitar una falla durante la operación de la misma, lo cual ocasionaría que se detuvieran los trabajos y hubiera un retraso en el programa de trabajo. Cabe señalar que no se prevén acciones de mantenimiento dentro del sitio para esta etapa como podrían ser el cambio de aceites de motores, bombas, etc.

Durante la etapa de operación del proyecto es donde se ejecutan principalmente las acciones de mantenimiento. Como mantenimiento preventivo se encuentra la limpieza de

las instalaciones de manera periódica durante su ocupación. El objetivo de estas acciones es evitar que la infraestructura se deteriore y requiriera después acciones que demandarían de mayores recursos económicos.

Las instalaciones tendrán otras acciones de mantenimiento preventivo y también correctivo, como pueden ser reparaciones de tuberías de agua y/o gas, reparaciones eléctricas y pintura e impermeabilización periódica, así como de manera importante, se señala el mantenimiento periódico de resanado e impermeabilización de la estructura, etc.

#### **II.2.4. Etapa de abandono del sitio.**

El proyecto no tiene contemplada una etapa de abandono del sitio, ya que se trata de la promoción de un Desarrollo de carácter exclusivo. Por ello la probabilidad de que se decida en el mediano o largo plazo desmantelar o dejar de usar las instalaciones son poco probables.

#### **II.2.5. Utilización de explosivos**

No se utilizarán explosivos durante ninguna etapa del proyecto.

#### **II.2.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.**

##### ***Residuos peligrosos.***

La provisión del aceite que utilice la maquinaria involucrada en la preparación del sitio y construcción, así como el manejo que se le dé a éste será responsabilidad de la compañía de mantenimiento, la cual cumplirá con los lineamientos establecidos para el tratamiento de dichas sustancias. En caso de que exista un derrame, ya sea de aceite o de combustible, se procederá a seguir los lineamientos señalados por la normativa aplicable.

Al finalizar los trabajos de pintura, los botes vacíos de pintura y solventes, así como los trapos impregnados utilizados para el manejo de dichas sustancias, serán manejados como residuos peligrosos de acuerdo a su naturaleza y en concordancia con la normatividad vigente en la materia.

El manejo temporal de los residuos peligrosos durante la construcción será como sigue: se colocarán en recipientes con tapa, rotulados de acuerdo a la normativa; los residuos sólidos y líquidos se manejaran de forma independiente y segregada. Se instalará 1 almacén temporal donde se resguardarán estos residuos y cumplirán con los requisitos y

especificaciones previstas en la Ley General para la Prevención y Gestión de Integral de los Residuos y su reglamento.

### ***Emisiones a la atmósfera y de ruido.***

En las distintas etapas del proyecto, se generan partículas de polvo derivadas de las actividades durante los trabajos de mano de obra y de la circulación vehicular en la obra. Para mitigar las afectaciones por concepto de generación de polvos fugitivos al ambiente, se utilizará agua para rociar las posibles fuentes de emisión, además de que se utilizarán mallas y lonas para contenerlos, esta última medida aplica también para los vehículos que trasporten el material de construcción. Las medidas tomadas de igual manera contribuirán a mitigar el impacto por generación y dispersión de polvos fugitivos sobre los predios que se encuentran ubicados cerca del proyecto.

Las emisiones derivadas de vehículos automotores serán controladas a través de la revisión constante del equipo y la afinación o verificación vehicular en talleres autorizados en el ramo, cabe señalar que las reparaciones, revisiones y/o mantenimiento de estos vehículos son responsabilidad de la empresa que los renta y opera.

La mayor parte del trabajo se realizará con herramienta menor y considerando el área libre, y el bajo tránsito de vehículos durante esta etapa, se prevé que los niveles de ruido emitidos no serán excesivos. Los trabajadores expuestos a niveles de ruido considerados de riesgo contarán con protección auditiva durante el tiempo que lleve a cabo dicha actividad.

Durante la etapa de operación se prevé que el aumento del tráfico vehicular sea entre mínima y moderada debido a la naturaleza del proyecto.

### ***Residuos sólidos urbanos.***

Los residuos sólidos generados durante la preparación del sitio y la construcción son básicamente cartones, papeles, bolsas o sacos y cajas de material, envolturas diversas, cables, alambres, clavos y demás elementos de instalación eléctrica, sanitaria, hidráulica, de carpintería, etc. Dependiendo de los volúmenes generados en el tiempo, los residuos de cartón, plásticos y/o sacos se trasladarán para su disposición final.

Los residuos vegetales producto del desmonte y despalme en la superficie de afectación, se trozarán y se llevarán al sitio de disposición final del municipio, o bien, se esparcirán en las áreas verdes.

Los residuos generados durante la ejecución de la obra por los trabajadores son residuos sólidos urbanos, principalmente restos de alimentos, empaques y embalajes de alimentos,

entre otros. La disposición adecuada de éstos será la disposición temporal en contenedores plásticos de 150 L para su posterior traslado al sitio de disposición más cercano.

Durante la operación del proyecto se generarán los residuos sólidos urbanos comunes de las casas habitación, estos son residuos sanitarios, residuos orgánicos principalmente de restos de alimentos, y residuos inorgánicos como empaques de comida y embalajes como el aluminio, el PET, cartón, embalajes de poliestireno, entre otros. Éstos se almacenarán de manera temporal en el área destinada para ello y posteriormente se destinarán al sitio de disposición final más cercano.

#### ***Aguas residuales***

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 personas, para el uso de los trabajadores. se asegurará la contratación de una empresa que provea este servicio y la cual esté debidamente autorizada. Esta empresa será responsable del mantenimiento de los mismos y de la disposición final de las aguas residuales.

Mientras tanto, durante la Operación las aguas residuales serán canalizadas al drenaje sanitario del municipio.

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

En los siguientes apartados se realiza el análisis de la normatividad que vincula el proyecto con los programas de ordenamiento territorial, de desarrollo urbano, así como las leyes y normas aplicables de competencia municipal, estatal y federal, que nos permita situar las bases para demostrar la viabilidad legal y ambiental de la propuesta, congruente en todo momento con las regulaciones correspondiente al Área Natural Protegida donde se ubica el proyecto.

#### III.1 LEYES Y REGLAMENTOS

##### III.1.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

**"Artículo 5o.-**A ninguna persona podrá impedirse que se dedique a la profesión, industria, comercio o trabajo que le acomode, siendo lícitos. El ejercicio de esta libertad sólo podrá vedarse por determinación judicial, cuando se ataquen los derechos de tercero, o por resolución gubernativa, dictada en los términos que marque la ley, cuando se ofendan los derechos de la sociedad. Nadie puede ser privado del producto de su trabajo, sino por resolución judicial.

**Artículo 27.-** La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada."

(...)

En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal.

**Vinculación:** De tal forma que el proyecto se somete a procedimiento de evaluación de impacto ambiental, con apego a la legislación en materia ambiental evaluando los impactos del proyecto al ambiente y estableciendo medidas para preservar el equilibrio ecológico. El proyecto cumple con lo establecido en el presente artículo ya que al consultar y apegarse a la normatividad ambiental vigente, favorece a desarrollar un proyecto enfocado en el turismo sustentable que da lugar al crecimiento económico del estado y cuidando preservar el equilibrio ecológico de la zona.

### III.1.2. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).

- “**ARTÍCULO 15.**- Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:

**IV.-** Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;

**VII.-** El aprovechamiento de los recursos naturales renovables debe realizarse de manera que se asegure el mantenimiento de su diversidad y renovabilidad;

**XII.-**Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades en los términos de esta y otras leyes, tomarán las medidas para garantizar ese derecho;”

**Vinculación:** Al respecto se considera la supervisión ambiental permanente para las actividades constructivas, a fin de asegurar que se apliquen las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales que se proponen en el presente documento.

- “**Artículo 28.**- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

(...)

**VII.-** Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;”

**Vinculación:** En este sentido se somete a evaluación el presente documento a fin de que la Secretaría evalúe el impacto ambiental del proyecto y apruebe su realización.

- “**Artículo 110.**- Fracción II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.
- **Artículo 113.**- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.”

**Vinculación:** Los niveles de emisión de los equipos que se emplearán para realizar la preparación del sitio y construcción deberán verificarse conforme a la disposición estatal, deberá promoverse el mantenimiento de los equipos periódicamente.

- “**Artículo 117.**- Para la prevención de la contaminación del agua se considera los siguientes criterios:
  - I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;
  - II. Corresponde al Estado y a la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;
  - III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarlas en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;
  - IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuentas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y  
La participación y corresponsabilidad de la sociedad en condición indispensable para evitar la contaminación del agua.
- **Artículo 121.**- No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.
- **Artículo 122.**- Las aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltrén en el

subsuelo, y en general, las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir;

- I. Contaminación de los cuerpos receptores;
- II. Interferencias en los procesos de depuración de las aguas; y
- III. Trastornos, impedimentos o alteraciones en los correctos aprovechamientos, o en el funcionamiento adecuado de los sistemas, y en la capacidad hidráulica en las cuencas, cauces, vasos, mantos acuíferos y demás depósitos de propiedad nacional, así como de los sistemas de alcantarillado.
- **Artículo 123.-** Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Correspondrá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido."

**Vinculación:** Durante las actividades de preparación del sitio, y de construcción general del proyecto se contará con letrinas portátiles para el servicio de los trabajadores; la disposición de las aguas residuales se efectuará en un sitio autorizado mediante una empresa registrada.

Durante la operación de la obra, las aguas residuales provenientes de los lotes se depositarán en sus registros correspondientes de acuerdo a la Norma que dicta la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA).

- **Artículo 134.-** Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:
  - I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;
  - II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
  - III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;
  - IV. La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y
  - V. En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad

prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

- **Artículo 136.-** Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltrén en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:
  - I. La contaminación del suelo;
  - II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;
  - III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación,
  - IV. Riesgos y problemas de salud.
- **Artículo 151.-** La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.
- **Artículo 152 bis.** Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.

**Vinculación:** *No se prevé la generación de residuos peligros en ninguna de las fases del proyecto; sin embargo, aquellos que se puedan generar debido a desperfectos de la maquinaria se dispondrán separados del resto de residuos dentro de contenedores debidamente tapados y colocados en sitios impermeabilizados de acuerdo a la legislación vigente.*

*Por otro lado, se establecerá un programa de manejo integral de residuos dentro del cual se especifican las acciones a llevar a cabo para evitar la contaminación del suelo debido a la disposición inadecuada de residuos.*

#### II.1.3. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

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

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS;

**Vinculación:** En este sentido se somete a evaluación el presente documento a fin de que la Secretaría evalúe el impacto ambiental del proyecto y apruebe su realización.

- **"Artículo 110. Fracción II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.**
- **Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente."**

**Vinculación:** Los niveles de emisión de los equipos que se emplearán para realizar la preparación del sitio y construcción deberán verificarse conforme a la disposición estatal, deberá promoverse el mantenimiento de los equipos periódicamente.

- **"Artículo 117. Para la prevención de la contaminación del agua se considera los siguientes criterios:**
  - I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;
  - II. Corresponde al Estado y a la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;
  - III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarlas en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;
  - IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuentas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y
  - V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad en condición indispensable para evitar la contaminación del agua.
- **Artículo 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la**

*autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.*

- **Artículo 122.** *Las aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltrén en el subsuelo, y en general, las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir;*  
*I. Contaminación de los cuerpos receptores;*  
*II. Interferencias en los procesos de depuración de las aguas; y*  
*III. Trastornos, impedimentos o alteraciones en los correctos aprovechamientos, o en el funcionamiento adecuado de los sistemas, y en la capacidad hidráulica en las cuencas, cauces, vasos, mantos acuíferos y demás depósitos de propiedad nacional, así como de los sistemas de alcantarillado.*
- **Artículo 123.** *Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Correspondrá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.*

**Vinculación:** Durante las actividades de preparación del sitio, y de construcción general del proyecto se contará con letrinas portátiles para el servicio de los trabajadores; la disposición de las aguas residuales se efectuará en un sitio autorizado mediante una empresa registrada. Durante la operación de la obra, las aguas residuales serán canalizadas al drenaje sanitario municipal.

- **"Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:**  
*I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;*  
*II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;*

**III.** Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

**IV.** La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y

**V.** En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

- **Artículo 136.** Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltrén en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:
  - I. La contaminación del suelo;
  - II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;
  - III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación,
  - IV. Riesgos y problemas de salud.
- **Artículo 151.** La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.
- **Artículo 152 bis.** Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.”

**Vinculación:** Los residuos peligros que se puedan generar serán durante las etapas de preparación del sitio y construcción, y se compondrán de estopas o trapos impregnados con hidrocarburos. Estos se dispondrán separados del resto.

En el caso de los residuos sólidos no peligrosos que serán generados dentro del predio por las actividades de construcción del proyecto y su operación se manejarán en contenedores de manera adecuada y deberán ser dispuestos en el sitio de disposición final municipal.

### III.1.4. REGLAMENTO DE LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN A LA ATMÓSFERA.

**"Artículo 13.-** Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

**Artículo 16.-** Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas...

**Artículo 28.-** Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría..."

**Vinculación:** En la etapa de preparación del sitio y construcción se considera inevitable la generación de polvos y en menor escala las emisiones derivadas del funcionamiento de vehículos y maquinaria a utilizar, por lo que se promueve el riego periódico de la superficie de rodamiento, así como el monitoreo de las condiciones de la maquinaria.

### III.1.5. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS).

**"Capítulo I:**

**Artículo 117 Primer párrafo.-** La secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del consejo estatal forestal de que se trate y con base en los estudios técnico justificativos que

demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución de su captación y que los usos alternativos del uso del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

**Artículo 118.-** Los interesados en el cambio de uso del suelo de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el reglamento.

## Capítulo II:

**Artículo 7. Fracc. XLVIII. Vegetación forestal.-** El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;

**Artículo 58.-** Correspondrá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:

- I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;
- II. Aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales;
- III. Establecimiento de plantaciones forestales comerciales en superficies mayores de 800 hectáreas, excepto aquéllas en terrenos forestales temporales, y
- IV. Colecta y usos con fines comerciales o de investigación de los recursos genéticos."

**Vinculación:** Paralelo al ingreso de la presente MIA, se elaboró un Estudio Técnico Justificativo en el cual se demuestra que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución de su captación y que los usos alternativos del uso del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

### III.1.6. LEY DE AGUAS NACIONALES.

**"Artículo 44.-** La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas del Distrito Federal, estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue "la Autoridad del Agua", en los términos dispuestos por el Título Cuarto de esta Ley.

Las personas que infiltrén o descarguen aguas residuales en el suelo o subsuelo o cuerpos receptores distintos de los sistemas municipales de alcantarillados de las poblaciones,

deberán obtener el permiso de descarga respectivo, en los términos de esta Ley independientemente del origen de las fuentes de abastecimiento.

Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado, se podrán llevar a cabo con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante aviso.

**Artículo 88.-** Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltrén en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos."

**Vinculación:** durante la etapa de construcción y preparación del sitio, no se considera el aprovechamiento de aguas nacionales, ya que será abastecido por servidores externos, mediante pipas.

Para las aguas residuales generadas debido a la presencia de trabajadores en la etapa de operación y construcción se implementaron baños portátiles para el uso de los trabajadores cuyo manejo y limpieza correrá a cargo de una empresa que preste el servicio.

La obra no genera contaminantes líquidos en su operación normal.

Mientras tanto, durante la operación se contará con agua potable provista por la red de agua potable municipal. Las aguas residuales durante esta etapa se canalizarán al drenaje municipal.

**"Artículo 86 BIS 2.-** Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición."

**Vinculación:** No se llevará a cabo la disposición de basura o cualquier otro residuo en cuerpos receptores y zonas federales.

### III.1.7. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.

**"Artículo 4o.-** Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

**Artículo 18.-** Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.

Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

**Artículo 106.-** Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental."

**Vinculación:** *El Promovente asume su deber, en cuanto a conservar la vida silvestre. Por lo que acatará las disposiciones y acuerdos vigentes y en su caso, los que en la materia emitan las autoridades competentes.*

### III.1.8. REGLAMENTO DE LA LEY DE VIDA SILVESTRE.

**"Artículo 106.-** Se considerará aprovechamiento de subsistencia al uso de ejemplares, partes o derivados de la vida silvestre para consumo directo o venta, para la satisfacción total o parcial de necesidades básicas relacionadas directamente con alimentación, vivienda y salud, así como las de dependientes económicos."

**Vinculación:** *Quedará prohibido el aprovechamiento de la vida silvestre en el sitio de la obra y en sus áreas circunvecinas y los trabajadores recibirán instrucción acerca de estas prohibiciones bajo pena de sanciones administrativas y las que resulten según la normatividad ambiental vigente.*

### III.1.9. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.

**"Artículo 2o.-** En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:

III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;

IV. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;"

**Vinculación:** *El promovente deberá atención a esta Ley, responsabilizarse por el manejo responsable, adecuado y oportuno de los residuos sólidos que se generarán durante operación de esta obra.*

**"Artículo 18.-** Los residuos sólidos urbanos podrán subclasicarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables."

**Vinculación:** *Para las etapas de preparación y construcción de la obra todos los residuos serán colectados en basureros plásticos con tapa, siendo estos los recipientes de almacenamiento temporal, adecuados para la zona y trasladados por el mismo personal laboral hacia sitios de disposición final.*

## LEYES ESTATALES

### III.1.10. LEY DE EQUILIBRIO ECOLOGICO Y AL PROTECCION DEL AMBIENTE DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.

**"Artículo 103.-** Las emisiones a la atmósfera, tales como olores, gases o partículas sólidas y líquidas, que provengan de fuentes fijas y móviles de competencia estatal o municipal, que puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, deben apegarse a las previsiones de esta ley, de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, de la Ley General y normas oficiales mexicanas."

**Vinculación:** Con el objeto de mantener las emisiones contaminantes controladas y dentro de los parámetros de la NOM-041 y la NOM-048. Los vehículos y motocicletas empleadas contarán con mantenimiento periódico que garanticen su correcto funcionamiento.

**"Artículo 119.-** Para la prevención y control de la contaminación del agua, se considerarán los siguientes criterios y fundamentos:

- I. La prevención y control de la contaminación del agua es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del Estado;
- II. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;
- III. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua de jurisdicción federal, incluyendo las aguas del subsuelo;
- IV. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua; y
- V. Corresponde al Estado con la participación de los Municipios, prevenir la contaminación de aguas de jurisdicción estatal y las que tengan asignadas por la federación."

**Vinculación:** La obra no genera contaminantes líquidos en su operación normal. Se prevendrá en todo momento la contaminación del agua mediante una supervisión ambiental que vigilará las actividades que se lleven a cabo durante las actividades propias del desarrollo propuesto.

Para las aguas residuales generadas debido a la presencia de trabajadores en la operación de la obra se implementaron baños portátiles para el uso de los trabajadores cuyo manejo y limpieza correrá a cargo de una empresa que preste el servicio.

### III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

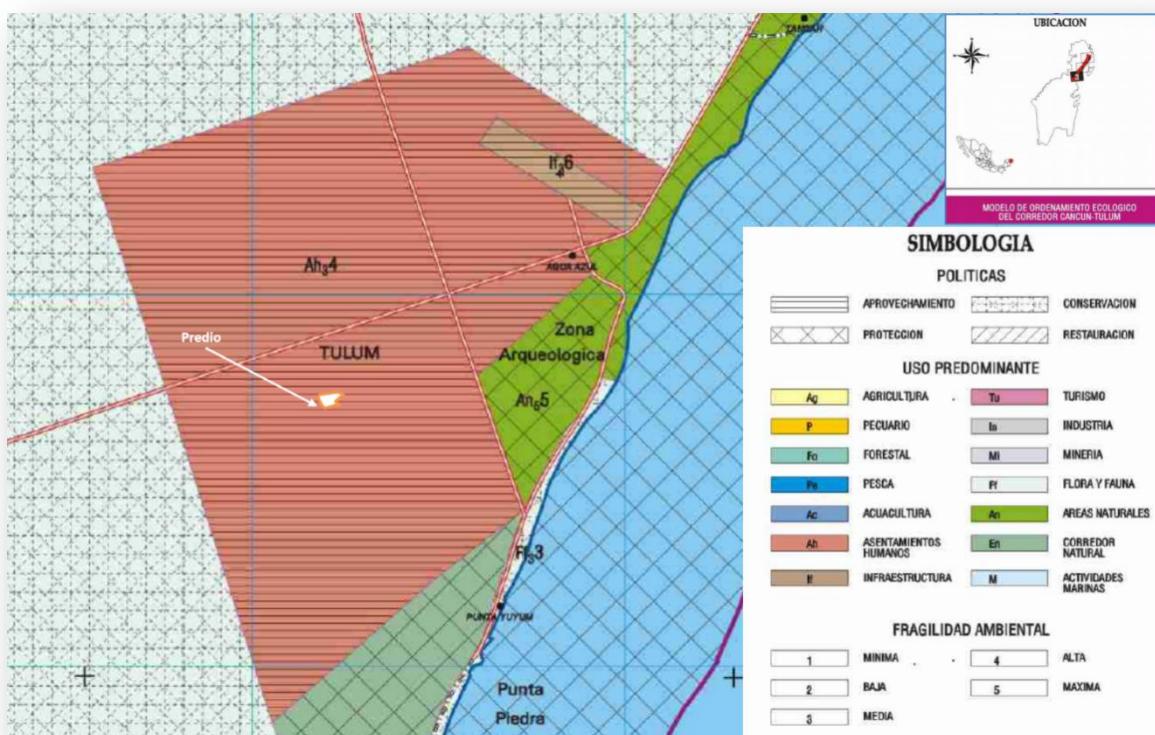
#### III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico del Corredor Cancún-Tulum (publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 16 de noviembre del 2001).

Conforme a dicho Programa de Ordenamiento el área del proyecto se ubica dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Ah3-4, misma que posee política de

Aprovechamiento, con uso de suelo predominante de Asentamientos humanos (Ah), y con fragilidad media (3). En la siguiente tabla se enlistan las actividades y usos de suelo aplicables a dicha UGA:

**Tabla III.1.** Política aplicable a la UGA Ah<sub>3</sub>-4, en la que se localiza el predio de interés en la ciudad de Tulum.

POLÍTICA ECOLÓGICA	USO DEL SUELO			
	PREDOMINANTE	COMPATIBLE	CONDICIONADO	INCOMPATIBLE
<b>APROVECHAMIENTO Centros de población de Tulum y Playa del Carmen y Nuevo centro de población.</b>	Asentamientos humanos	Flora y fauna, Infraestructura y turismo	Industria ligera	Acuacultura, Agricultura, Forestal, Minería, Pecuario, Pesca.



**Figura III.1.** Ubicación del predio del proyecto de acuerdo al POEL CORREDOR CANCUN-TULUM.

En la tabla siguiente se realiza la vinculación del proyecto con los diferentes criterios ecológicos aplicables a la UGA donde se encuentra inmerso el proyecto:

**Tabla III.2.** Criterios ecológicos aplicables a las UGA Ah<sub>3</sub>-4.

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
<b>ASENTAMIENTOS HUMANOS</b>		
3	Se aplicará una política de impulso a los principales asentamientos del corredor: Playa del Carmen, Tulum y nuevo centro de población al poniente de Akumal.	<i>Con la implementación del Proyecto Aldea Maya, se impulsará el desarrollo armónico y crecimiento de la población de Tulum</i>
5	Las reservas territoriales deberán mantener su cobertura vegetal original, mientras no se incorporen a un plan de desarrollo urbano.	<i>El área del proyecto no se encuentra dentro de una reserva territorial, ya que se encuentra regulada por el Programa de Desarrollo Urbano de Tulum, mediante el cual se clasifica el uso del suelo como habitacional.</i>
6	No se permite la utilización de nuevas reservas urbanas, mientras no exista un plan de desarrollo urbano debidamente aprobado.	<i>El proyecto se desarrollará en la ciudad de Tulum, la cual cuenta con un Programa de Desarrollo Urbano que permite impulsar su crecimiento.</i>
7	No se permitirá el establecimiento de nuevos asentamientos humanos mientras no haya un plan de desarrollo urbano debidamente aprobado.	<i>Mediante este ordenamiento, el sitio del proyecto se clasifica con uso del suelo habitacional.</i>
10	Para asentamientos de más de 50,000 habitantes, se deberá considerar la siguiente dotación: 1.0 m <sup>2</sup> /hab de áreas verdes de acceso público (jardín vecinal), más 1.1 m <sup>2</sup> /hab de áreas verdes de acceso público conformando un parque de barrio; más 2.0 m <sup>2</sup> /hab de áreas verdes de uso público conformando un parque urbano.	<i>El presente criterio se refiere a asentamientos mayores a la capacidad estimada de habitantes del complejo Aldea Maya.</i>
11	Las zonas aptas para desarrollo urbano que coincidan 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 según lo	<i>El predio de interés no colinda con ninguna ANP.</i>

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
	determina el PDU.	
12	Los proyectos de urbanización deberán sujetarse a un dictamen técnico Municipal antes del inicio de sus obras, para evitar el desmonte innecesario del estrato arbóreo.	<i>La zona donde se ubica el inmueble de interés se encuentra dentro de un programa de desarrollo urbano y se cuenta con la factibilidad de uso del suelo con fines habitacionales expedida por el municipio.</i>
15	Se aplicará a las zonas urbanas una densidad bruta promedio de 100 hab/ha.	
16	En predios de vivienda unifamiliar de 300 m <sup>2</sup> o menores, se deberá conservar el 50 % de la cobertura vegetal.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. El inmueble del proyecto es mayor a esta superficie.</i>
17	En predios ejidales de vivienda unifamiliar se deberá conservar el 70% de vegetación, incluyendo la siembra de plantas comestibles locales.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. El inmueble del proyecto se ubica dentro la zona urbana de la ciudad de Tulum</i>
18	El Programa Director de Desarrollo Urbano deberá identificar y proteger áreas con función ecológica relevante, tales como zonas de recarga del acuífero, presencia de dolinas y cenotes, así como flora y fauna con estatus de conservación.	<i>La ciudad de Tulum cuenta con un Programa de Desarrollo Urbano que permite impulsar su crecimiento.</i>
20	En zonas suburbanas de origen ejidal los lotes deberán ser unifamiliares y tener una superficie mínima de 1,250 m <sup>2</sup> , quedando prohibida su subdivisión.	<i>El inmueble del proyecto se ubica dentro la zona urbana de la ciudad de Tulum y es una propiedad privada, por lo que no aplica el criterio.</i>
21	Los fraccionamientos habitacionales suburbanos o rurales tipo residencial, sólo se permitirán en las áreas que al respecto establezcan los Programa de Desarrollo Urbano dentro de las manchas urbanas, a excepción del sector Norte de la UGA 1, comprendida entre el aeropuerto y la mancha urbana de Puerto Morelos.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. El proyecto se ubica dentro de la ciudad de Tulum, la cual cuenta con un Programa de Desarrollo Urbano que clasifica el uso de suelo del área como habitacional.</i>
22	El aprovechamiento de todos los predios comprendidos en las unidades de gestión ambiental (UGA's) urbanas, deberá ser	

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
	regulado por la zonificación del uso del suelo, las etapas de crecimiento y las densidades de población establecidas en los Programas Directores de Desarrollo Urbano (PDU) no pudiendo modificar éstas, salvo que se reflejen en un nuevo PDU con vigencia legal.	
23	El Programa de Desarrollo Urbano del centro de población Playa del Carmen, preverá el aprovechamiento gradual y progresivo de la mancha urbana. Se ocupará primeramente y hasta su saturación, el polígono inicial de la primera etapa la cual está comprendida desde la costa hasta la línea oeste que divide al polígono urbano paralela a la carretera federal con una superficie de 3,966,85 Has, no permitiendo la realización de proyectos urbanos que alteren el aprovechamiento racional de las infraestructuras disponibles, disponiendo del área de la siguiente etapa, hasta no tener demostrado que se haya agotado el área de la primera etapa, proceso que se repetirá para el aprovechamiento de las 1,635.12 Has correspondientes a la segunda y las 1,455.61 Has de la reserva urbana.	<i>El proyecto no se encuentra dentro de la ciudad de Playa del Carmen, antes bien, se somete a la regulación del Programa de Desarrollo Urbano de Tulum.</i>
<b>CONSTRUCCIÓN</b>		
1	Solo la superficie mínima indispensable para el proyecto de constructivo podrá ser despalmada.	<i>El proyecto se apegará a este criterio y se han elaborado los planos arquitectónicos preparados ex profeso.</i>
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.	<i>El proyecto cuenta con un Programa de Rescate de flora y fauna silvestre. Ver Anexo 5.</i>
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.	<i>El proyecto se ubica dentro de la zona urbana de Tulum, por lo que no plantea la construcción de campamentos temporales. Sin embargo, se instalaron</i>

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
4	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo <i>in situ</i> de desechos sanitarios.	<i>sanitarios portátiles que posteriormente serán recolectadas por una empresa autorizada para su traslado y disposición final.</i>
5	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo integral (minimización, separación, recolección y disposición) de desechos sólidos.	<i>Así como también, para el control de los residuos sólidos generados por el proyecto se realizará el manejo de dichos residuos, a través de su recolección, separación por tipo de residuos, reciclaje o reuso de aquellos residuos con potencial de revalorización y la disposición final, a través de una empresa autorizada por el municipio.</i>
7	Al finalizar la obra deberá removese toda la infraestructura asociada al campamento.	
8	Cualquier cambio o abandono de actividad deberá presentar y realizar un programa autorizado de restauración del sitio.	<i>El promovente no considera el abandono de las obras del proyecto por lo tanto, no es aplicable este criterio.</i>
9	El uso de explosivos durante la construcción de cualquier tipo de obra, actividad, infraestructura o desarrollo estará sujeto a un Informe Preventivo Simplificado y en apego a los lineamientos de la SEDENA.	<i>El proyecto no se requiere del uso de explosivos.</i>
11	No se permite la disposición de materiales derivados de las obras, producto de excavaciones o rellenos sobre la vegetación.	<i>El proyecto se apegará a este criterio, evitando la disposición de materiales sobre las áreas de vegetación que no serán removidas.</i>
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.	<i>Se aplicará un Programa integral de manejo de residuos, ver Anexo 5.</i>
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.	<i>Se prohibirá la realización de mantenimiento dentro de la zona del predio; en caso de algún derrame accidental, se realizará la limpieza del área afectada y se tratará como</i>

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
		<i>residuos peligroso. Además se colocarán lonas y bandejas para evitar que se siga derramando sobre el suelo natural.</i>
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, kuka y nacax), como material de construcción excepto de las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento sustentable de la Vida Silvestre o viveros autorizados.	<i>El proyecto se apegará a este criterio ya que no se utilizarán estas especies dentro de la construcción. Por otro lado, los individuos de palma nakash que se encuentren en las zonas a desmontar serán rescatados y reubicados en las áreas verdes.</i>
15	El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.	<i>Se tomarán medidas para mitigar la dispersión de polvos como el riego de las zonas desmontadas, el uso de lonas en los vehículos que transporten arena, grava y diversos materiales pétreos.</i>
16	Todo material calizo, tierra negra, tierra de despalme, arena del fondo marino, piedra de muca y residuos vegetales, deberán provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	<i>Los materiales pétreos provendrán de empresas y bancos de materiales autorizados.</i>
17	Los campamentos de obras ubicados fuera de centro de población no deberán ubicarse a una distancia menor de 4 km de los centros de población.	<i>El proyecto no plantea la construcción de campamentos temporales</i>
19	Se recomienda la instalación subterránea de infraestructura de conducción de energía eléctrica y comunicación, evitando la contaminación del paisaje visual.	<i>El proyecto de manera precisa un sistema híbrido para el suministro de energía eléctrica.</i>
20	Las subestaciones eléctricas y depósitos de combustible, se ubicarán a por lo menos 5 Km de los límites máximos de crecimiento de los asentamientos habitacionales.	<i>El proyecto no contempla la instalación de subestaciones eléctricas ni depósitos de combustibles.</i>
EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA		

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
3	La instalación de infraestructura estará sujeta a Manifestación de impacto Ambiental.	<i>El presente documento se emite con el fin de obtener la autorización de materia de impacto ambiental requerida.</i>
5	Los asentamientos humanos y/o las actividades turísticas deberán contar con un programa integral de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.	<i>En el Anexo 5 se presenta el programa de manejo de residuos aplicable al proyecto.</i>
6	No se permite la ubicación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos, salvo las municipales y de particulares aprobados.	<i>El presente proyecto no contempla el establecimiento de sitios de disposición final de residuos.</i>
7	Los Programas de Desarrollo Urbano deberán incluir lineamientos para la disposición de desechos sólidos en áreas urbanas o en proceso de urbanización.	<i>El criterio no aplica al proyecto dado que no se trata de un PDU; antes bien, el proyecto se ajusta a los usos de suelo determinados en el PDU de Tulum.</i>
8	Se promoverá el composteo de los desechos orgánicos, para su utilización como fertilizantes orgánicos degradables en las áreas verdes..	<i>El proyecto se apegará a este criterio.</i>
9	Se promoverá la instalación de sanitarios secos composteros que eviten la contaminación del suelo y subsuelo y la proliferación de la fauna nociva en las áreas suburbanas y rurales.	<i>Se contratarán sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores durante la construcción de la obra; el mantenimiento de los mismo será responsabilidad de la empresa contratada; la cual se verificará tenga las autorizaciones correspondientes.</i>
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.	<i>El proyecto no contempla la generación, manejo ni disposición de desechos biológico infecciosos.</i>
11	Los desarrollos turísticos y asentamientos humanos que incluyen clínicas, hospitales y	<i>El proyecto contempla un programa de manejo de</i>

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
	centros médicos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de residuos líquidos y sólidos.	<i>residuos en el cual se establecen las medidas e infraestructura para el manejo de residuos líquidos y sólidos. (Anexo 5)</i>
12	Los desarrollos turísticos y asentamientos humanos deberán contar con un sistema integral de minimización, tratamiento y disposición final de las aguas residuales <i>in situ</i> , de acuerdo a la normatividad de la Ley de Aguas Nacionales, su reglamento y demás normatividad aplicable vigente.	<i>Se contratarán sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores durante la construcción de la obra; el mantenimiento de los mismo será responsabilidad de la empresa contratada; la cual se verificará tenga las autorizaciones correspondientes. Mientras tanto, en la operación las aguas residuales serán canalizadas al drenaje municipal.</i>
13	Se prohíbe la canalización del drenaje pluvial hacia el mar y cuerpos de aguas superficiales y en su 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.	<i>El proyecto contempla la construcción de 6 pozos de absorción pluvial, los cuales serán tramitados ante la CONAGUA para su autorización.</i>
14	Deberá estar separada la canalización drenaje pluvial del sanitario en el diseño de calles y avenidas. Además de considerar el flujo y colecta de aguas pluviales.	<i>El proyecto se apegará a este criterio.</i>
15	Las descargas sanitarias de los asentamientos humanos, en caso de ser factible, deberán dirigirse a sistemas de tratamiento de aguas residuales.	<i>El proyecto construirá un sistema de drenaje que conectará con el drenaje municipal.</i>
16	Se promoverá la reutilización de aguas residuales previo cumplimiento de la normatividad vigente en materia de contaminación de aguas.	<i>Debido a que el proyecto contempla el envío de las aguas residuales al drenaje municipal, no se plantea la reutilización de las aguas residuales ya que no se instalará ninguna planta de tratamiento.</i>
17	Las plantas de tratamiento de agua servidas deberán contar con un sistema que minimice la generación de lodos y contarán con un programa operativo que considere su desactivación y disposición final.	

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
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.	
19	Queda prohibida la descarga de aguas residuales crudas al suelo y subsuelo.	<p><i>Se contratarán sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores durante la construcción de la obra; el mantenimiento de los mismo será responsabilidad de la empresa contratada; la cual se verificará tenga las autorizaciones correspondientes.</i></p> <p><i>Mientras tanto, en la operación las aguas residuales serán canalizadas al drenaje municipal.</i></p>
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.	<p><i>El proyecto se apegará a este criterio.</i></p>
30	La instalación de marinas está sujeta a la autorización de impacto ambiental.	<p><i>El presente proyecto no tiene observancia en estas disposiciones debido a que no contempla la construcción de marinas ni muelles.</i></p>
31	Las marinas deberán garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.	
32	La instalación de marinas estará sujeta a estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelos y geohidrológicos.	
33	La construcción de muelles estará sujeta a estudios geohidrológicos especiales y apego a normas internacionales.	
34	La construcción de muelles permanentes, deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.	
38	Se desarrollaran programas para la instalación de fuentes alternativas de	<p><i>El proyecto cuenta con la factibilidad de suministro de</i></p>

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
	energía.	<i>energía eléctrica por la CFE, ver Anexo 4.</i>
39	En campos de golf sólo se permite utilizar fertilizantes y pesticidas biodegradables.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en estas disposiciones debido a que no contempla la construcción de campos de golf.</i>
40	El área de desplante par los campos de golf deberá respetar el porcentaje de cobertura vegetal definido para la UGA.	
41	La autorización de campos de golf está sujeta a una evaluación de impacto ambiental, modalidad regional.	
42	En vialidades, zonas adyacentes a los "faiway, lees y greens" de los campos de golf, se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación nativa.	
45	Se prohíbe la construcción de viviendas y áreas habitacionales dentro del derecho de vía de los tendidos de alta tensión.	<i>El proyecto se apegará a este criterio.</i>
47	En áreas previstas para campos de golf de las zonas turísticas urbanas, se deberá conservar por lo menos el 65% de la vegetación nativa.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en esta disposición debido a que no contempla la construcción de campos de golf.</i>
48	Todo proyecto de desarrollo turístico en la zona costera, deberá contar con accesos públicos a la Zona Federal Marítimo Terrestre, por lo que la realización de cualquier obra o actividad, deberá evitarse obstrucción de los accesos actuales a dicha zona, deberán proveerse accesos a ésta, en casos de que se carezca de ellos. Eventualmente, podrá permitirse la reubicación de los accesos existentes cuando los proyectos autorizados así lo justifiquen.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en esta disposición debido a que no se ubica en la zona litoral ni marina.</i>
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 escénico.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i> <i>Como ya se ha descrito anteriormente, en la zona no se distribuyen ecosistemas vulnerables y sitios de alto valor escénico, cultural o</i>

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
		<i>escénico, ya que se desarrolla como parte de un complejo residencial en áreas previamente impactadas.</i>
50	En las obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, se prohíbe el uso de aceite quemado y de otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. El proyecto no se ubica en la zona litoral ni marina.</i>
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.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, en la zona no hay humedales.</i>
54	Se prohíbe la construcción u operación de fosas sépticas cercanas a pozos de agua potable, debiendo reconvertir a sistemas alternativos de manejo de desechos las fosas sépticas que existan en esta condición.	<i>Se contratarán sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores durante la construcción de la obra; el mantenimiento de los mismo será responsabilidad de la empresa contratada; la cual se verificará tenga las autorizaciones correspondientes.</i>
55	Queda prohibida la construcción de pozos de absorción para el drenaje doméstico.	<i>Mientras tanto, en la operación las aguas residuales serán canalizadas al drenaje municipal.</i>
<b>FLORA Y FAUNA</b>		
1	Se prohíbe la tala y aprovechamiento de leña para uso turístico y comercial.	<i>El proyecto se apegará a este criterio. Además de que se cuenta con un programa de rescate y reubicación de flora y fauna, ver Anexo 5.</i>
2	Los desarrollos turísticos y/o habitacionales, deberán minimizar el impacto a las poblaciones de mamíferos, reptiles y aves, en especial el mono araña.	
5	Los usos del suelo en las áreas adyacentes a las playas de anidación de tortugas estarán sujetas a autorización de impacto ambiental que demuestre la no afectación de las nidadas.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en las presentes disposiciones ya que no se ubica en la zona litoral ni marina.</i>
6	En las playas de arribazón de tortugas sólo se permite la instalación de infraestructura	

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
	fuera del área de influencia, la cual se deberá determinar por estudios ecológicos.	
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.	
8	La autorización de actividades en sitios de anidación de tortugas, estará sujeta al programa de manejo.	
9	Se prohíbe alterar las dunas y playas en áreas de arribazón de tortugas.	
10	En playas de arribazón de tortugas se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.	
11	En las áreas adyacentes a las playas de arribazón de tortugas, de requerirse iluminación artificial, ésta será ambar, para garantizar la arribazón de las tortugas, debiendo restringirse la inclinación en función de estudios específicos.	
12	Se prohíbe el tránsito vehicular sobre la playa salvo el necesario para acciones de vigilancia y mantenimiento autorizados.	
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.	
14	En playas de arribazón de tortugas no se permite el acceso a ganado vacuno, porcino, caballar, ovino o de cualquier otra índole, ni el acceso de perros y gatos, así como la permanencia de residuos fecales de los mismos en la playa.	
15	En áreas verdes deberán respetarse los árboles originales más desarrollados.	<i>El proyecto se apegará a estos criterios ya que en las áreas verdes se favorecerá el mantenimiento de la vegetación original. Además, no se extraerá ni comercializará flora ni fauna silvestre.</i>
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.	
17	Se permite establecer viveros e invernaderos autorizados.	

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
18	Se prohíbe el uso de compuestos químicos para el control de malezas o plagas. Se promoverá el control mecánico o biológico.	<p><i>Como parte de las actividades de rescate y reubicación, se contempla establecer viveros temporales para el aclimataamiento de los individuos a reubicar, no con fines comerciales.</i></p> <p><i>Se prohibirá el uso de compuestos químico.</i></p>
19	Se promoverá la instalación de unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) no extractivas.	<p><i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición ya que no contempla la instalación de UMAS.</i></p>
20	No se permite la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, excepto para fines de investigación autorizados por la SEMARNAT.	<p><i>Dentro de los inmuebles de interés no hay este tipo de formaciones geológicas.</i></p>
21	Se prohíbe el aprovechamiento de <i>Thrinax radiata</i> (chit), <i>Pseudophoenix sargentii</i> (cuca), <i>Chamaedorea seifrizii</i> (xiat), <i>Coccothrinax readii</i> (nakas), <i>Beaucarnea ameliae</i> (despeinada) y todas las especies de orquídeas, excepto las provenientes de UMA's.	<p><i>El proyecto se apegará a este criterio ya que no se utilizarán estas especies dentro de la construcción. Por otro lado, los individuos de palma nakash que se encuentren en las zonas a desmontar serán rescatados y reubicados en las áreas verdes.</i></p>
22	Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas.	
23	Se promoverá la erradicación de especies exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el pino de mar <i>Casuarina equisetifolia</i> y se restablecerá la flora nativa.	
24	En las áreas verdes se emplearán plantas nativas y se restringirán aquellas especies que sean perjudiciales a esta flora.	<p><i>Además, no se introducirán especies de flora y fauna exóticas, usando en las áreas verdes especies nativas preferentemente.</i></p>
26	Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones cercanas a arrecifes y manglares.	<p><i>El proyecto no llevará a cabo ningún tipo de dragado.</i></p>
34	En las zonas donde exista la presencia de especies incluidas en la NOM-SEMARNAT-059-2010, deberán hacerse los estudios necesarios para determinadas las estrategias que permitan minimizar el impacto negativo sobre las poblaciones de las especies	<p><i>El proyecto cuenta con un programa de rescate y reubicación de especies, el cual se enfoca primordialmente en las especies catalogadas dentro</i></p>

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
	aludidas en esta norma.	<i>de esta NOM.</i>
<b>MANEJO DE ECOSISTEMAS</b>		
1	En las playas sólo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera o asoleaderos.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición ya no se ubica en la zona litoral ni marina.</i>
4	No se permite encender fogatas en las playas.	
5	Se prohíbe la extracción de arena de las playas o dunas.	
6	Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.	
7	No se permite la infraestructura recreativa y de servicios en el cordón de las dunas frontal.	
8	La construcción de edificaciones podrá llevarse a cabo después del cordón de dunas, a una distancia no menor de 40 m de la ZFMT y con altura máxima de 6 m.	
9	No deberán realizarse nuevos caminos sobre dunas.	
10	Sólo se permiten accesos peatonales elevados y transversales sobre las dunas.	
11	No se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de las dunas, ni la modificación de éstas.	
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	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. En la zona no hay humedales.</i>
13	Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de cuerpos de agua, cenotes, lagunas, rejolladas y manglar.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. En la zona no hay cuerpos de agua.</i>
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.	<i>El proyecto contempla la construcción de 6 pozos de absorción pluvial, los cuales serán tramitados ante la CONAGUA para su autorización.</i>
15	El aprovechamiento de aguas subterráneas deberá garantizarse con estudios	<i>La provisión de agua potable</i>

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
	geohidrológicos aprobadas por la CNA para justificar que a extracción no produce intrusión salina.	<i>se hará mediante la red de agua potable municipal.</i>
16	En áreas urbanizadas las áreas verdes deberán conservar árboles originales.	<i>El proyecto se apegará a este criterio.</i>
17	Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal y cuerpos de agua.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, en la zona no hay cuerpos de agua</i>
18	Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona perimetral a los cuerpos de agua.	
23	La reforestación deberá realizarse con flora nativa.	<i>El proyecto no contempla la reforestación, más bien, se mantendrán áreas verdes con vegetación nativa en el 17% de la superficie del predio.</i>
24	No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición ya que en el sitio no hay este tipo de formaciones geológicas.</i>
25	No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliación de cenotes y la remoción de la vegetación, salvo en caso de rescate, previo estudio de impacto ambiental.	<i>Se emite la presente MIA con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para la remoción de vegetación para el establecimiento del proyecto.</i>
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.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en las presentes disposiciones ya que el sitio no existen este tipo de formaciones geológicas.</i>
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.	
29	Los proyectos deberán garantizar la conectividad de la vegetación colindante.	<i>Debido a la ubicación del proyecto, el predio se encuentra delimitado por</i>

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
		<i>vialidades, por lo que no existe conectividad con áreas de vegetación. Sin embargo, se mantendrán áreas con vegetación nativa dentro de las cuales se conservará la biodiversidad de flora y fauna del sitio.</i>
30	En las zonas inundables solo se permite la alteración de los drenajes naturales principales.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en las presentes disposiciones ya que en el sitio no hay zonas inundables, ni manglares o corrientes pluviales.</i>
31	Las obras autorizadas sobre manglares deberán garantizar el flujo y reflujo superficial del agua a través de un estudio geohidrológico.	
32	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	
33	Se promoverá el control integrado en el manejo de plagas, tecnologías, espacio y disposición final, de envases de plaguicidas.	<i>El proyecto se apegará a este criterio.</i>
34	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se deberá restaurar el área explotada con vegetación nativa.	
35	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, la reforestación deberá llevarse a cabo con una intensidad mínima de 500 árboles/ha.	
36	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación podrá incorporar ejemplares obtenidos de rescate de vegetación del desplante de los desarrollos turísticos.	
37	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, se deberá asegurar la reproducción de la vegetación plantada reponiendo en su caso, os ejemplares que no sobrevivan.	
42	Las casas habitación en zonas rurales y/o suburbanas donde no existan redes de drenaje, deberán tener un sistema de tratamiento de aguas residuales propio, el agua tratada deberá ser empleada para riego	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. El proyecto se ubica dentro de la zona urbana.</i>

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
43	de jardines.	
46	Se deberá restaurar la estructura original de la costa.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. El proyecto no se ubica en la costa.</i>
47	Los campos de golf deberán establecerse preferentemente en terrenos ya impactados, no recientemente, como potreros, bancos de materiales abandonados y áreas deforestadas que solo contengan vegetación secundaria.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, el proyecto no contempla la construcción de campos de golf.</i>
48	El aprovechamiento de agua requiere estudios aprobados por la CNA.	<i>El agua necesaria para el proyecto será obtenida por medio de la red de agua potable municipal, por lo que no se requerirá de permisos de la CNA.</i>
49	Sólo se permite la utilización de fertilizantes orgánicos, herbicidas y plaguicidas biodegradables en malezas, zonas arboladas, derechos de vía y aéreas verdes.	
51	En las áreas verdes solo se permite sembrar especies de vegetación nativa.	
52	Reforestar con especies nativas las inmediaciones urbanas afectadas.	
53	La reforestación en áreas urbanas y turísticas deberá ser con especies nativas.	
54	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.	<i>El desmonte y despalme se realizará mediante maquinaria o medios manuales, evitando la quema de vegetación.</i>
55	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 comercializadas o aprovechadas para ningún uso en un plazo de 10 años y deberán ser reforestados con plantas nativas por sus propietarios, previa notificación al municipio.	<i>En la zona de interés no se han generado incendios dentro de los plazos referidos.</i>
Se prohíbe la acuacultura en cuerpos de agua naturales.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, no contempla la construcción de campos de golf.</i>	

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
		<i>actividades acuícolas.</i>
<b>TURISMO</b>		
4	<i>En zonas urbanas sólo se permitirán los usos turísticos en las áreas y con las densidades que establezca el Programa de Desarrollo Urbano y no podrán exceder el 10 % de la superficie de la UGA, incluyendo campos de golf con desarrollo inmobiliario.</i>	<i>El proyecto se apegará a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del centro de población Tulum respecto a los usos de suelo.</i>
10	<i>Las actividades recreativas deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.</i>	<i>El proyecto no contempla actividades recreativas; sin embargo se seguirá un programa de manejo de residuos (Anexo 5).</i>
11	<i>Las actividades recreativas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.</i>	<i>El proyecto no promoverá actividades recreativas; sin embargo en el capítulo IV se establecen diferentes medidas para minimizar los impactos sobre la flora y fauna; incluyendo un programa de rescate y reubicación.</i>
12	<i>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.</i>	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición ya que no contempla actividades de espeleobuceo.</i>
15	<i>Las edificaciones no deberán rebasar la altura promedio de la vegetación arbórea del corredor que es de 12.0 m.</i>	<i>El proyecto se apegará a este criterio, ya que ninguna edificación sobrepasará los 12 metros de altura.</i>
16	<i>La construcción de hoteles e infraestructura asociado ocupará como máximo el 30% de frente de playa del predio que se pretenda desarrollar.</i>	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, ya que no se ubica en la zona costera.</i>
21	<i>En los casos de las zonas aptas para el turismo colindan 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.</i>	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición ya que no colinda con ningún área natural protegida</i>
22	<i>En el desarrollo de los proyectos turísticos,</i>	<i>El presente proyecto no tiene</i>

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
	<i>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 contenidas en la NOM 059.</i>	<i>observancia en la presente disposición. Como ya se ha descrito anteriormente, en la zona no se distribuyen ecosistemas excepcionales ya que se desarrolla como parte de un complejo residencial en áreas previamente impactadas.</i>
23	<i>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.</i>	<i>El proyecto no es de índole turística; sino que es de naturaleza inmobiliaria residencial.</i>
24	<i>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.</i>	
34	<i>Los prestadores de servicio 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.</i>	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición ya que no proporcionará servicios turísticos.</i>
43	<i>En las zonas arqueológicas solo se permite la construcción de obras, infraestructura o desarrollo avalada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.</i>	<i>El presente proyecto no tiene observancia en estas disposiciones ya que en el sitio no hay ninguna zona arqueológica.</i>
44	<i>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 saché que se encuentra.</i>	

CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
45	<p><i>Se considera como equivalente:</i></p> <p><i>Una Villa a 2.5 cuartos de hotel.</i></p> <p><i>Un departamento estudio o llave hotelera a 2 cuartos de hotel.</i></p> <p><i>Un cuarto de clínica hotel a 2 cuartos de hotel.</i></p> <p><i>Un camper sencillo y cuarto de motel a 2 cuartos de hotel.</i></p> <p><i>Un cuarto de motel a 1 cuartos de hotel.</i></p> <p><i>Una junior suite a 1.5 cuartos de hotel.</i></p> <p><i>Una suite a 2 cuartos de hotel.</i></p> <p><i>Se define como cuarto hotelero tipo al espacio destinado a la operación de renta por noche, cuyos espacios permiten brindar al huésped servicios sanitarios, áreas de dormitorio para dos personas, guarda de equipo y área de estar. No incluye locales para preparación o almacenamiento de alimentos y bebidas. La cuantificación del total de cuartos turísticos incluye las habitaciones necesarias para el personal de servicio sin que éste incremente si número total.</i></p>	<p><i>El proyecto no es de índole hotelera, de tal manera que no aplica este criterio.</i></p>
<b>ACTIVIDADES FORESTALES</b>		
7	<p><i>La ubicación de las áreas para actividades productivas será precisada a través de los Planes Parciales de Desarrollo Urbano.</i></p>	<p><i>El proyecto se ubica dentro de la zona urbana de Tulum que cuenta con su propio PDU.</i></p>
10	<p><i>Para el caso de las zonas de captación de agua su protección deberá considerarse una prioridad.</i></p>	<p><i>El presente proyecto conservará el 17% de su superficie como áreas de vegetación nativa. Además, las vialidades serán de ECO Creto, el cual es un material permeable.</i></p> <p><i>De esta manera se asegura la captación de agua en el sitio del proyecto.</i></p>
<b>INDUSTRIA</b>		
2	<p><i>Se permitirá el establecimiento condicionado de la actividad industrial artesanal de bajo impacto, que no generen humos, niveles elevados de ruido, desechos</i></p>	<p><i>El proyecto no contempla actividades industriales, por lo tanto, este criterio no es aplicable.</i></p>

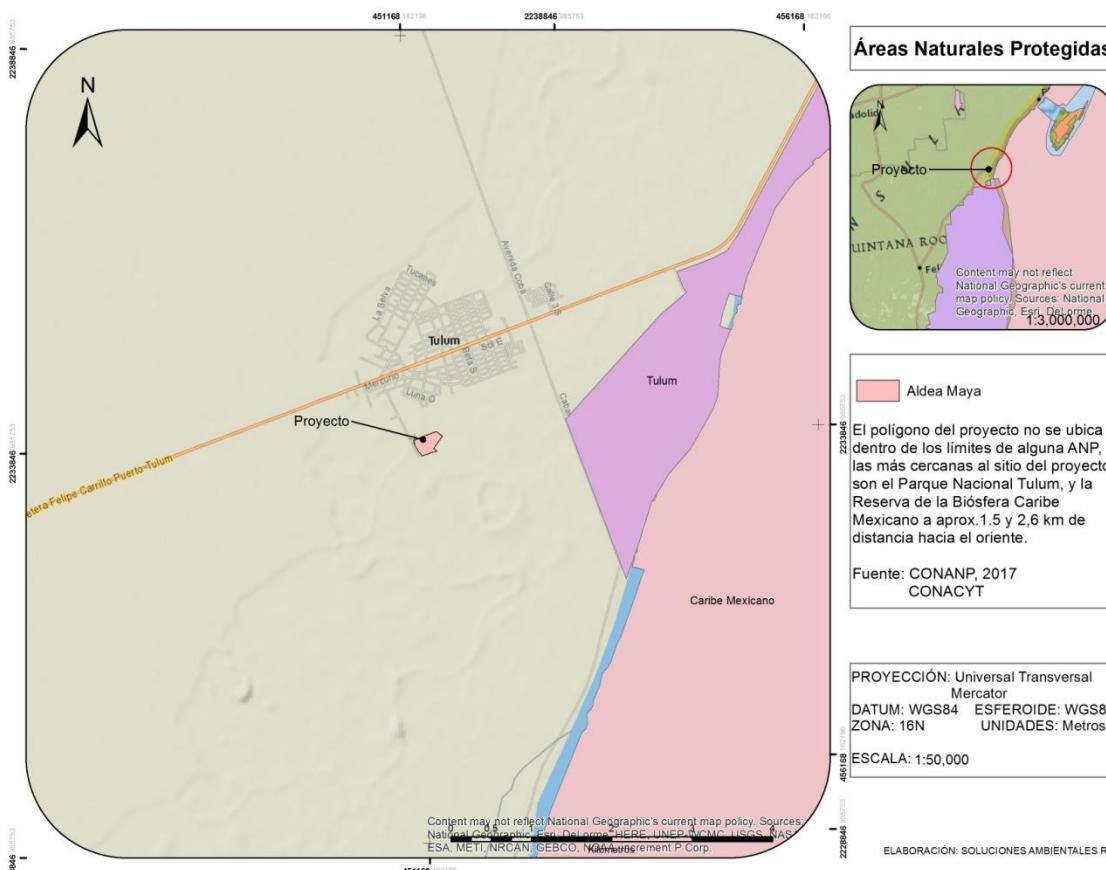
CRITERIO	CONTENIDO	VINCULACIÓN
	<p><i>químicos, polvos ni olores, de bajo consumo de agua, altamente eficiente en el consumo de energía, con las siguientes restricciones: Tipo de industria: artesanal, densidad de usos del suelo intensivo; tipo de emplazamiento: parque industrial, zona urbana; Ubicación: concentrada; localización respecto al centro de población: dentro o en la periferia y mezcla con otros usos del suelo: mezclado entre sí según su escala, dentro de zonas con política ecológica de aprovechamiento.</i></p>	
3	<p><i>Se permitirá el establecimiento condicionado de la actividad industrial ligera y de riesgo bajo, que no generen humos, niveles elevados de ruido, desechos químicos, polvos ni olores, de bajo consumo de agua, altamente eficiente en el consumo de energía, con las siguientes restricciones: Tipo de industria: ligera como industria de bajo impacto y de riego bajo, manufacturas menores, maquila de ropa, almacenes, bodegas y mayores, talleres de servicios y ventas especializadas; Intensidad de uso del suelo: intensivo; tipo de emplazamiento: parque industrial; Ubicación: concentrada; localización respecto al centro de población: en la periferia; y mezcla con otros usos del suelo: mezclado entre sí según su escala, dentro de zonas con política ecológica de aprovechamiento.</i></p>	<p><i>El proyecto no contempla actividades industriales, por lo tanto, este criterio no es aplicable.</i></p>
4	<p><i>Las zonas industriales y talleres ubicados dentro de la zona urbana, deberán contar con áreas de amortiguamiento, delimitadas por barreras naturales o artificiales que disminuyan el efecto del ruido y la contaminación ambiental, incluida la visual.</i></p>	<p><i>El proyecto no contempla actividades industriales, por lo tanto, este criterio no es aplicable.</i></p>

### III. 3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

El predio del proyecto no se encuentra dentro de los límites de ninguna Área natural Protegida (ANP), el ANP más cercana se encuentra a una distancia de aproximadamente 1.5 km en dirección oriente, la cual es el Parque Nacional Tulum (figura III.5). Esta ANP se encuentra ubicada en el municipio de Tulum, Q. Roo, cuenta con una superficie total de 664.32 hectáreas.

A la fecha esta ANP cuenta con un Plan de Manejo y Conservación realizado, el cual no ha sido publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF); no obstante su Decreto de establecimiento se publicó en el DOF el 23 de abril de 1981.

**Vinculación:** Es importante mencionar que el predio NO se encuentra dentro de los límites de dicha ANP por lo que no se afectará directamente la misma; sin embargo, el proyecto contempla medidas de prevención y mitigación para proteger el ambiente de posibles impactos que pudieran generarse.



**Figura III.2.** Localización del predio del proyecto en relación a las ANPs.

---

### III. 4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

---

A continuación se hace un análisis de la normatividad ambiental aplicable al proyecto que nos ocupa:

**Tabla III.3.** Vinculación del proyecto con respecto a la Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Norma Oficial Mexicana (NOM)	Vinculación con el Proyecto
<b>En materia de Agua</b>	
<b>NOM-004-CNA-1996. Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.</b>	<i>El proyecto no considera la abertura de pozos de extracción de agua. Para la provisión de agua para las actividades de preparación del sitio y construcción se contratará el servicio de pipas que suministrarán el vital líquido de acuerdo a las necesidades; mientras que durante la operación se proveerá de agua potable mediante la red de agua potable municipal.</i>
<b>NOM-009-CNA-2001. Inodoros para uso sanitario. Especificaciones y métodos de prueba.</b>	<i>Se instalaron sanitarios portátiles que posteriormente serán recolectadas por una empresa autorizada para su traslado y disposición final.</i>
<b>NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.</b>	<i>Se instalarán Servicios Sanitarios Portátiles (letrinas) para cubrir las necesidades fisiológicas de las personas, dando un mantenimiento periódico y continuo a estas instalaciones para evitar daños a la salud.</i>
<b>En Materia de Residuos</b>	
<b>NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</b>	<i>El promovente será responsable de vigilar que el contratista que ejecute la obra, establezca los procedimientos necesarios para dar cumplimiento a esta norma y los reglamentos correspondientes para el manejo de residuos peligrosos. Por lo que semanalmente se deberá entregar todos los residuos como latas vacías con algún contenido de pinturas, solventes, aceites usados o lubricantes, estopa impregnada de grasas o pilas a una empresa que</i>

Norma Oficial Mexicana (NOM)	Vinculación con el Proyecto
	<i>cuente con los permisos correspondientes, para manejo de residuos peligrosos.</i>
<b>En Materia de Suelo y Subsuelo</b>	
<b>NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012- Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.</b>	<i>No se prevé la contaminación del suelo por residuos peligrosos y/o hidrocarburos. Se tomarán las medidas preventivas correspondientes para evitar vertimiento de dichas sustancias en el suelo del sitio. En caso de haber alguna contaminación, se manejará el suelo contaminado como residuo peligroso y se dará tratamiento de acuerdo a la Normatividad vigente.</i>
<b>En Materia de Flora y Fauna</b>	
<b>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.</b>	<i>En el predio se encontraron especies listadas en esta norma, por lo que se realizarán las acciones necesarias para su protección y en su caso reubicación de ejemplares. Es importante mencionar que el promotor de la obra, no realizará la extracción ni el aprovechamiento de las mismas, asimismo se establecerá un programa de rescate previo a las actividades de preparación del sitio.</i>
<b>En materia de emisiones a la atmósfera</b>	
<b>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.</b>	<i>Se vigilará que los vehículos utilizados cumplan con los parámetros permisibles en dichas normas. El mecanismo para verificar dicho cumplimiento será mediante el Programa de Vigilancia Ambiental.</i>
<b>NOM-045-SEMARNAT-2006. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible. La norma es obligatoria para los responsables de vehículos automotores que utilicen diésel como combustible con excepción de la</b>	<i>Los vehículos que transporten todo tipo de materiales necesarios para la construcción de las obras, contarán con el mantenimiento preventivo periódico requerido para evitar el desajuste de la alimentación del combustible al motor, entre otros aspectos, necesario para prevenir y controlar las emisiones de gases y opacidad del humo.</i>

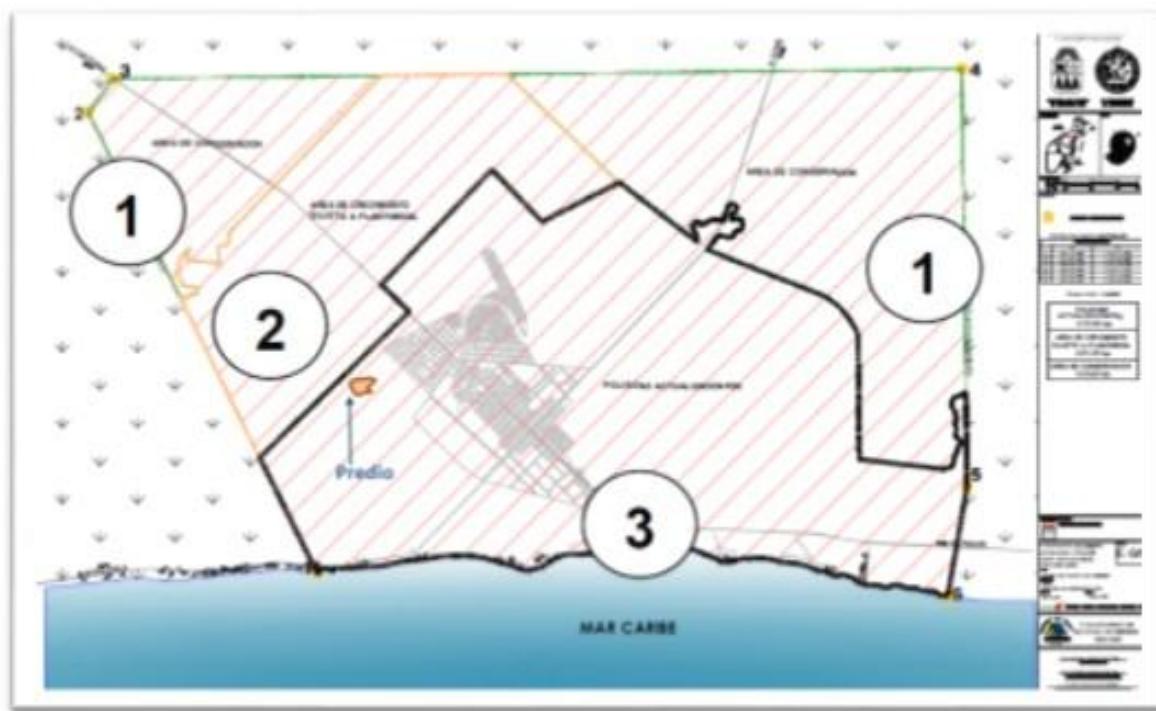
Norma Oficial Mexicana (NOM)	Vinculación con el Proyecto
<b>maquinaria dedicada a la industria de la construcción.</b>	
<b>NOM-048-SEMARNAT-1993.</b> Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible.	<i>Se vigilará que las motocicletas utilizadas cumplan con los parámetros permisibles en dichas normas.</i>
<b>NOM-050-SEMARNAT-1993.</b> Niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.	<i>Se vigilará que los vehículos utilizados cumplan con los parámetros permisibles en dichas normas.</i>
<b>En materia de ruido</b>	
<b>NOM-080-SEMARNAT-1994.</b> Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	<i>Se tiene previsto el mantenimiento de los vehículos y motocicletas para evitar una contaminación auditiva del sitio.</i>
<b>NOM-081-SEMARNAT-1994.</b> Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	<i>En todo caso, el contratista deberá llevar a cabo evaluaciones de ruido bimestrales y se informará de sus resultados a las autoridades municipales y federales. En caso de exceder los valores permisibles se indicarán las adecuaciones que emplee para corregir dichas excedencias.</i>

### III. 5 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)

#### III.5.1. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tulum 2006-2030 (PDUCPT).

La población de Tulum, cabecera del municipio del mismo nombre, cuenta con instrumento de ordenamiento denominado Programa Desarrollo Urbano (PDU) del Centro de Población de Tulum 2006 – 2030, mismo que está aprobado y vigente. Este instrumento tiene como finalidad regular que el crecimiento urbano de esta población se realice en forma ordenada, con visión de mediano y largo plazo.

Al sobreponer el polígono del predio con el Plano E-0a “Límite del Centro de Población de Tulum” se determinó que el predio se encuentra dentro del Área de Aplicación del Programa. Con uso del suelo, **Unifamiliar/Plurifamiliar (H4)**, cuya distribución espacial se observa en el **Anexo 2**, los cuales según la constancia de uso de suelo proporcionada por la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ecología del Municipio de Tulum, con número de expediente DGDDU 16-402 de fecha 04 de Julio de 2016, tienen asignados los siguientes parámetros urbanos.



**Figura III.3.** Ubicación del predio del proyecto de acuerdo al Plano E-0a.

## Zona Habitacional de Densidad Media Alta

### ***Uso Habitacional Densidad Alta 60 viviendas /hectárea. Clave H4***

Aprovechamientos habitacionales de densidad alta en áreas urbanas a consolidar a corto plazo que optimizarán áreas actuales en proceso de saturación urbana con infraestructura urbana, servicios y vías de comunicación existentes. Se han delimitado zonas habitacionales que se vinculan con usos mixtos, centro urbano, comerciales e industria ligera de bajo impacto.

Se localizan inmediatos a la zona mixta del Centro Urbano de Tulum y hacia la Carretera Tulum –Cobá. La vinculación con Corredores Comerciales tiene como objetivo eficientar la utilización predios destinados a áreas habitacionales para sectores sociales y su interrelación con usos comerciales y productivos.

Sus características son las siguientes:

**Tabla III.4.** Lineamientos de regulación del PDU Tulum.

Lineamiento	Vinculación
1. La densidad máxima será de 240 habitantes por hectárea/ 60 viviendas por hectárea.	<i>Se lotificarán y construirán 55 lotes con uso familiar, por lo que se cumple con este lineamiento.</i>
2. La superficie mínima del lote será de 110 metros lineales para vivienda unifamiliar;	<i>Se cumple con este lineamiento.</i>
3. El frente mínimo del lote será de 7.2 metros lineales;	<i>Se cumple con este lineamiento.</i>
4. El coeficiente de ocupación del suelo ( <b>COS</b> ) no será mayor de <b>0.60</b> y, consecuentemente, la superficie edificable no deberá ocupar más del 60 por ciento de la superficie total del lote;	<i>Se cumple con este lineamiento, tal como se muestrea en la <b>Tabla III.5</b></i>
5. El coeficiente de utilización ( <b>CUS</b> ) del suelo no deberá ser superior a <b>1.7</b> y, por tanto, la superficie construida máxima no excederá al 170 por ciento de la superficie total del lote.	<i>Se cumple con este lineamiento, tal como se muestrea en la Ver <b>Tabla III.6</b></i>

Lineamiento	Vinculación
<p>6. La altura máxima de las edificaciones será la que resulte de aplicar los coeficientes de ocupación y utilización del suelo; no debiendo exceder de <b>tres niveles</b> ni de <b>12 metros de altura</b>. Para determinar la altura, ésta se considerará a partir de la intersección del perfil natural del terreno con el nivel establecido de la vía pública referenciado al paramento edificado de mayor altura hasta el nivel de cumbre en techos inclinados o al pretil de azotea en techos planos.</p>	<p><i>El proyecto se apegará a este lineamiento.</i></p>
<p>7. Se deberá tener dentro del lote un <b>área de estacionamiento</b> con capacidad mínima para un automóvil; o en playas de estacionamiento común el equivalente a un automóvil por vivienda, a una distancia máxima de 80 metros;</p>	<p><i>El proyecto se apegará a este lineamiento, asignando espacios de estacionamiento en cada lote.</i></p>
<p>8. Las restricciones mínimas se han establecido de la siguiente manera: <b>frontal de 3 metros; 3 metros posterior y 5 metros a la vía pública con conservación de vegetación nativa y 100% de materiales permeables en su caso.</b></p>	<p><i>El proyecto se apegará a este lineamiento.</i></p>
<p>9. Todo fraccionamiento habitacional de densidad alta deberá cumplir con la normatividad complementaria establecida en el presente Programa de Desarrollo Urbano. Los usos permitidos, condicionados y prohibidos dentro de esta categoría de zonificación se establecen en la <b>Matriz de Compatibilidad de Usos y Destinos</b>.</p>	<p><i>Se cumple con este lineamiento. Ver <b>Tabla II.7.</b></i></p>

## INTENSIDAD DE APROVECHAMIENTO DEL SUELO

Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS): El factor que multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie de desplante edificable dentro del mismo; excluyendo de su cuantificación, las áreas ocupadas por sótanos.

**Tabla III.5.** Promedio de COS por lote.

LOTE	M <sup>2</sup> LOTE	COS (60%)
1	1,343.62	806.17
2	578.31	346.99
3	528.96	317.38
4	499.60	299.76
5	484.73	290.84
6	484.25	290.55
7	498.17	298.90
8	525.39	315.23
9	545.16	327.10
10	539.74	323.84
11	512.40	307.44
12	787.94	472.76
13	1,143.22	685.93
14	2,494.80	1,496.88
15	701.81	421.09
16	478.48	287.09
17	505.87	303.52
18	494.45	296.67

LOTE	M <sup>2</sup> LOTE	COS (60%)
19	482.63	289.58
20	483.54	290.12
21	799.92	479.95
22	1,739.63	1,043.78
23	504.68	302.81
24	541.20	324.72
25	993.87	596.32
26	670.16	402.10
27	456.77	274.06
28	448.30	268.98
29	464.32	278.59
30	503.07	301.84
31	537.66	322.60
32	546.31	327.79
33	527.79	316.67
34	577.41	346.45
35	1,370.08	822.05
36	522.54	313.52

LOTE	M <sup>2</sup> LOTE	COS (60%)
37	483.97	290.38
38	526.96	316.18
39	551.20	330.72
40	554.03	332.42
41	514.11	308.47
42	559.06	335.44
43	707.82	424.69
44	615.18	369.11

LOTE	M <sup>2</sup> LOTE	COS (60%)
45-46	1,801.73	1,081.04
47	706.04	423.62
48	775.00	465.00
49	602.20	361.32
50	499.36	299.62
51-54	2,350.17	1,410.10
55	1,339.91	803.95
	<b>37,903.52</b>	<b>22,742.11</b>

Por lo que la obra planteada cumplirá con este parámetro urbano.

**Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS):** El factor que multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie edificable dentro del mismo.

**Tabla III.6.** Promedio de CUS por lote.

LOTE	M <sup>2</sup> LOTE	CUS (1.7)
1	1,343.62	2,284.15
2	578.31	983.13
3	528.96	899.23
4	499.60	849.32
5	484.73	824.04
6	484.25	823.23
7	498.17	846.89
8	525.39	893.16

LOTE	M <sup>2</sup> LOTE	CUS (1.7)
9	545.16	926.77
10	539.74	917.56
11	512.40	871.08
12	787.94	1,339.50
13	1,143.22	1,943.47
14	2,494.80	4,241.16
15	701.81	1,193.08
16	478.48	813.42

<b>LOTE</b>	<b>M<sup>2</sup> LOTE</b>	<b>CUS (1.7)</b>
<b>17</b>	505.87	859.98
<b>18</b>	494.45	840.57
<b>19</b>	482.63	820.47
<b>20</b>	483.54	822.02
<b>21</b>	799.92	1,359.86
<b>22</b>	1,739.63	2,957.37
<b>23</b>	504.68	857.96
<b>24</b>	541.20	920.04
<b>25</b>	993.87	1,689.58
<b>26</b>	670.16	1,139.27
<b>27</b>	456.77	776.51
<b>28</b>	448.30	762.11
<b>29</b>	464.32	789.34
<b>30</b>	503.07	855.22
<b>31</b>	537.66	914.02
<b>32</b>	546.31	928.73
<b>33</b>	527.79	897.24
<b>34</b>	577.41	981.60

<b>LOTE</b>	<b>M<sup>2</sup> LOTE</b>	<b>CUS (1.7)</b>
<b>35</b>	1,370.08	2,329.14
<b>36</b>	522.54	888.32
<b>37</b>	483.97	822.75
<b>38</b>	526.96	895.83
<b>39</b>	551.20	937.04
<b>40</b>	554.03	941.86
<b>41</b>	514.11	873.99
<b>42</b>	559.06	950.40
<b>43</b>	707.82	1,203.29
<b>44</b>	615.18	1,045.81
<b>45-46</b>	1,801.73	3,062.94
<b>47</b>	706.04	1,200.27
<b>48</b>	775.00	1,317.51
<b>49</b>	602.20	1,023.74
<b>50</b>	499.36	848.91
<b>51-54</b>	2,350.17	3,995.28
<b>55</b>	1,339.91	937.94
	<b>37,903.52</b>	<b>63,096.08</b>

Por lo que la obra planteada cumple con este parámetro urbano.

**MATRIZ DE COMPATIBILIDAD DE USOS Y DESTINOS.****Tabla III.7.** Los usos permitidos, condicionados y prohibidos dentro de esta categoría de Zonificación H4.

<b>USO GENERAL</b>	<b>USOS ESPECIFICOS</b>	<b>USOS</b>
<b>HABITACIÓN</b>		
Casa habitación	No integrada en un asentamiento humano	Prohibido
Vivienda unifamiliar	Vivienda o casa habitación en un lote	Permitido
Vivienda bifamiliar	Conjunto de dos viviendas o casas habitación en un lote	Permitido
Vivienda plurifamiliar	Conjunto de tres o más casas en un lote común	Permitido
	Conjunto de tres o más departamentos agrupados en edificios de dos pisos en un lote común.	Permitido

Por lo que la obra planteada cumplirá con este parámetro urbano.

---

### III. 6 OTROS INSTRUMENTOS

---

#### III.6.1 Regiones prioritarias de Conservación

Con respecto al Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que aunque no se constituyen como un instrumento normativo de planificación de la región ni de regulación ambiental, permiten caracterizar algunas partes del territorio nacional que destacan por su importancia en la materia; como podrá observarse en las Figuras siguientes, el área de estudio se ubica dentro de las Regiones Prioritarias de Conservación, tal como Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Regiones Marinas Prioritarias (RMP) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's), delimitadas por la CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad).

##### A. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

El predio no se encuentra dentro de los límites de ninguna RTP.

##### B. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

El predio del proyecto se encuentra dentro de los límites de la RHP Cenotes Tulum - Cobá<sup>1</sup>. Esta RHP tiene una extensión de 1,422.67 km<sup>2</sup>, y se localiza en la parte central del estado de Quintana Roo.

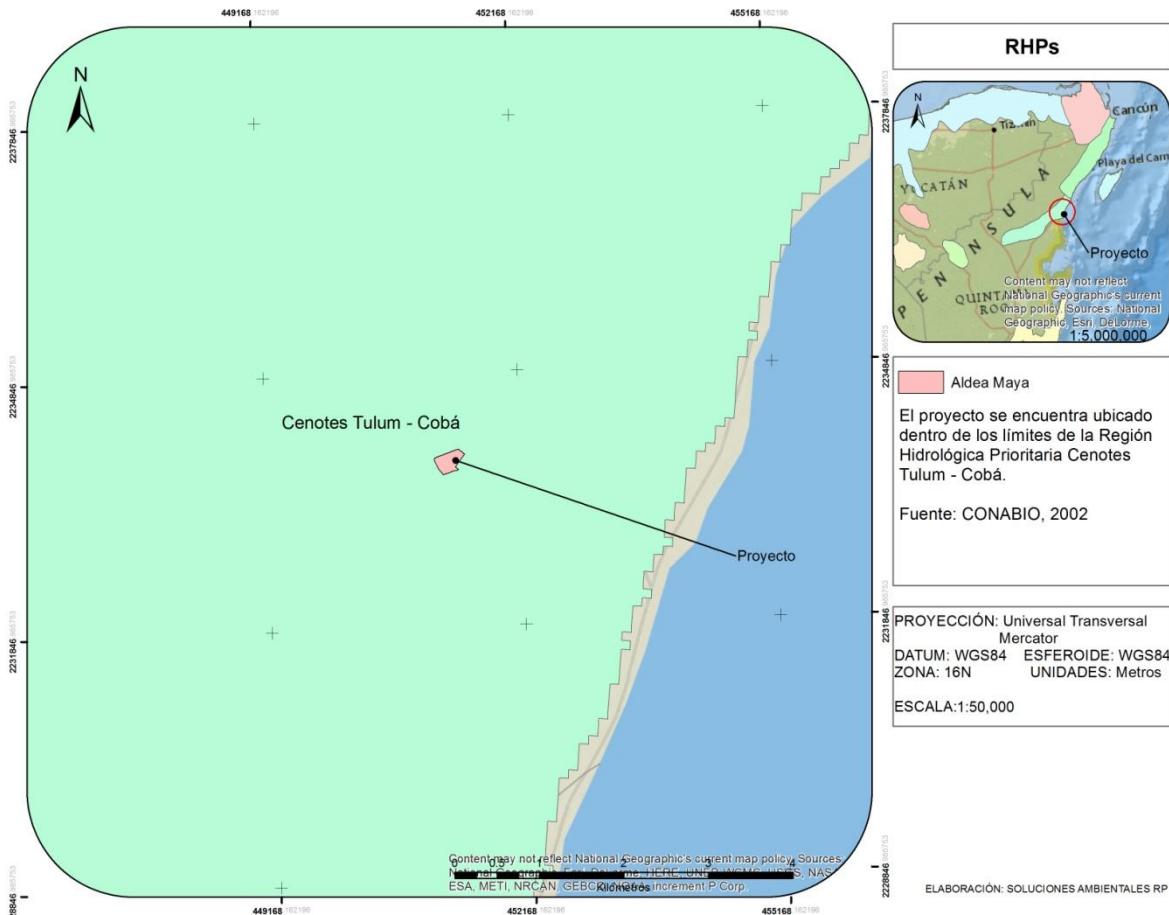
Enfrenta las siguientes problemáticas ambientales:

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

Entre las medidas de Conservación propuestas para esta RHP, está frenar la desforestación, restringir la introducción de especies exóticas y controlar el manejo de aguas residuales.

---

<sup>1</sup> [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_107.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_107.html)



**Figura III.4.** Ubicación del predio del proyecto con respecto a las RHPs.

**Vinculación:** Al respecto, se comenta que el proyecto no contempla el cultivo de tilapias ni ninguna actividad acuícola. Por otra parte, se tomarán medidas para evitar la contaminación por descargas de aguas residuales mediante el uso de letrinas portátiles durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto; mientras que durante la operación las aguas residuales serán canalizadas al drenaje municipal.

Por otro lado, se mantendrán áreas verdes dentro de los usos de suelo del proyecto, lo que permitirá conservar una porción de la cobertura vegetal del predio; además, no se quemará vegetación ni se promoverá la extracción de flora y fauna así como la introducción de especies exóticas.

### C. Regiones Marinas Prioritarias

El predio del proyecto se encuentra localizado dentro de la superficie de la RMP Tulum – X-puhá<sup>2</sup>. Esta RMP tiene una extensión de 743 km<sup>2</sup> y se encuentra ubicada en la porción central de la costa del Estado de Quintana Roo.

Se caracteriza por ser una zona de pesca media, artesanal y cooperativa. Grandes desarrollos hoteleros y áreas turísticas crecientes; intenso ecoturismo.

Sus principales problemáticas ambientales son.

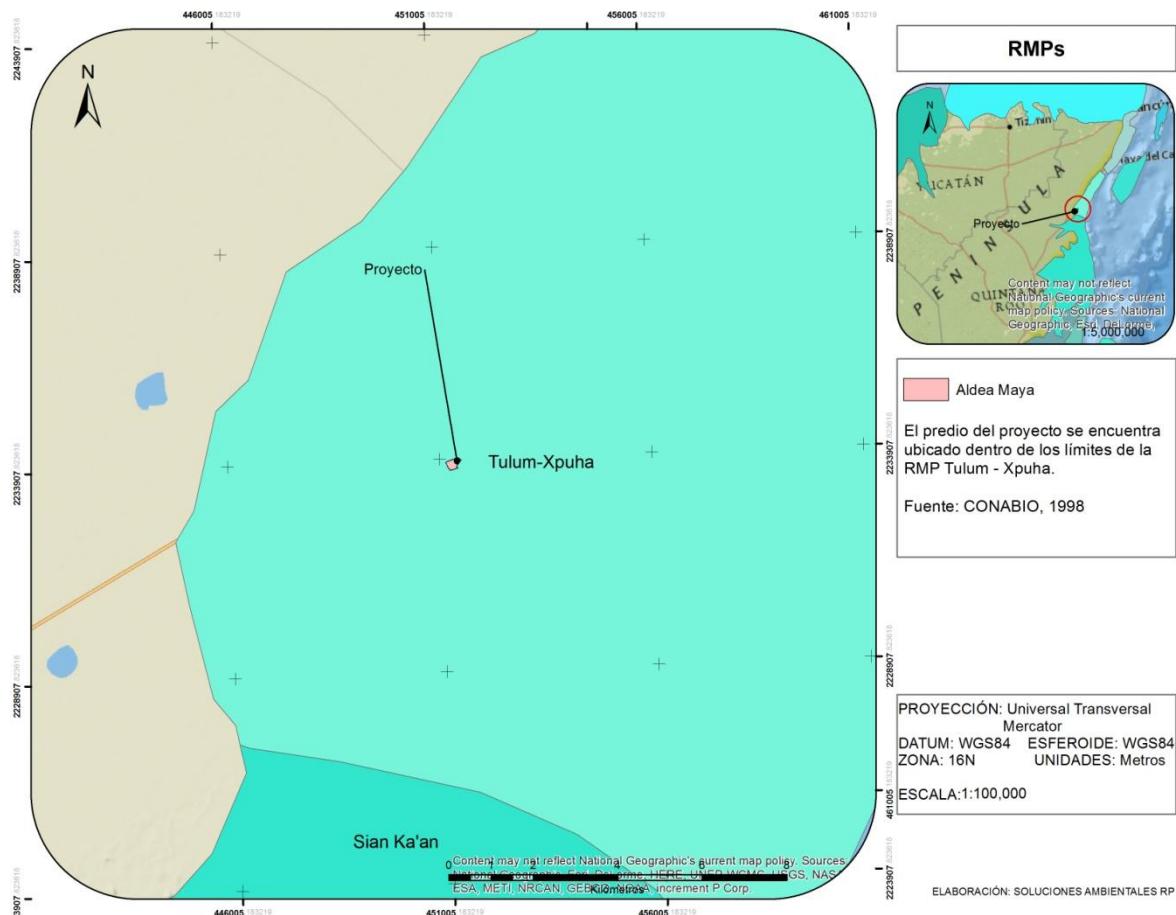
- Modificación del entorno: dragas, relleno de áreas inundables, desforestación. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas. Blanqueamiento de corales.
- Contaminación: por basura y aguas residuales.
- Uso de recursos: presión sobre manatí y tortugas.
- Regulación: falta de normatividad en caletas y cenotes por parte del sector turístico.

Entre las medidas de Conservación propuestas para esta RMP, se sugiere ampliar el perímetro de protección de cenotes, más allá de los 100 m que tiene actualmente, considerando las áreas de alimentación subterráneas, los cambios en el desarrollo urbano y turístico. Se proponen como áreas protegidas los arrecifes de Xamanja y Xcacel (área de reproducción de tortugas). Ésta es la zona con mayor aporte de agua dulce al mar. Existe humedales con flujo de nutrientes; es el último hábitat de manatí hacia el norte y representa la conexión de éste con otros del sur.

**Vinculación:** Al respecto, es necesario mencionar que el área del proyecto se encuentra a aproximadamente 2.8 km de distancia de la costa; por lo tanto, no se desarrollará cercano a la zona marina. Además, no se encuentran cuerpos de agua dentro del área del predio ni en sus colindancias. De modo que el proyecto no afectará playas, áreas inundables, arrecifes, ni cenotes.

Adicionalmente, se tomarán medidas para evitar la contaminación por descargas de aguas residuales mediante el uso de letrinas portátiles durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto; mientras que durante la operación las aguas residuales serán canalizadas al drenaje municipal.

<sup>2</sup> [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp\\_064.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_064.html)



**Figura III.5.** Ubicación del predio del proyecto con respecto a las RMPs.

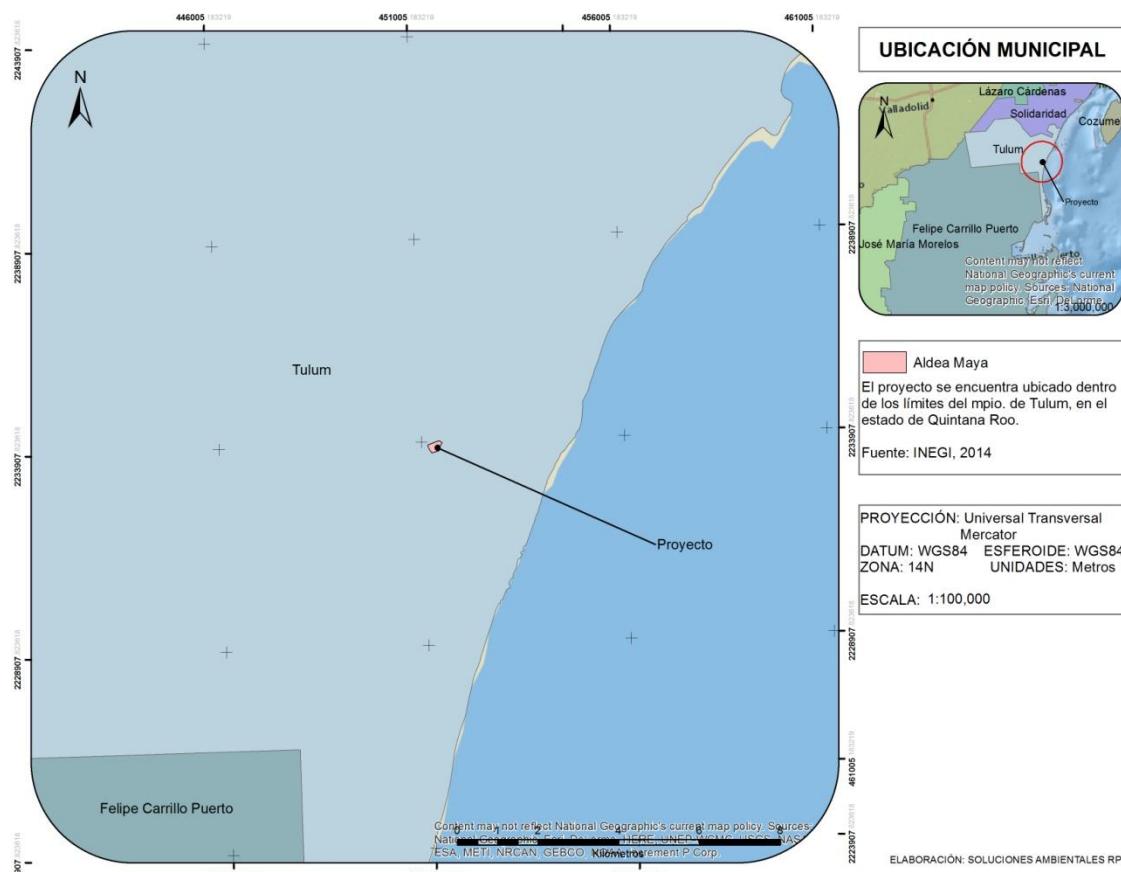
## D. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

El predio no se encuentra ubicado dentro de la superficie de ninguna AICA.

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

### IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra dentro del Municipio de Tulum, en el estado de Quintana Roo. El Municipio de Tulum se encuentra localizado entre los paralelos  $19^{\circ}47'$  y  $20^{\circ}31'$  de latitud norte; los meridianos  $87^{\circ}18'$  y  $88^{\circ}00'$  de longitud oeste; altitud entre 0 y 100 m. Colinda al norte con los municipios de Lázaro Cárdenas y Solidaridad; al este con los municipios de Solidaridad y Cozumel y el Mar Caribe (Mar de las Antillas); al sur con el Mar Caribe (Mar de las Antillas) y el municipio de Felipe Carrillo Puerto y al oeste con el municipio de Felipe Carrillo Puerto, la Zona Interestatal de Quintana Roo-Yucatán y municipio de Lázaro Cárdenas.<sup>3</sup>



**Figura IV.1.** Localización del predio respecto del Municipio de Tulum.

<sup>3</sup> INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tulum, Quintana Roo. Clave geoestadística 23009

## IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

---

El sistema ambiental donde se pretende desarrollar el proyecto es una zona de expansión urbana que se localiza al Sur de la ciudad de Tulum, Quintana Roo.

Como puede observarse en la figura IV.3, el sistema ambiental se encuentra definido por los límites de la UGA Ah 3- 4, del Programa de Ordenamiento Ecológico del Corredor Cancún – Tulum.

la actividad turística ya que por su cercanía con el Mar Caribe y con la Zona Arqueológica, la ciudad de Tulum es el destino de numerosos turistas que visitan los atractivos naturales de la zona.

En la delimitación del Sistema Ambiental donde se desarrollará el proyecto se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- ✓ El promovente del proyecto cuenta con el pleno dominio del predio.
- ✓ Colinda con alguna vía importante de comunicación
- ✓ Cuenta con los servicios urbanos necesarios para su construcción y operación.
- ✓ El impacto socioeconómico que tendrá la construcción y operación del proyecto sobre los habitantes de las comunidades aledañas y de la cabecera.

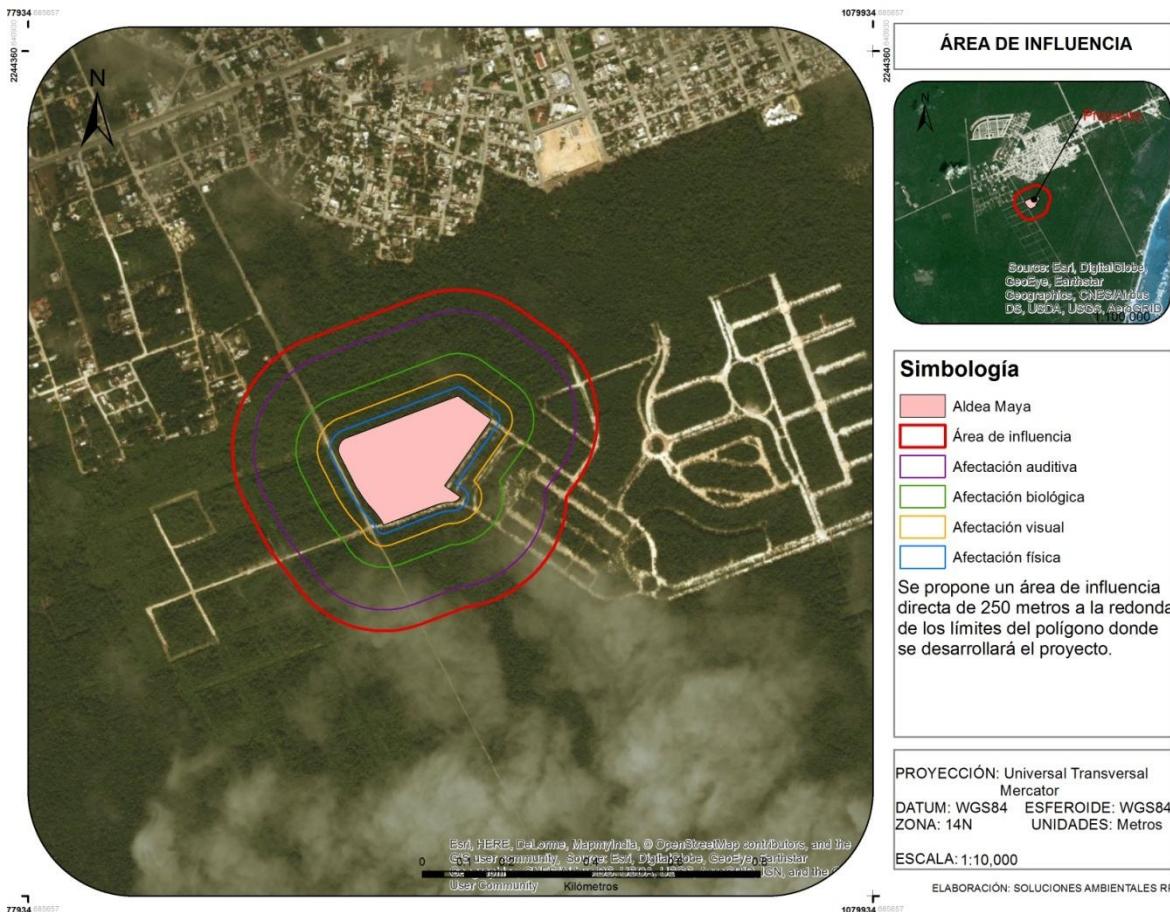


**Figura IV.2.** Delimitación del sistema ambiental en el cual se encuentra inserto el proyecto. Debido a su ubicación y a la regulación del área del proyecto por el POET Corredor Cancún-Tulum, corresponde al área de la UGA Ah<sub>3</sub>-4.



**Figura IV.3.** Localización del proyecto respecto a la ciudad de Tulum. Se aprecian los componentes del sistema ambiental en el cual se desarrollará el proyecto.

Dicho lo anterior, se delimita un Área de Influencia de 250 metros a la redonda de los límites del polígono del proyecto (ver Figura IV.4) tomando como referencia los alcances que podrían tener las afectaciones ocasionadas por el proyecto.



**Figura IV.4.** Área de influencia del proyecto.

Se considera que dentro de esta zona se presentarán las siguientes afectaciones:

- **Afectación física (20 m).** Durante el desarrollo de las etapas del proyecto, se presentará una afectación física debido a que se realizará una obra nueva, y se podría afectar a los predios vecinos.
- **Afectación visual (50 m).** El proyecto se pretende realizar en una zona de expansión urbana, y vegetación secundaria por lo cual la afectación visual no se considera que pudiera extenderse más allá de los límites de los predios vecinos.

- **Afectación biológica (100 m).** La fauna del sitio se vería obligada a reubicarse temporalmente a sitios vecinos, modificando la abundancia en predios vecinos con vegetación.
- **Afectación auditiva (200 m).** El ruido generado por el tránsito de los vehículos utilitarios durante el proceso de construcción proyecto, así como de los equipos de construcción se calcula que abarque un rango de afectación máxima de 200 metros a la redonda.

#### **IV.2.1 Medio abiótico.**

##### **Clima**

El registro de los parámetros atmosféricos que permiten definir el tipo climático predominante en la región donde se llevará a cabo el proyecto *Lotificación y Urbanización Proyecto Aldea Maya* 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. Esta Estación cuenta con 64 años de observaciones, ya que inició sus actividades desde 1951 y ha operado de manera ininterrumpida hasta la fecha<sup>4</sup>.

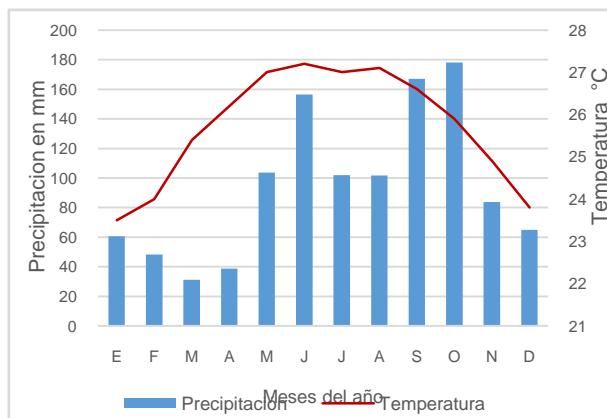
Por otra parte, la validez de los datos se basa en su ubicación geográfica ya que sus registros refieren las condiciones climáticas que imperan en la isoyeta de los 1,200 mm y la isoterma de los 26 °C, dentro de las cuales se localiza la zona de interés (**Figura IV.5.**)<sup>5</sup>.

De acuerdo a datos del INEGI (2010), el clima presente en el área del proyecto es Aw2 (x'), clima húmedo, subhúmedo con lluvias en verano; alcanzando una precipitación promedio anual de 1,500 mm y una temperatura media anual es de 26 °C (**Figura IV.6**). Además y de manera específica, el comportamiento anual de los parámetros atmosféricos registrados para Tulum se muestra en la **Figura IV.5.**

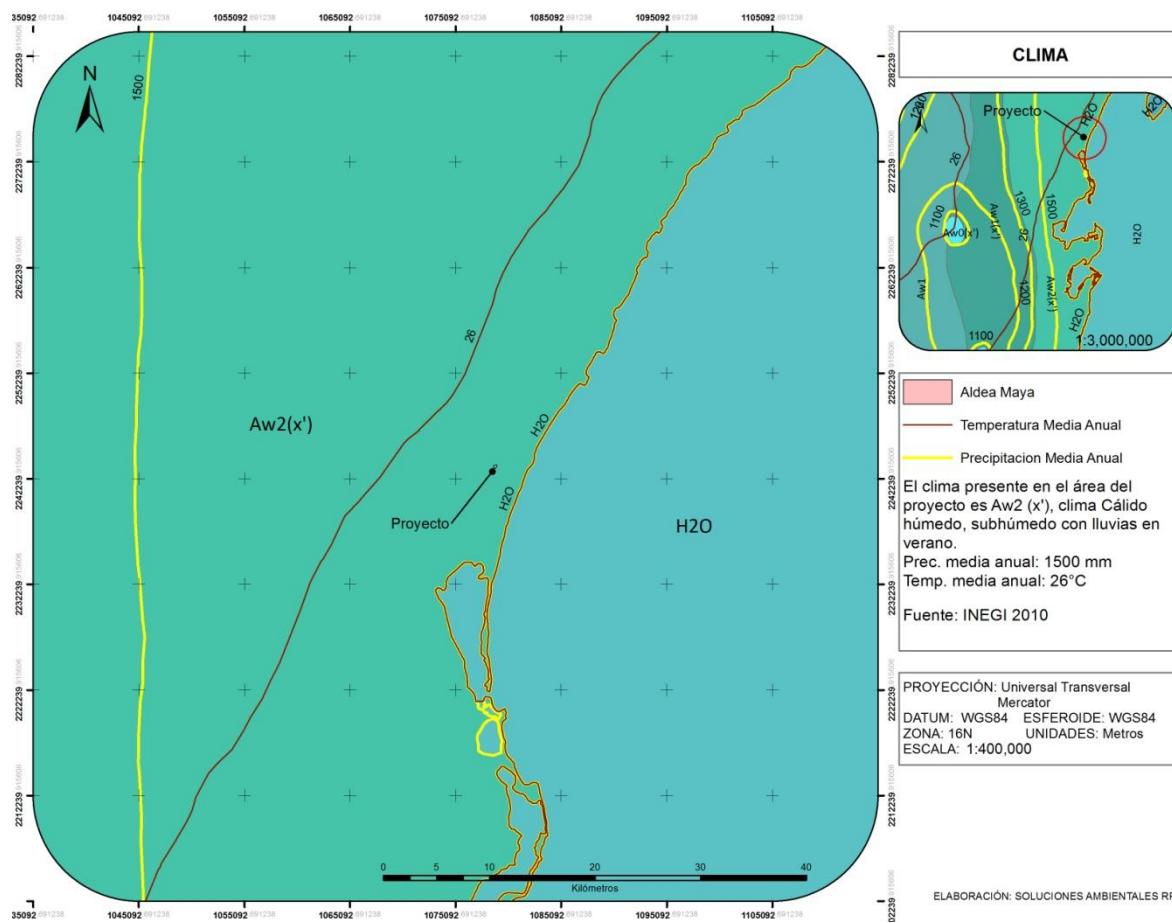
El tipo climático referido presenta un régimen pluvial donde el mes más lluvioso se manifiesta en la mitad caliente del año (de abril a septiembre), mientras que la cantidad de lluvia recibida en ese mes es 10 o más veces mayor a la del mes más seco.

<sup>4</sup> [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42&Itemid=75](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75)

<sup>5</sup> [http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/citla/07\\_tipos\\_climas\\_modificado\\_por\\_e\\_garcia.pdf](http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/citla/07_tipos_climas_modificado_por_e_garcia.pdf)



**Figura IV.5.** Climograma para la Estación Meteorológica de Tulum, Quintana Roo.



**Figura IV.6.** Tipo de clima presente en el área del proyecto.

- ***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.1** 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.

- ***Precipitación.***

Los datos de precipitación registrados por la Estación Meteorológica de Tulum se presentan en la propia **Tabla IV.1** 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.1.** 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

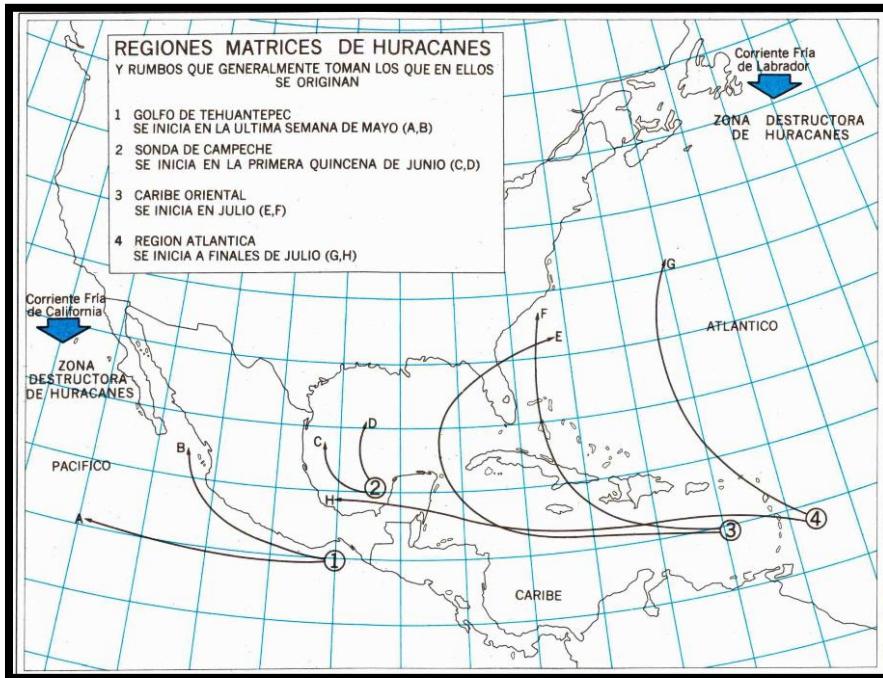
**Huracanes.-** La región en donde se localizará el proyecto de interés, así como el resto del estado de Quintana Roo e incluso el área Neotropical de la República Mexicana, se encuentra ubicada dentro de la denominada Zona Intertropical de Convergencia, la cual es una franja larga y estrecha del océano 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 acarrean consigo. Los meteoros que arriban a la zona donde se localiza el predio, tienen su formación en dos de las cuatro matrices reportadas como causantes de alteraciones por estos fenómenos en México (**Figura IV.7**).

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 Menores, para luego dirigirse al norte hasta las costas de la Florida, EE.UU., durante su recorrido por las Antillas Menores afectan 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 encausarse 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 encausan hacia la península de Yucatán; afectan a su paso al estado de Quintana Roo.



**Figura IV.7.** Matriz de distribución de trayectorias de huracanes en México.

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.

Para la zona costera del estado de Quintana Roo, se han presentado un gran número de estos eventos. Los más importantes son los que se enlistan en la **Tabla IV.2**. 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.2.** Fenómenos ciclónicos más recientes que han afectado al estado de Quintana Roo.

AÑO	ORIGEN	NOMBRE	CATEGORÍA	LUGAR DE ENTRADA A TIERRA	PERIODO	VIENTOS (Km/h )
2012	Mar Caribe	Ernesto	Huracán 1	Bahía del Espíritu Santo	7 Ago	140
2010	Mar Caribe	Karl	Tormenta tropical	Bacalar	15 Sep	100

AÑO	ORIGEN	NOMBRE	CATEGORÍA	LUGAR DE ENTRADA A TIERRA	PERIODO	VIENTOS (Km/h)
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
2002	Atlántico	Isidore	Huracán 3	Dzilam de Bravo, Yuc.	23-26 Sep	200
2001	Atlántico	Chantal	Tormenta Tropical	Chetumal	15-22 Ago	115
2000	Atlántico	Gordón	Depresión tropical	Tulum	14-18 Sep	55
2000	Atlántico	Keith	Huracán 1	Quintana Roo	3-5 Oct	140
1999	Atlántico	Katrina	Depresión tropical	45 Km NNW Chetumal	28 Oct-1 Nov	55
1998	Atlántico	Mitch	Tormenta Tropical	Campeche, Camp.	21 Oct-5 Nov	65
1996	Atlántico	Dolly	Huracán 1	Felipe Carrillo Puerto	19-24 Ago	130
1995	Atlántico	Opal	Depresión tropical	Bahía del Espíritu Santo	27 Sep-2 Oct	55
1995	Atlántico	Roxanne	Huracán 3	Tulum	Ago-20	185
1990	Atlántico	Diana	Huracán 1	Chetumal	4-8 Ago	140
1988	Atlántico	Gilberto	Huracán 5	Puerto Morelos	8-13 Sep	270

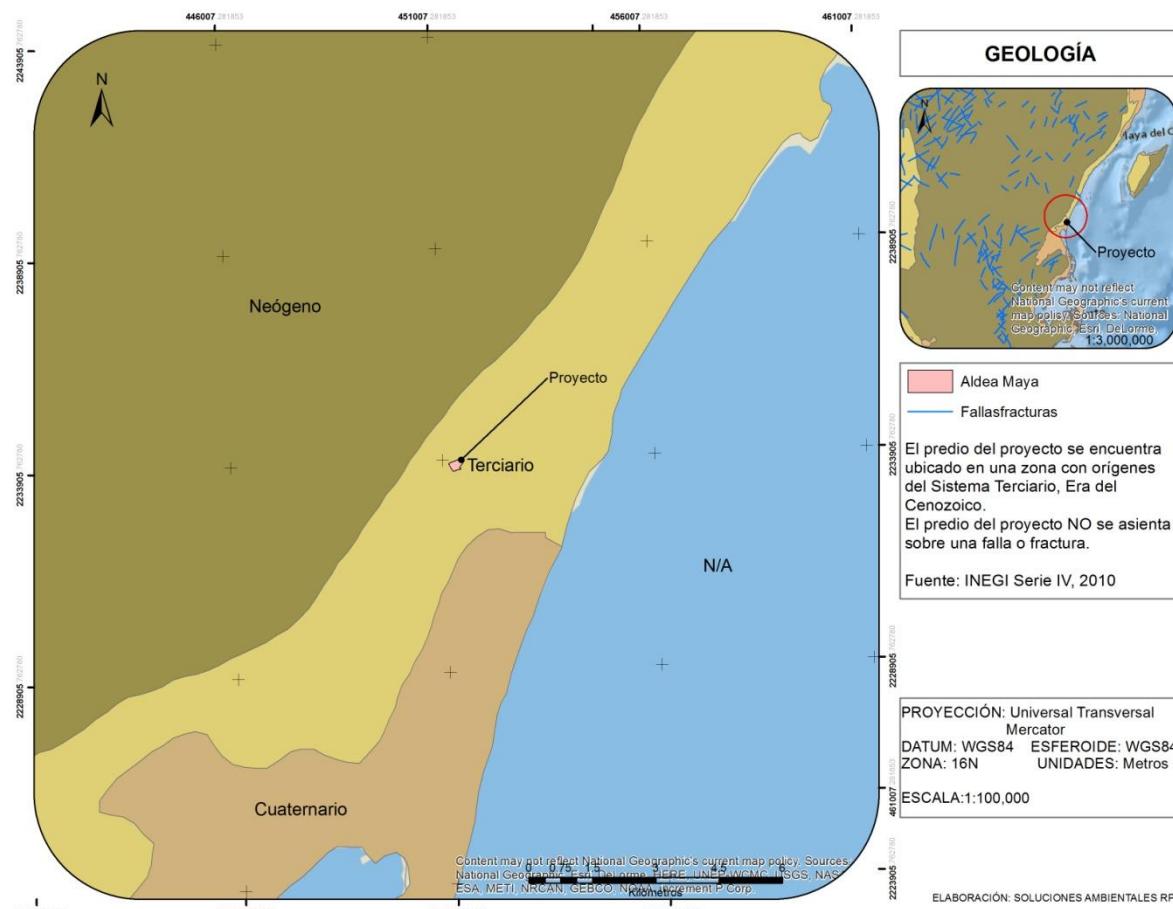
## Geología y Geomorfología

**Geología.-** El estado de Yucatán tiene las mismas características geológicas que los otros dos estados que componen la Península de Yucatán; en este estado la roca sedimentaria cubre 95.8% de su territorio y sólo 4.2% es de suelo. La roca sedimentaria del Periodo Terciario abarca 82.6%, se localiza en todo el estado excepto en su parte norte; donde aflora la roca sedimentaria del Cuaternario con 13.2% y paralelamente a la línea de costa, se ubica el suelo. Toda la superficie estatal queda comprendida en la Era del *Cenozoico* con una edad aproximada de 63 millones de años.

El origen de las distintas capas geológicas que conforman los mantos rocosos de la

Península de Yucatán, está referido a la sedimentación del fondo marino que tiene su inicio a partir del Mioceno, durante el periodo Terciario Superior, de la era Cenozoica. Estos sedimentos se fueron estableciendo sobre un basamento de rocas más antiguas y que datan de la era Mesozoica. De esta manera, se ha llegado a constituir una losa gigantesca que aún en nuestro tiempo continúa en el proceso de sedimentación, emersión y formación por medio de pausas y retrocesos.

Este basamento geológico o plataforma en su capa superficial es sensiblemente plano, aunque en su microtopografía presenta elevaciones y hondonadas que le dan un carácter ondulado. Estas elevaciones fluctúan entre los 4, 15 y 20 m aproximadamente, con excepción de la Sierrita Alta de Ticul, que corre desde el Suroeste de Campeche muy cerca del litoral del Golfo de México, e incursiona en el estado de Yucatán, con dirección al Este-noreste, y presenta una altura máxima de 275 m sobre el nivel del mar. Además del Sur del estado de Quintana Roo en donde se presenta una serie de lomeríos que inician en las cercanías del poblado de Reforma y corren en dirección Suroeste.



**Figura IV.8.** Geología del sitio del proyecto.

**Fisiografía.**- El área donde se localizará el proyecto predio de interés, de acuerdo a su ubicación en la zona norte de Quintana Roo, pertenece a la provincia fisiográfica denominada Península de Yucatán, por lo cual todos los eventos geológicos que aplican a algún sitio en particular, están referidos a toda la región peninsular en su conjunto. Por otra parte, esta provincia fisiográfica de Yucatán se divide en tres subprovincias: Llanuras con dolinas, Plataforma de Yucatán y Costa baja.

De acuerdo a la subdivisión antes referida, el predio de interés se ubica dentro de la subprovincia Costa Baja, misma que se extiende a lo largo del borde centro-oriental del estado; se caracteriza por su relieve escalonado, descendente de poniente a oriente, con elevaciones reducidas sobre el nivel del mar. A lo largo de su borde sur y suroriental transita el Río Hondo, única corriente superficial permanente de la entidad.

Por otra parte y de acuerdo con Miranda (1958), el proyecto se ubica dentro de la franja costera del Nordeste de Quintana Roo, la cual forma parte íntegra de la Provincia Fisiográfica denominada Península de Yucatán, la base sudoeste de esta Provincia se halla definida desde el punto de vista geográfico estricto, por una línea recta que se extiende desde el fondo del Golfo de Honduras hasta el límite oeste de la Laguna de Términos, en el estado mexicano de Campeche. Adicionalmente, dentro de esta Provincia el predio se localiza en la subregión denominada Planicies del Caribe y Nordeste, que incluye prácticamente todo el estado de Quintana Roo y el norte del país de Belice. De manera práctica, esta región se subdivide en tres microregiones correspondiendo entonces a la del extremo norte y que se denomina Calizas Coralíferas del Nordeste.

**Relieve.**- La topografía de la Península de Yucatán tiene un carácter de ondulada a sensiblemente plana. En el estado de Quintana Roo de acuerdo con los registros del INEGI (1995), las principales elevaciones se localizan dentro de la formación del Petén, misma que se encuentra ubicada hacia la zona sur del Estado; a manera de información, éstas elevaciones corresponden al cerro del Charro, con una altitud de 280 msnm (18° 06' N, 88° 53' W), al cerro Nuevo Bécar, con una altitud de 180 msnm (18° 44' N, 89° 07') y el cerro del Pavo con una altitud de 120 msnm (18° 29' N, 88° 47' W). Las serranías anteriores se ubican totalmente fuera del área de influencia del proyecto.

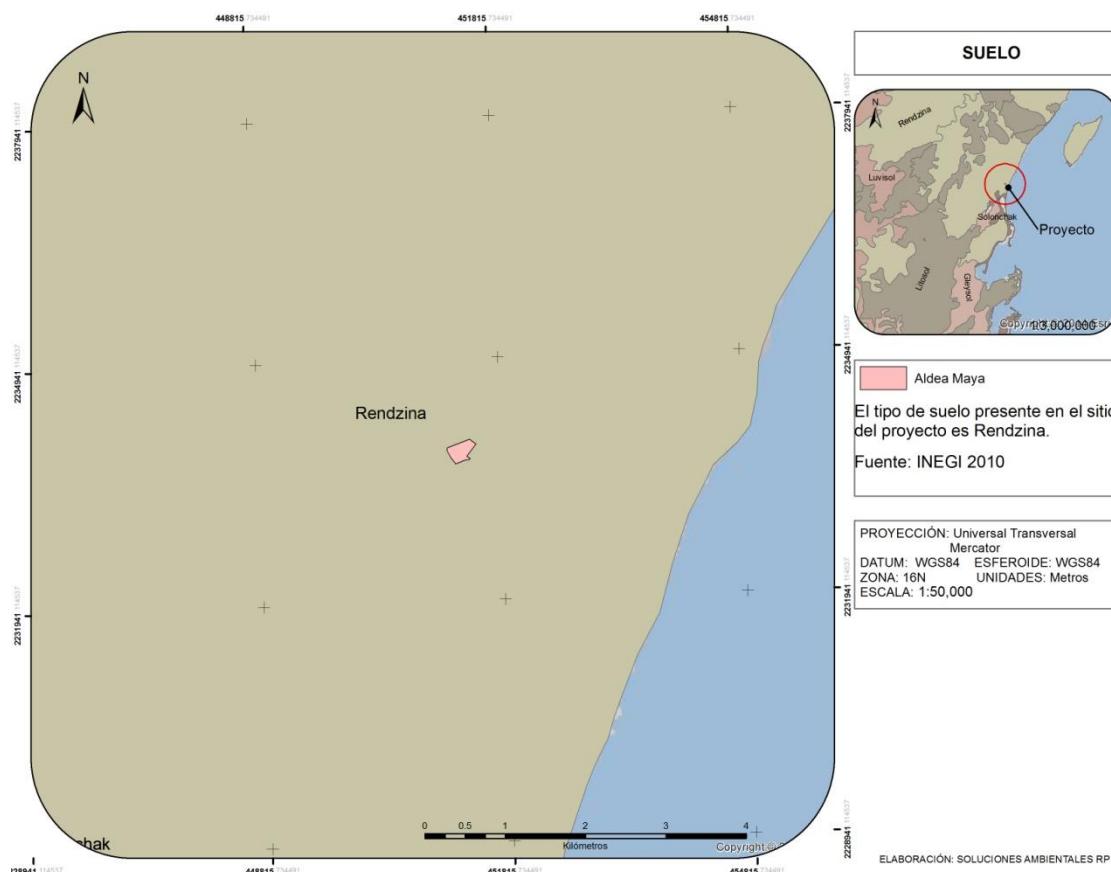
Por otra parte, para la zona de interés, la topografía es de tipo ondulada a sensiblemente plana, por lo que se presenta un levantamiento del manto terrestre que alcanza elevaciones entre los 8-10 msnm, mismas que se consideran pertenecientes a una serie sucesiva de berma o antiguas líneas costa.

## Suelos

En el sistema ambiental se puede observar, según datos del INEGI, la presencia de un tipo de suelo calificador: Rendzina (ver **figura IV.9**).

Perteneciente al grupo de los Leptosoles (lítico y rendzico), dentro de la clasificación maya Tzékél y Yax-hom respectivamente, la vegetación que cubre estos suelos ocasiona una rápida filtración del agua, se caracterizan por ser jóvenes y un poco más desarrollados<sup>6</sup>.

El suelo *Rendzina*, del polaco rzedzix: ruido, presenta suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinias son suelos arcillosos y poco profundos, por debajo de los 25 cm, pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. A continuación de la capa de suelo se encuentra la roca madre tipo kárstica, lo que permite que el drenaje interno sea eficiente. Son moderadamente susceptibles a la erosión.



**Figura IV.9.** Tipo de suelo presente en el predio del proyecto.

<sup>6</sup>INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Vectorial Edafológico Escala 1:250 000, serie II

## Hidrología superficial y subterránea.

La Península de Yucatán integra una amplia losa de origen calizo y de relativa reciente formación, la cual se caracteriza por poseer un suelo escaso y recibir importantes cantidades de precipitación pluvial. Esta zona se caracteriza por la ausencia de corrientes pluviales, por lo que el agua de lluvia en realidad se infiltra libre y rápidamente por su superficie, perdiéndose a través de las fracturas y cavernas existentes que integran el suelo y subsuelo.

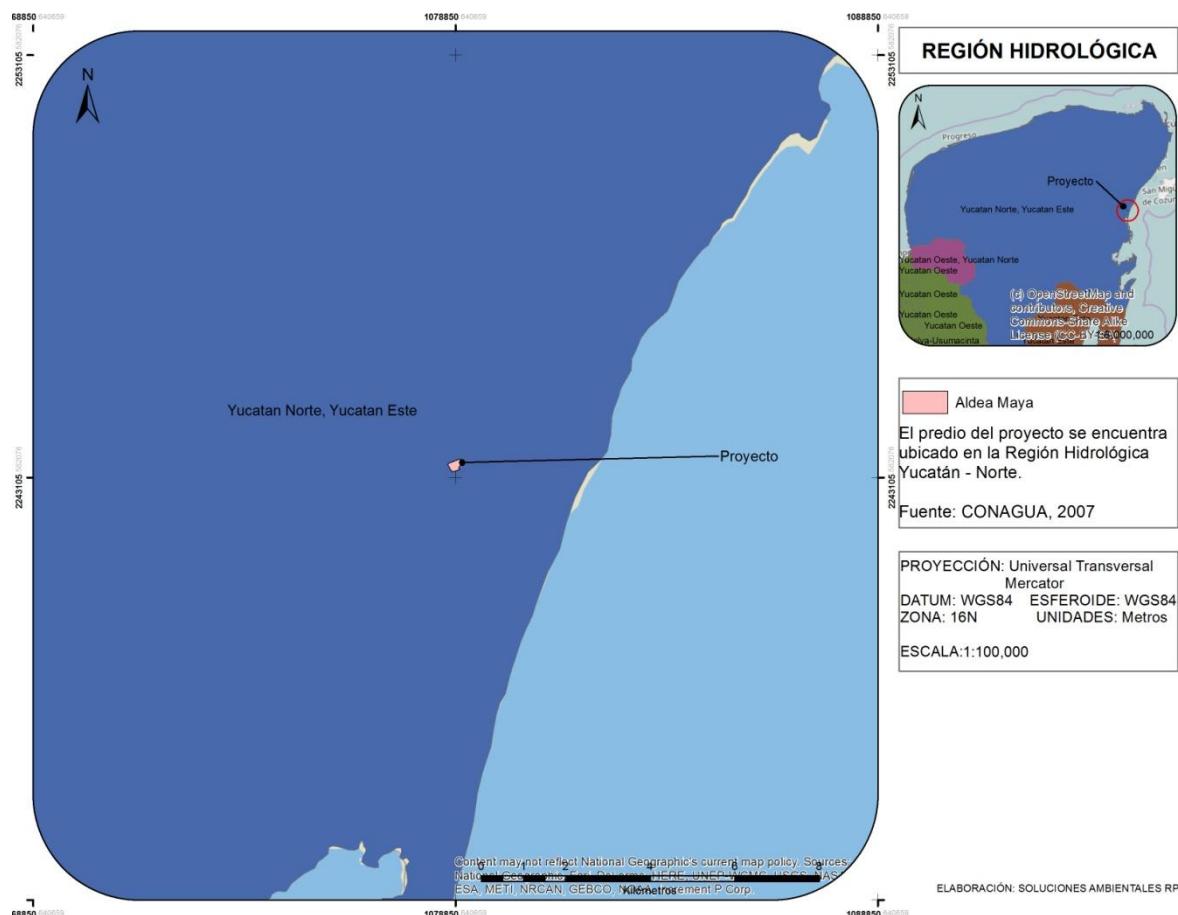
En un sentido estricto y en lo que corresponde a la porción norte de la Península, se debe referir que no existen ríos ni corrientes fluviales, presentándose éstas, hacia la porción centro-sur y que comienzan a manifestarse a la altura del límite fronterizo con el vecino país de Belice. De esta manera,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

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.10**).

Dada 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.10**).



**Figura IV.10.** Región hidrológica donde se encuentra el predio del proyecto.

### Hidrología superficial.

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 Lotificación y Urbanización Proyecto Aldea Maya, se considera que todas ellas están fuera de su área de influencia.

### Hidrología subterránea.

- *Balance hidrometeorológico.*

En la región municipal se precipita un volumen medio anual del orden de  $97.5 \text{ Mm}^3$ , 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  $85.7 \text{ Mm}^3$ , que es equivalente al 88% del volumen de agua de lluvia que se precipita. El resto que es equivalente a los  $21.6 \text{ Mm}^3$  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.

- *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 esta ubicación, los ríos subterráneos se encuentran en el área de influencia lejana del proyecto y la propia ciudad de Tulum.

- *Recarga del acuífero.*

La precipitación pluvial en la región municipal es del orden de los 1,257 mm anuales en promedio, lo cual conforma un volumen de  $97.5 \text{ Mm}^3$ . Debido a la gran permeabilidad del terreno, este caudal se infiltran en alrededor de  $21.6 \text{ Mm}^3$ . Esto, aunado a la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del acuífero a través de toda la zona de estudio.

- *Descarga y explotación del acuífero.*

El volumen anual de descarga que corresponde a estos componentes, se estima que alcanza los  $10.2 \text{ Mm}^3$  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 Mm<sup>3</sup>/año; adicionalmente, se tienen registrados 14 pozos preponderantemente para uso en servicios, con un caudal de extracción del orden de 0.41 Mm<sup>3</sup>/año.

Para uso agrícola se tiene registrado un solo pozo, con un volumen de extracción de 6,000 m<sup>3</sup>/año y para uso doméstico se tiene registrado un pozo con un volumen de extracción del orden de 493 m<sup>3</sup>/año. De esta manera, en la región municipal se realiza una extracción total del orden de 1'183,181.5 m<sup>3</sup>/año.

- *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 noroeste, que es donde se origina el flujo, el agua circula hacia el sureste y hacia el este buscando su salida hacia el mar Caribe.

- *Calidad del Agua.*

La salinidad total del agua subterránea varía en un rango mayor a los 1,500 mg/l como sólidos disueltos totales en una faja de 5 km a partir del litoral. Esta variación espacial de la concentración de sales es producto de tres procesos hidrogeoquímicos: el de disolución, debido al cual la salinidad del agua aumenta en el sentido del flujo; la mezcla del agua dulce con el agua salada subyacente, proceso predominante en esta zona de estudio y el de dilución, a causa del cual la recarga reduce temporalmente la salinidad del agua que circula por el acuífero.

La cuña de agua salada que subyace al acuífero dulce y la gran sensibilidad de la interfase salina al abatimiento de los niveles freáticos, imponen severas restricciones a la profundidad de los pozos de explotación y al gasto que estos pueden extraer sin deteriorar la calidad del agua, especialmente en la zona costera. Sin embargo, es viable el desarrollo de la localidad de Tulum ya que del agua dulce que se descarga subterráneamente al mar, son susceptibles de poder aprovecharse 4.0 Mm<sup>3</sup>. No obstante, los nuevos proyectos deben fundamentar su abastecimiento en la captación de agua salobre, de la cual existe disponibilidad suficiente para satisfacer las demandas que se planteen, permitiendo con ello que las captaciones de agua dulce sean mantenidas en reserva para el abastecimiento de agua potable para uso y consumo humano.

De acuerdo con los estudios realizados por Infraestructura Hidráulica y Servicios (diciembre 2001), la calidad del agua comprendida en la zona de Tulum, alcanza los valores que se anotan en la Tabla 5.1.

- *Usos principales.*

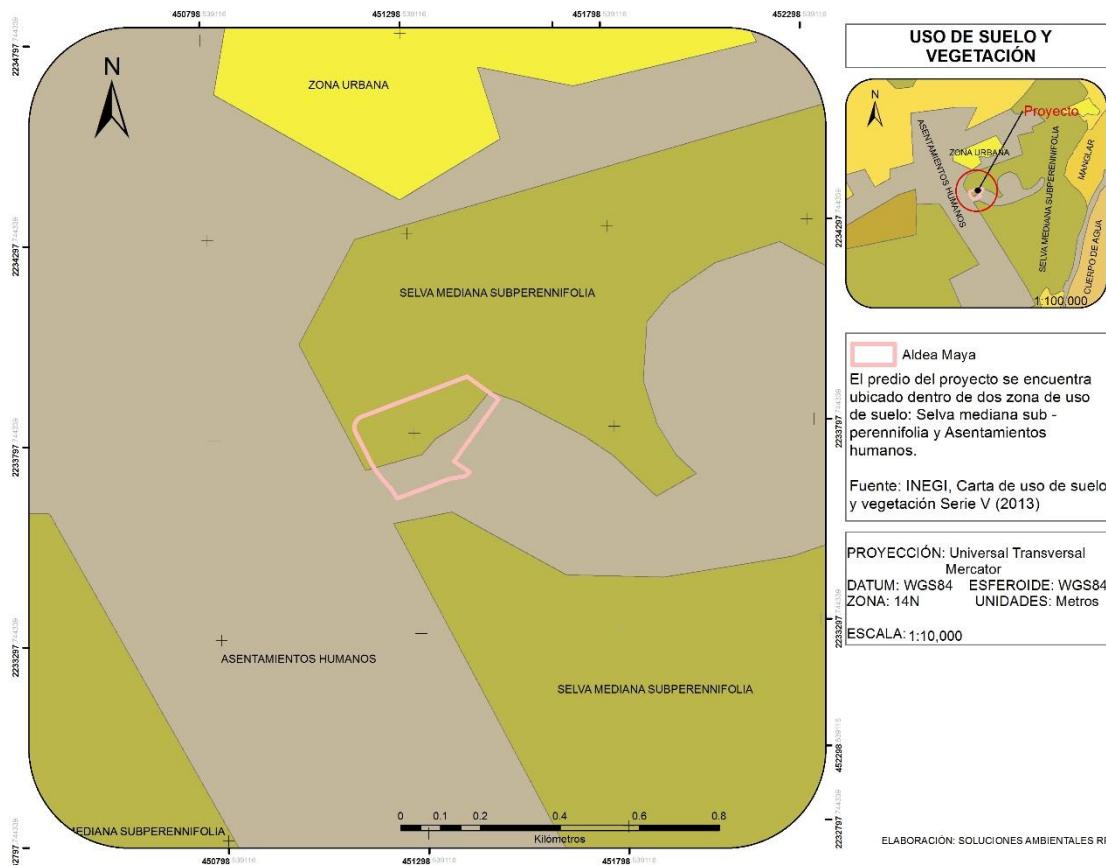
A la fecha en la zona no se hace uso de los recursos hídricos, por lo que prevalece un

ambiente propio para el desarrollo de la vida natural.

#### IV.2.2. Medio biótico.

##### a) Vegetación:

De acuerdo a la Carta de uso del suelo y Vegetación Serie V del INEGI (2013), el área de estudio se encuentra inmersa en una zona con uso ASENTAMIENTOS HUMANOS y VEGETACIÓN DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA. Lo anterior, es debido a que se encuentra dentro del centro de población de Tulum y que la vegetación original fue afectada tiempo atrás para distintas actividades (aprovechamiento maderable y eventos naturales extremos como los huracanes, principalmente), tal como se puede notar en la siguiente figura:



**Figura IV.11.** Tipo de vegetación del área de estudio de acuerdo a la Carta Serie V del INEGI.

La selva mediana subperennifolia es la comunidad más extensa en la península de Yucatán; es la selva chiclera (Flores-Guido, *et al;* 2010<sup>7</sup>). Esta comunidad cubre aproximadamente un 60 % del territorio peninsular (62,027 km<sup>2</sup>), además de ser la que está más conservada. Abarca casi todo Quintana Roo, las tres cuartas partes de Campeche y una pequeña porción del estado de Yucatán, principalmente en el punto Puuc. Esta selva se encuentra en el área que tiene la mayor precipitación pluvial de la península con un promedio anual de 1,300 mm y una época muy definida sin lluvias de fines de Noviembre a principios de Mayo, sin embargo, es importante hacer notar que durante la época seca la precipitación alcanza hasta 191 mm al año, lo cual, contribuye a que esta comunidad se desarrolle (Flores y Espejel,1994<sup>8</sup>).

Otro hecho importante para que abunde esta vegetación, es el suelo calizo, Pennington y Sarukhán afirman que es el propicio para este tipo de selva, por tener una gran permeabilidad que sustituye al drenaje rápido de los suelos con pendientes, muy escasos por cierto en la península yucateca.

Los factores de clima y suelo se constituyen como las causas fundamentales de la característica subperennifolia; ya que el 25 % de los árboles se quedan sin hojas durante la época seca y tienen una altura media de 25 a 35 metros, alcanzando un DAP menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies, es posible que esto se deba al tipo de suelo y a su profundidad. En la época de seca la mayor parte conserva sus hojas, especialmente los árboles dominantes como *Manilkara sapota*, *Vitex gaumeri*, *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum alicastrum*.

Los árboles de esta comunidad, al igual que los de la selva alta perennifolia, tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas.

En este tipo de selva, se distinguen 3 estratos arbóreos, de 4 a 12 metros, de 12 a 22 metros y de 22 a 35 metros. Formando parte de los estratos (especialmente del bajo y del medio) se encuentran las palmas.

En el estado de Quintana Roo este tipo de vegetación ocupa una superficie de 431, 041 km<sup>2</sup> (Flores y Espejel,1994<sup>9</sup>).

En este tipo de vegetación abundan: *Thrinax radiata*, *Nectandra coriaceae*, *Nectandra salicifolia*, *Byrsinima bucidaeefolia*, *Coccoloba sp.* y *Caesalpinia gaumeri* en el estrato bajo.

<sup>7</sup>Flores-Guido, J.S., Duran-Garcia, R. y J.J. Ortiz-Díaz (2010). Comunidades vegetales terrestres. En: Durán García, Rafael y Martha Méndez González (ed.). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Mérida, Yucatán. 496 pp.

<sup>8</sup>Flores J.S. y I. Espejel (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense* (Fascículo 3). UADY. 134 pp.

<sup>9</sup>Flores J.S. y I. Espejel (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense* (Fascículo 3). UADY. 134 pp.

En los últimos 4 años, se han destruido miles de hectáreas, con el huracán Gilberto, los incendios, la expansión turística y ganadera (Olmsted *et al*; 1983<sup>10</sup>).

No obstante, recorridos en el predio bajo estudio permiten indicar que actualmente existe un desplazamiento de la vegetación original dentro del mismo debido al cambio de uso de suelo para actividades diferentes como lo son los asentamientos humanos, así como por efectos de eventos naturales extremos como los huracanes; por lo que, actualmente la vegetación es secundaria derivada de la selva mediana subperennifolia predominantemente arbustiva-arbórea con un grado de recuperaciónmediano. Asimismo, dentro del mismo predio se observaron restos de partes de electrodomésticos, plásticos y vidrios, lo que es indicio de que el mismo fue frecuentado por gente y habitado años atrás. Los panoramas de la vegetación se pueden observar en las siguientes fotos:



**Figura IV.12.** Camino que en su mayoría se encuentra rodeado el predio.

<sup>10</sup>Olmsted I., Lopez-Ornat C. y R. Duran-Garcia (1983). Vegetación de Sian Ka'an: estudio preliminar de una zona de Quintana Roo, propuesta como Reserva de la Biosfera. Quintana Roo, México.



**Figura IV.13.** Panorama de la vegetación predominantemente arbustiva-arborea presente dentro del predio bajo estudio.



**Figura IV.14.** Otro panorama de vegetación predominantemente arbórea presente dentro del predio bajo estudio y en donde se puede observar un ejemplar de *Coccothrinax readii* de talla importante.

Con la finalidad de efectuar la caracterización y diagnóstico del estado actual que presenta la vegetación natural del área de estudio (área de CUSTF), la composición florística y la diversidad de la misma se realizaron una serie de muestreos, tal como sigue:

- **MUESTREO FLORÍSTICO**

Se desarrolló un muestreo del estado actual que presenta la vegetación del área bajo estudio. Se realizaron los muestreos dentro del polígono bajo estudio, el objetivo fue el de identificar las especies presentes, las abundancia y diversidad de las mismas. Durante el recorrido, se registró el nombre común, el nombre científico y la familia botánica a que pertenece cada especie reconocida en la zona del proyecto.

Se realizaron recorridos para el muestreo e inventario florístico, con apoyo de los siguientes manuales y claves de identificación:

- a) La Flora de Yucatán (Standley, 1930);
- b) La Flora de Guatemala (Standley, et. al. 1946-1977);
- c) El listado Etnoflora Yucatanense (Sosa, et. al. 1985).
- d) Distribución de las especies endémicas de la Península de Yucatán (Duran-García, 1997).
- e) Listado Florístico de la Península de Yucatán (Duran et al; 2000).
- f) Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán (Arellano et al., 2003).
- g) Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010)
- h) Flora de la Península de Yucatán (Herbario CICY, 2016).

**UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.** Con la finalidad de efectuar el diagnóstico del estado actual que presenta la vegetación natural, la composición, estructura y diversidad de la flora del área que se solicita para CUSTF se realizó una caracterización vegetal del terreno que consistió en realizar recorridos en el área del proyecto y en el levantamiento de datos en 4 puntos de muestreo.

Estos consisten en cuadrantes de 200 m<sup>2</sup> (estrato arbóreo) y subcuadrantes de 9 m<sup>2</sup> y 1m<sup>2</sup> (estrato arbustivo y herbáceo). Los muestreos realizados en los cuadrantes de 20 m x 10 m, 3 m x 3 m y 1 m x 1 m sirvió para el registro de todas las especies de flora presentes en dicho cuadrante para la posterior estimación de la composición, estructura y diversidad de la comunidad vegetal estudiada (el resultado de los muestreos en estos subcuadrantes son los que se presenten en este apartado).

Para el análisis estructural de la vegetación por estrato (presencia de la especie en el estrato Herbáceo a 0-1 m de altura, Arbustivo de 1.1-3.0 m y Arbóreo de 3.1 m de altura en adelante, lo cual está directamente relacionada a su etapa de desarrollo que puede ser plántula, rebrote, juvenil o bien adulto) dentro de los sub-cuadrantes se tomaron en cuenta y registraron los siguientes parámetros y variables:

- Número de individuos por especie
- Valores del diámetro mayor en m de la copa de la planta (D1)
- Valores de diámetro perpendicular a D1 en m (D2)
- Valores de DAP (a 1.30 m) en el caso de árboles que dificulten la mediciones de sus copas.

Los datos registrados en campo fueron capturados en una base de datos de Excel en donde se insertaran formulas generales de Cobertura o Área basal, Densidad y Frecuencia absoluta para convertir posteriormente a valores relativos. Estos parámetros servirán para calcular el Valor de Importancia Relativa (VIR) de Müller-Dombois y Ellenberg (1974). De igual manera la base de datos de los registros del muestreo servirán para la estimación del índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y de equidad (J) por estratos de la vegetación representativa del área de CUSTF.

Las formulas generales utilizadas para el cálculo de la Cobertura, Dominancia, Densidad, Frecuencia y Valor de Importancia Relativa son las siguientes:

Para calcular la cobertura (superficie que cubre del suelo la copa de la planta en  $m^2$ ) se tomará en cuenta las mediciones de diámetro mayor (D1) y diámetro menor (D2) en sentido perpendicular, en donde el radio promedio se usa para calcular la superficie en  $m^2$  que después es extrapolado a ha. La cobertura total de la especie será la suma de las coberturas de los individuos.

Los cálculos de la **COBERTURAABSOLUTA ( $C_A$ ) Y COBERTURA RELATIVA ( $C_R$ )** de las especies presentes en el estrato herbáceo principalmente se realizarán aplicando la siguiente fórmula:

$$C_A = \left( \frac{D_1 + D_2}{4} \right)^2 \times \pi$$

**Dónde:**

$C_A$ = Cobertura absoluta de la especie ( $m^2$ ).

$D_1$ = diámetro mayor de la copa de la planta (m).

$D_2$ = diámetro perpendicular a  $D_1$  (m).

$$C_R = \frac{C_{A1}}{\sum_{n=1}^{i=1} C_{A1}} \times 100$$

**Dónde:**

$C_R$  = Cobertura relativa de la especie (%)

$C_{A1}$  = Cobertura absoluta de la especie ( $m^2$ )

$\sum_{n=1}^{i=1} C_{A1}$  = Sumatoria del total de la Cobertura absoluta de todas las especies registradas ( $m^2$ )

Para calcular el **ÁREA BASAL ABSOLUTA ( $AB_A$ ) Y ÁREA BASAL RELATIVA ( $AB_R$ )** de las especies arbustivas y arbóreas presentes dentro del área bajo estudio se utilizará la siguiente fórmula:

$$AB_A = \left[ \sum_{a=1}^n \frac{\pi(d)^2}{4} \right] / T$$

**Dónde:**

d = Diámetro normal en cm.

a = Árbol vivo, desde 1 hasta n.

T = Tamaño del sitio, en ha.

$$AB_R = \frac{AB_{A1}}{\sum_{n=1}^{i=1} AB_{A1}} \times 100$$

**Dónde:**

$AB_R$  = Área basal relativa de la especie (%)

$AB_{A1}$  = Área basal absoluta de la especie ( $m^2$ )

$\sum_{n=1}^{i=1} AB_{A1}$  = Sumatoria del total de la Área basal absoluta de todas las especies registradas ( $m^2$ )

**FRECUENCIA ABSOLUTA ( $F_A$ ) Y FRECUENCIA RELATIVA ( $F_R$ ).** Las fórmulas a utilizar para la obtención de estos datos serán las siguientes:

$$F_A = \frac{\text{Número de cuadrantes en donde se registró la especie}}{\text{Número total de cuadrantes muestreados}}$$

**Dónde:**

$F_A$  = Frecuencia absoluta

$$F_R = \frac{F_{A1}}{\sum_{n=1}^{i=1} F_{A1}} \times 100$$

**Dónde:** $F_R$ = Frecuencia relativa de la especie (%) $F_{A1}$  = Frecuencia absoluta de la especie $\sum_n^{i=1} F_{A1}$ = Sumatoria del total de las frecuencias absoluta de todas las especies registradas

**DENSIDAD ABSOLUTA ( $D_A$ ) Y DENSIDAD RELATIVA ( $D_R$ ).** Las fórmulas a utilizar para la obtención de estos datos serán las siguientes:

**$D_A$**  = Es el número de individuos de la especie en el área muestreada

**Dónde:** $D_A$ = Densidad absoluta

$$D_R = \frac{D_{A1}}{\sum_n^{i=1} D_{A1}} \times 100$$

**Dónde:** $D_R$ = Densidad relativa de la especie (%) $D_{A1}$  = Densidad absoluta de la especie $\sum_n^{i=1} D_{A1}$ = Sumatoria del total de las densidades absolutas de todas las especies registradas

**VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA (VIR).** El VIR se obtuvo con lo siguiente:

$$VIR = AB_R + F_R + D_R$$

$$VIR = C_R + F_R + D_R$$

**Nota:** Esta misma metodología es la que se fue utilizada para los estudios de la cuenca hidrológica forestal en donde se encuentra inmersa el predio bajo estudio. Todo lo anterior con la finalidad de contar con datos comparativos entre área objeto de CUSTF presente dentro del predio bajo interés y la cuenca antes mencionada, y demostrar en el apartado correspondiente de que no se comprometerá la biodiversidad, uno de los supuestos de excepcionalidad para la autorización de CUSTF propuestos en la LGDF.

### ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER ( $H'$ ) Y EQUIDAD DE PIELOU ( $J'$ )

Uno de los índices de diversidad más ampliamente utilizados es el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ). El Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949<sup>11</sup>), es derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.

El índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949) se define como:

<sup>11</sup>Shannon C.E.y W. Weaver (1949). The Mathematical Theory of Communication. University Illinois Press, Urbana, IL.

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

**Dónde:**

S= Número de especies (la riqueza de especies)

Pi= Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i):  $n_i/N$ 

ni= Número de individuos de la especie i

N – Número de todos los individuos de todas las especies.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

La diversidad máxima ( $H_{max} = \ln S$ ) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Un índice de homogeneidad (índice de equidad de Pielou,  $J'$ ) asociado a esta medida de diversidad puede calcularse como el cociente  $H/H_{max}=H/\ln S$ , que será uno si todas las especies que componen la comunidad tienen igual probabilidad ( $p_i = 1/S$ ).

De esta manera con los datos de la riqueza de especies y abundancias por estratos de la vegetación se procedió a aplicar la ecuación para la obtención del  $H'$  y equidad ( $J'$ ).

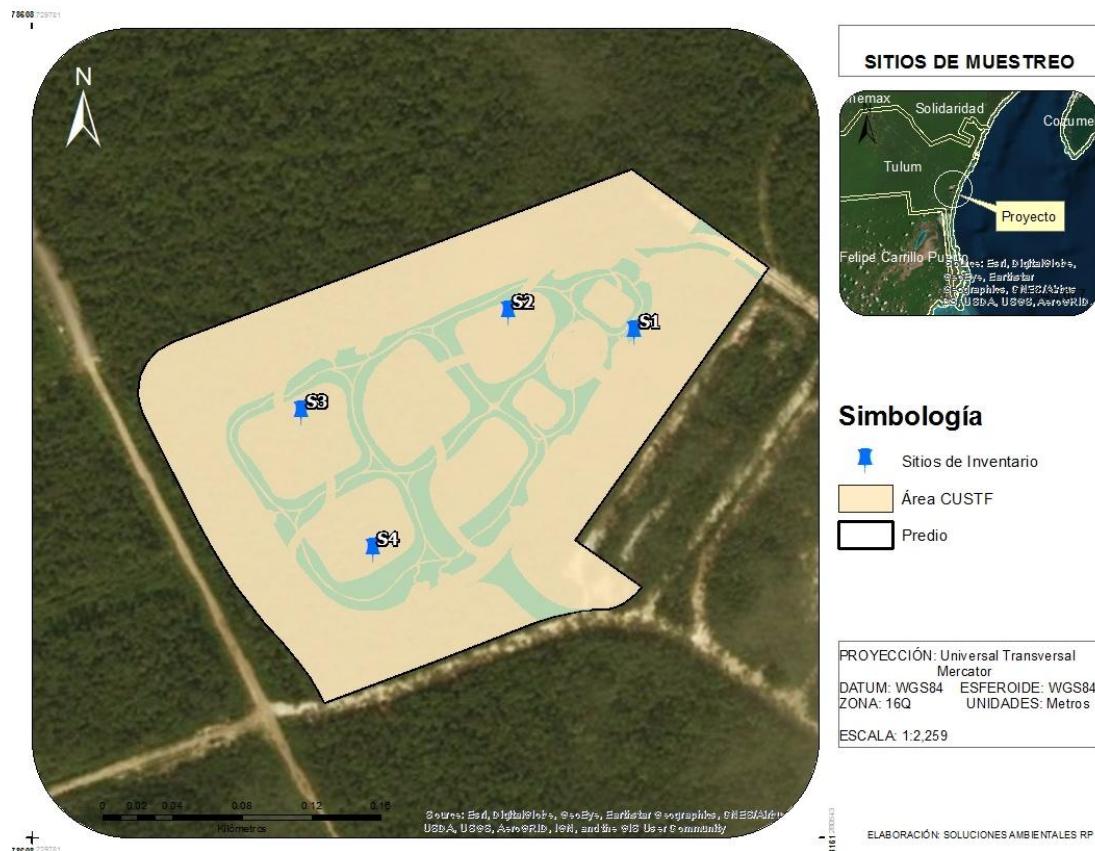
También se realizó una comparación de las especies registradas con la lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por último, fueron registradas todas las especies observadas presentes en el predio y su área de influencia directa, y se clasificaron también por formas de vida (indica la manifestación final -etapa adulto- de la especie en su entorno natural sin importar su etapa de desarrollo en la cual se encuentra ni su posición en el estrato de la vegetación) de las plantas: Herbácea, Epífita, Enredadera, Parásita, Arbustiva y Arbórea (Ver **Anexo 8** de este estudio).

Cada sitio de muestreo fue referenciado registrando el punto de muestreo central con un geoposicionador Magellan Triton 400 con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q. Las coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo se pueden observar en la **Tabla IV.3.** y **Figura IV.15.**

**Tabla IV.3.** Coordenada central de los sitios de muestreo dentro del área de estudio.

SUBCUADRANTES	X	Y
S1	451435.00	2233841.00
S2	451363.00	2233855.00
S3	451243.00	2233802.00
S4	451281.00	2233722.00

**Figura IV.15.** Distribución de los sitios de muestreo dentro del área de estudio.

- **Resultados del muestreo**

**Listado general de especies.** De manera general, en total se observó en el PREDIO Y SU ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA la presencia de 36 especies de plantas pertenecientes a 35 géneros y 23 familias botánicas. Es importante mencionar que dentro del área de influencia directa del proyecto fueron observadas 1 especies catalogadas bajo estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, es categoría amenazada

(*Coccothrinax readii*). Asimismo, fueron observadas 7 especies endémicas y de amplia distribución en la región de la península de Yucatán e inclusive afuera de sus límites.

Los resultados más importantes en cuanto a la composición, estructura y diversidad de la flora silvestre registrada en los sitios de muestreo (cuadrantes) en el predio es el siguiente:

De manera particular, como producto del muestreo en área de estudio se observó que la riqueza de especies de flora silvestre fue de 31 pertenecientes a 30 géneros y 20 familias botánicas, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

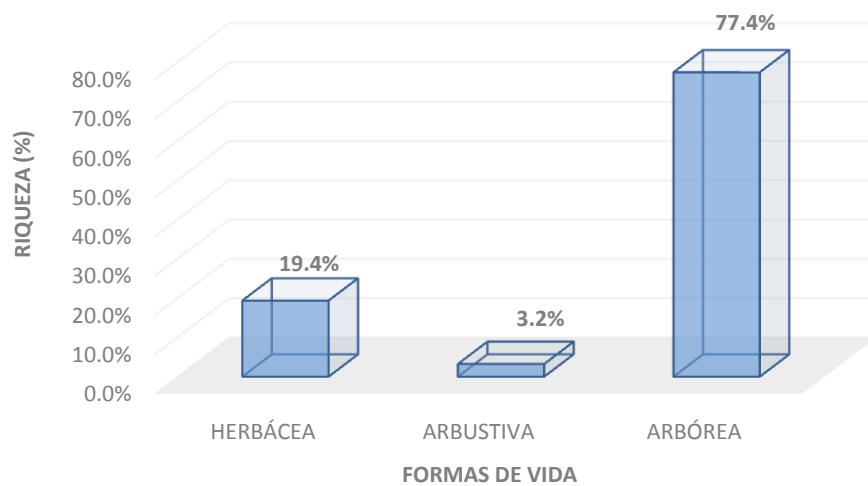
**Tabla IV.4.** Listado florístico de las especies registradas en los sitios de muestreo.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA			CATEGORÍA
			HERB	ARBU	ARBÓ	
Anacardiaceae	Metopium brownei (Jacq.) Urb.	Cheechem			X	
Apocynaceae	Cascabela gaumeri (Hemsl.) Lippold.	Aak'its			X	Endémica
Arecaceae	Coccothrinax readii Querol.	Náaj k'aax			X	A
Arecaceae	Sabal yapa C. Wright. ex Becc	Guano		X		
Boraginaceae	Cordia dodecandra DC.	Siricote			X	
Bromeliaceae	Bromelia pinguin L.	Bromelia	X			
Burseraceae	Bursera simaruba (L.) Sarg.	Chaka			X	
Commelinaceae	Commelina diffusa Burm. f.		X			
Euphorbiaceae	Croton yucatanensis Lundell.	Croton	X			
Lamiaceae	Vitex gaumeri Greenm.	Ya'axnik			X	
Lauraceae	Nectandra salicifolia (Kunth) Nees.	Laurelillo			X	
Leguminosae	Acacia collinsii Saff.	Acacia	X			
Leguminosae	Caesalpinia gaumeri (Britton & Rose) Greenm.	Kitam che			X	Endémica
Leguminosae	Gliricidia sepium (Jacq.) Steudel.	Cocoite			X	
Leguminosae	Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	Tsalam			X	
Leguminosae	Piscidia piscipula (L.) Sarg.	Jabin			X	
Leguminosae	Platymiscium yucatanum Standl.	Granadillo			X	Endémica
Malpighiaceae	Byrsonima bucidaefolia Standl.	Nance blanco			X	
Malvaceae	Helicteres baruensis Jacq.	Sutup	X			
Moraceae	Ficus cotinifolia Kunthl.	Álamo			X	
Moraceae	Trophis racemosa (L.) Urb.	Ramón colorado			X	
Polygonaceae	Coccoloba cozumelensis Hemsl.				X	Endémica
Polygonaceae	Coccoloba spicata Lundell.	Boob			X	Endémica
Polygonaceae	Gymnopodium floribundum Rolfe.	Ts iits ilche			X	
Putranjivaceae	Drypetes lateriflora (Swartz) Krug. et Urb.	Ekulub			X	
Rubiaceae	Gutterda combsii Urb.	Taastaab			X	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA			CATEGORÍA
			HERB	ARBU	ARBÓ	
Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i> (Standl.) Lundell.	Guayo			X	Endémica
Sapindaceae	<i>Thouinia paudentata</i> Radlk.	K'an chuunup			X	Endémica
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Zapote			X	
Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i> (Engler) Eyma. ssp. <i>reticulata</i>	Sapotillo			X	
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i> L.	Orégano xiiw	X			

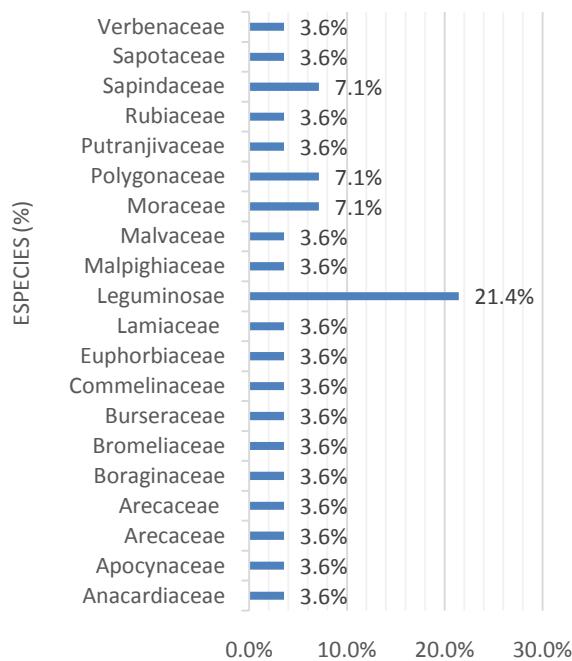
**Formas de vida**= Es la manifestación final (etapa adulto) de la especie en su entorno natural sin importar su etapa de desarrollo en la cual se encuentra actualmente ni su posición en el estrato de la vegetación. HERB= Herbácea, ARBU= Arbustiva y ARBÓ= Arbórea.

Asimismo, de acuerdo a las formas de vida registradas en los sitios de muestreo trazados en el área de estudio se puede indicar que las especies arbóreas (77.4%) fueron las más representativas, seguidas de las arbustivas con una representatividad de 19.4%, y por último, las herbáceas con 3.2%, tal como se puede observar a continuación:



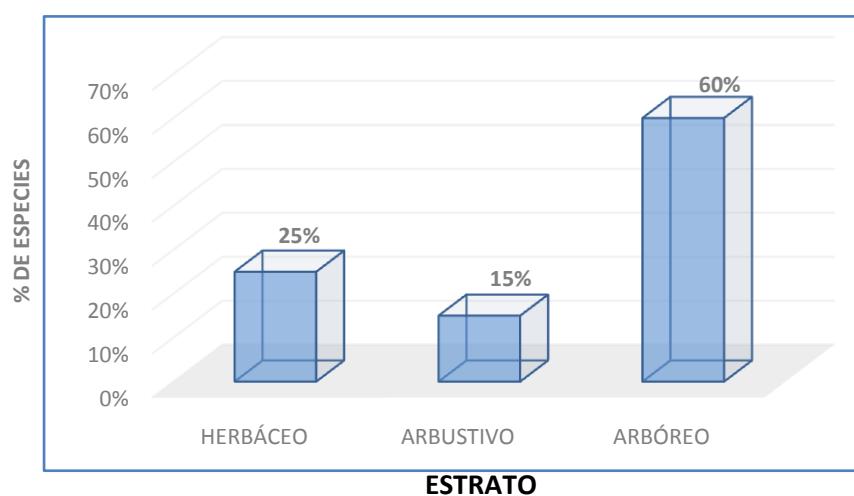
**Figura IV.16.** Riqueza de especies registradas por formas de vida.

En cuanto a las familias botánicas se tiene que las más representativas fueron las Leguminosae (21.4%), seguida por la Sapindaceae, Polygonaceae y Moraceae con 7.1%, entre las más importantes:



**Figura IV.17.** Riqueza de especies registradas por familias botánicas.

Por otro lado, en cuanto a la composición de especies dentro de los estratos de la comunidad vegetal de selva mediana subperennifolia presente y estudiada dentro del área del proyecto, se tiene que la riqueza específica (31 especies) arriba mencionada se encuentran distribuidas en los siguientes estratos y con las siguientes representatividades: Herbáceo (25%), Arbóreo (15%) y Arbustivo (60%), tal como se puede observar:



**Figura IV.18.** Representatividad de las especies de flora silvestre por estratos de la comunidad vegetal presente dentro del predio.

A continuación se presenta la distribución de las especies registradas por estratos en el área de estudio:

**Especies en el estrato herbáceo.** En el estrato herbáceo del predio bajo estudio se registraron 10 especies.

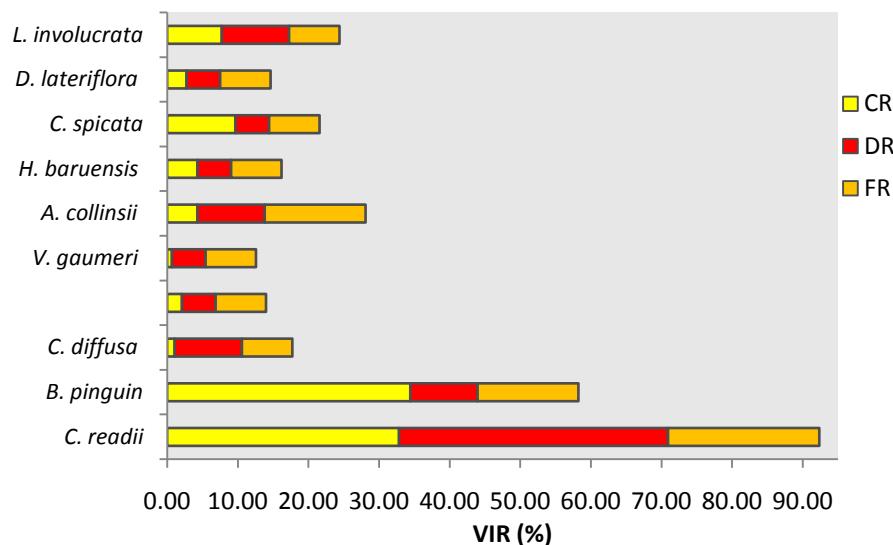
Las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato herbáceo fueron la *C. readii* (32.86%), *B. pinguin* (34.45%), *C. spicata* (9.69%), y *L. involucrata* (7.75%). Por densidad, en el estrato herbáceo se tiene las siguientes especies más representativas *C. readii* (38.10%), *B. pinguin*, *C. diffusa*, *A. collinsii* y *L. involucrata* (9.52%). Por último, la *C. readii* (21.43%), *B. pinguin*, y *A. collinsii* (14.29%) fueron las especies más importantes en cuanto a la frecuencia relativa dentro del estrato bajo análisis en la comunidad vegetal del predio.

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del predio bajo estudio existen 5 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): *C. readii* (92.38%), *B. pinguin* (58.26%), *A. collinsii* (28.12%), *L. involucrata* (24.42%) y *C. spicata* (21.59%).

**Tabla IV.5.** Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo.

NOMBRE CIENTÍFICO	CR	DR	FR	VIR
<i>C. readii</i>	32.86	38.10	21.43	92.38
<i>B. pinguin</i>	34.45	9.52	14.29	58.26
<i>C. diffusa</i>	1.08	9.52	7.14	17.74
<i>C. yucatanensis</i>	2.11	4.76	7.14	14.02
<i>V. gaumeri</i>	0.69	4.76	7.14	12.59
<i>A. collinsii</i>	4.31	9.52	14.29	28.12
<i>H. baruensis</i>	4.31	4.76	7.14	16.21
<i>C. spicata</i>	9.69	4.76	7.14	21.59
<i>D. lateriflora</i>	2.76	4.76	7.14	14.66
<i>L. involucrata</i>	7.75	9.52	7.14	24.42

CR= Cobertura Relativa, DR= Densidad Relativa, FR= Frecuencia Relativa, VIR= Valor de Importancia Relativa



**Figura IV.19.** Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo registrado dentro del área de estudio.

En cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato herbáceo dentro del predio bajo estudio:

**Tabla IV.6.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de las especies del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	Número individuos	Abundancia relativa ( $p_i$ )	$\ln(p_i)$	$V=-(p_i) \times \ln(p_i)$
<i>C. readii</i>	8	0.381	-0.9651	0.3676
<i>B. pinguin</i>	2	0.095	-2.3514	0.2239
<i>C. diffusa</i>	2	0.095	-2.3514	0.2239
<i>C. yucatanensis</i>	1	0.048	-3.0445	0.1450
<i>V. gaumeri</i>	1	0.048	-3.0445	0.1450
<i>A. collinsii</i>	2	0.095	-2.3514	0.2239
<i>H. baruensis</i>	1	0.048	-3.0445	0.1450
<i>C. spicata</i>	1	0.048	-3.0445	0.1450
<i>D. lateriflora</i>	1	0.048	-3.0445	0.1450
<i>L. involucrata</i>	2	0.095	-2.3514	0.2239
				$H'=1.9883$

**Tabla IV.7.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

ESTRATO HERBACEO	
RIQUEZA (S)	10
H' CALCULADA	1.99
H' MAXIMA=Ln (S)	2.30
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.86
H MAX-H CAL	0.31

El estrato herbáceo del ecosistema de vegetación de selva mediana subperennifolia presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 10 especies, las cuales poseen una distribución de 0.86, con el cual se afirma podría haber dominancia de algunas especies. Las especies de mayor importancia en el estrato herbáceo dentro del predio son las siguientes: *C. readii* (92.38%), *B. pinguin* (58.26%), *A. collinsii* (28.12%), *L. involucrata* (24.42%) y *C. spicata* (21.59%).

La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato herbáceo dentro del predio es de 2.30 y la H' calculada fue de 1.99, lo que nos indica que nuestro estrato está cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada.

**Especies del estrato arbustivo.** En el estrato arbustivo del predio bajo estudio se registraron 6 especies.

Las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato arbustivo fueron la *C. readii* (1.28%) y *S. yapa* (98.41%). Por densidad, en el estrato arbustivo se tiene las siguientes especies más representativas *C. readii* (77.27%), *S. yapa*, *C. dodecandra*, *G. floribundum*, *D. lateriflora* y *E. diphylla* (4.55%). Por último *C. readii* (44.44%), *S. yapa*, *C. dodecandra*, *G. floribundum*, *D. lateriflora* y *E. diphylla* (11.11%). fueron las especies más importantes en cuanto a la frecuencia relativa dentro del estrato bajo análisis en la comunidad vegetal del predio.

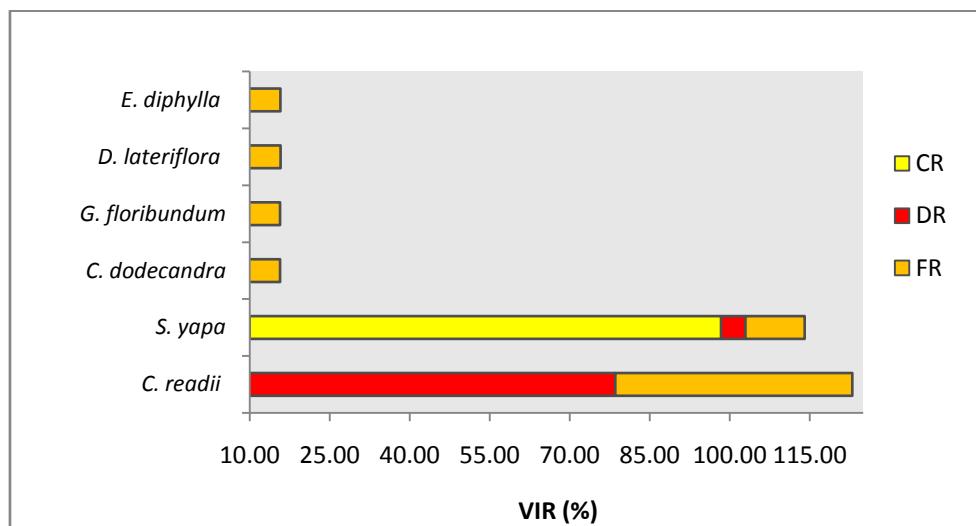
De manera particular se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del predio bajo estudio existen 2 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): la *C. readii* (123.00%) y *S. yapa* (114.06%).

A continuación se presentan los VIR para las especies registradas dentro del estrato arbustivo de la comunidad de selva mediana subperennifolia del predio bajo estudio:

**Tabla IV.8.** Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	CR	DR	FR	VIR
<i>C. readii</i>	1.28	77.27	44.44	123.00
<i>S. yapa</i>	98.41	4.55	11.11	114.06
<i>C. dodecandra</i>	0.04	4.55	11.11	15.69
<i>G. floribundum</i>	0.04	4.55	11.11	15.70
<i>D. lateriflora</i>	0.14	4.55	11.11	15.79
<i>E. diphylla</i>	0.10	4.55	11.11	15.76

CR= Cobertura Relativa, DR= Densidad Relativa, FR= Frecuencia Relativa, VIR= Valor de Importancia Relativa



**Figura IV.20.** Valores de VIR de las especies del estrato arbustivo registrado dentro del área de estudio.

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbustivo dentro del predio bajo estudio:

**Tabla IV.9.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de las especies del estrato arbustivo del predio bajo estudio.

Nombre científico	Número individuos	Abundancia relativa ( $\pi_i$ )	$\ln(\pi_i)$	$V=-(\pi_i) \times \ln(\pi_i)$
<i>C. readii</i>	17	0.773	-0.2578	0.1992
<i>S. yapa</i>	1	0.045	-3.0910	0.1405
<i>C. dodecandra</i>	1	0.045	-3.0910	0.1405
<i>G. floribundum</i>	1	0.045	-3.0910	0.1405
<i>D. lateriflora</i>	1	0.045	-3.0910	0.1405
<i>E. diphylla</i>	1	0.045	-3.0910	0.1405
				$H'=0.9017$

**Tabla IV.10.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio.

ESTRATO ARBUSTIVO	
RIQUEZA (S)	6
H' CALCULADA	0.90
H' MAXIMA=Ln (S)	1.79
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.50
H MAX-H CAL	0.89

El estrato arbustivo del ecosistema de vegetación de selva mediana subperennifolia presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 6 especies, las cuales poseen una distribución de 0.50, con el cual se puede afirmar dominancia de ciertas especies. Las especies de mayor importancia en el estrato arbustivo dentro del predio bajo estudio fueron las siguientes: la *C. readii* (123.00%) y *S. yapa* (114.06%).

La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato arbustivo dentro del predio es de 1.79 y la H' calculada fue de 0.90, lo que nos indica que nuestro estrato se encuentra lejano a alcanzar la máxima diversidad esperada.

**Especies del estrato arbóreo.** En el estrato arbóreo del predio bajo estudio y en donde se llevará a cabo el CUSTF se registraron 24 especies.

Las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato arbóreo fueron la *M. brownei* (39.04%), *L. latisiliquum* (12.09%), *E. diphylla* (10.01%), *L. latisiliquum* (5.49%) y *B. simaruba* (8.41%). Por densidad, en el estrato arbóreo se tiene las siguientes especies más representativas *M. brownei* (22.61%), *B. simaruba* (10.43%), *M. zapota* (8.70%) y *T. racemosa* y *E. diphylla* (6.96%). Por último, *M. brownei*, *E. diphylla* y *M. zapota* (7.41%) fueron las especies más importantes en cuanto a la frecuencia relativa dentro del estrato bajo análisis en la comunidad vegetal del predio.

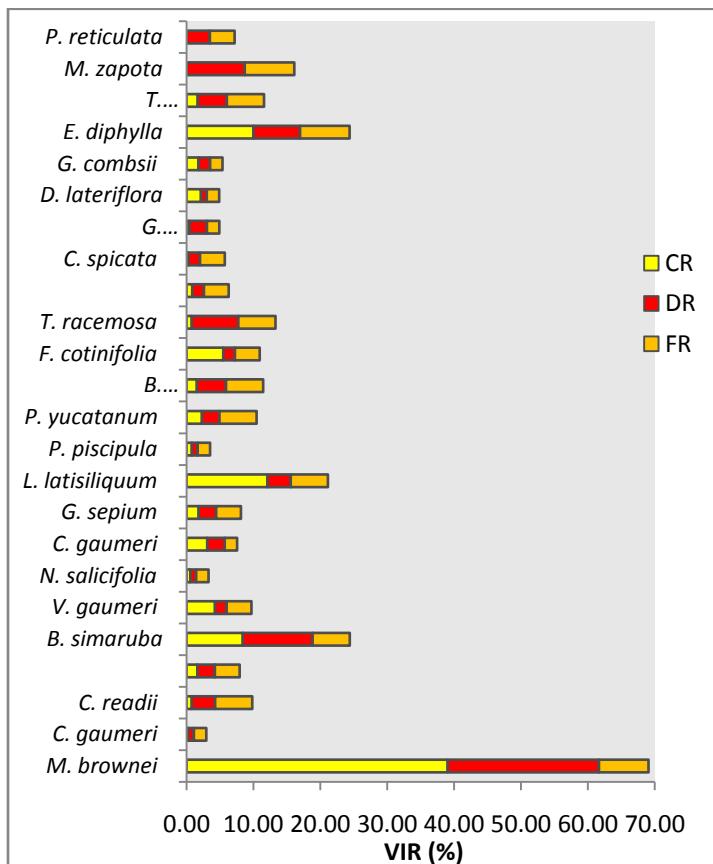
De manera particular se puede indicar que dentro del estrato arbóreo del predio bajo estudio existen 10 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): *M. brownie* (69.05%), *B. simaruba* (24.40%), *E. diphylla* (24.37%), *L. latisiliquum* (21.13%), *M. zapota* (16.10%), *T. racemosa* (13.29%), *T. paucidentata* (11.58%), *B. bucidaefolia* (11.45%), *F. cotinifolia* (10.93%) y *P. yucatanum* (10.47%).

A continuación se presentan los VIR para las especies registradas dentro del estrato arbóreo de la comunidad de selva mediana subperennifolia del predio bajo estudio:

**Tabla IV.11.** Estimación del VIR de las especies en el estrato arbóreo en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	CR	DR	FR	VIR
<i>M.brownii</i>	39.04	22.61	7.41	69.05
<i>C. gaumeri</i>	0.23	0.87	1.85	2.95
<i>C. readii</i>	0.79	3.48	5.56	9.82
<i>C. dodecandra</i>	1.62	2.61	3.70	7.93
<i>B. simaruba</i>	8.41	10.43	5.56	24.40
<i>V. gaumeri</i>	4.26	1.74	3.70	9.70
<i>N. salicifolia</i>	0.56	0.87	1.85	3.29
<i>C. gaumeri</i>	3.09	2.61	1.85	7.56
<i>G. sepium</i>	1.81	2.61	3.70	8.13
<i>L. latisiliquum</i>	12.09	3.48	5.56	21.13
<i>P. piscipula</i>	0.79	0.87	1.85	3.51
<i>P. yucatanum</i>	2.31	2.61	5.56	10.47
<i>B. bucidaefolia</i>	1.55	4.35	5.56	11.45
<i>F. cotinifolia</i>	5.49	1.74	3.70	10.93
<i>T. racemosa</i>	0.78	6.96	5.56	13.29
<i>C. cozumelensis</i>	0.85	1.74	3.70	6.30
<i>C. spicata</i>	0.27	1.74	3.70	5.72
<i>G. floribundum</i>	0.44	2.61	1.85	4.90
<i>D. lateriflora</i>	2.15	0.87	1.85	4.88
<i>G. combsii</i>	1.78	1.74	1.85	5.37
<i>E. diphylla</i>	10.01	6.96	7.41	24.37
<i>T. paucidentata</i>	1.67	4.35	5.56	11.58
<i>M. zapota</i>	0.00	8.70	7.41	16.10
<i>P. reticulata</i>	0.00	3.48	3.70	7.18

CR= Cobertura Relativa, DR= Densidad Relativa, FR= Frecuencia Relativa, VIR= Valor de Importancia Relativa



**Figura IV.21.** Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo registrado dentro del área de estudio.

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbóreo dentro del predio bajo estudio:

**Tabla IV.12.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de las especies del estrato arbóreo del predio bajo estudio.

Nombre científico	Número individuos	Abundancia relativa ( $p_i$ )	$\ln(p_i)$	$V=-(p_i) \times \ln(p_i)$
<i>M.brownei</i>	26	0.226	-1.4868	0.3362
<i>C. gaumeri</i>	1	0.009	-4.7449	0.0413
<i>C. readii</i>	4	0.035	-3.3586	0.1168
<i>C. dodecandra</i>	3	0.026	-3.6463	0.0951
<i>B. simaruba</i>	12	0.104	-2.2600	0.2358
<i>V. gaumeri</i>	2	0.017	-4.0518	0.0705
<i>N. salicifolia</i>	1	0.009	-4.7449	0.0413

Nombre científico	Número individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
<i>C. gaumeri</i>	3	0.026	-3.6463	0.0951
<i>G. sepium</i>	3	0.026	-3.6463	0.0951
<i>L. latisiliquum</i>	4	0.035	-3.3586	0.1168
<i>P. piscipula</i>	1	0.009	-4.7449	0.0413
<i>P. yucatanum</i>	3	0.026	-3.6463	0.0951
<i>B. bucidaefolia</i>	5	0.043	-3.1355	0.1363
<i>F. cotinifolia</i>	2	0.017	-4.0518	0.0705
<i>T. racemosa</i>	8	0.070	-2.6655	0.1854
<i>C. cozumelensis</i>	2	0.017	-4.0518	0.0705
<i>C. spicata</i>	2	0.017	-4.0518	0.0705
<i>G. floribundum</i>	3	0.026	-3.6463	0.0951
<i>D. lateriflora</i>	1	0.009	-4.7449	0.0413
<i>G. combsii</i>	2	0.017	-4.0518	0.0705
<i>E. diphylla</i>	8	0.070	-2.6655	0.1854
<i>T. paucidentata</i>	5	0.043	-3.1355	0.1363
<i>M. zapota</i>	10	0.087	-2.4423	0.2124
<i>P. reticulata</i>	4	0.035	-3.3586	0.1168
				<b>H'= 2.7713</b>

**Tabla IV.13.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbóreo del predio bajo estudio.

ESTRATOARBÓREO	
RIQUEZA (S)	24
H' CALCULADA	2.77
H' MAXIMA=Ln (S)	3.18
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.87
H MAX-H CAL	0.41

El estrato arbóreo del ecosistema de vegetación de selva mediana subperennifolia presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 24 especies, las cuales poseen una distribución de 0.87, con el cual se puede afirmar la escasa dominancia de ciertas especies. Las especies de mayor importancia en el estrato arbóreo dentro del predio bajo estudio fueron las siguientes: *M. brownie* (69.05%), *B. simaruba* (24.40%), *E. diphylla* (24.37%), *L. latisiliquum* (21.13%), *M. zapota* (16.10%), *T. racemosa* (13.29%), *T.*

*paucidentata* (11.58%), *B. bucidaefolia* (11.45%) *F. cotinifolia* (10.93%) y *P. yucatanum* (10.47%).

La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato arbóreo dentro del predio es de 3.18 y la H' calculada fue de 2.77, lo que nos indica que nuestro estrato se encuentra en camino a alcanzar la máxima diversidad esperada.

**Usos de vegetación en la zona (especies de uso local y de importación para etnias o grupos locales y especies de interés comercial).**

La mayor parte de las especies vegetales registradas en este estudio, son comunes en la región. Algunas de las especies registradas son de importancia local o regional, y son aprovechadas por los pobladores de la zona. Entre los principales usos que se observan en la zona es el de la leña, melíferas, medicinales, estructura habitacional (horcones y soportes) y cerco vivo, principalmente.

**Tabla IV.14.** Usos de algunas plantas observadas en el sitio.

ESPECIE	USOS
<i>Bursera simaruba</i>	Ritual; melífera; artesanal; aromático, entre otros.
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Construcción de casas, bastones, melífera
<i>Exothea diphylla</i>	Leña; forraje.
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Forrajera; melífera; maderable.
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Medicinal; maderable; melífera; forrajera.
<i>Manilkara zapota</i>	Infusión; Comestible; Maderable; Ornamental.
<i>Metopium brownei</i>	Medicinal; construcción.
<i>Piscidia piscipula</i>	Medicinal; maderable; melífera.
<i>Thouinia paucidentata</i>	Medicinal; Melífera.

**PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES VEGETALES BAJO EL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN LEGAL, DE ACUERDO CON LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL Y OTROS ORDENAMIENTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y DE INFLUENCIA. NOM-059-SEMARNAT-2010.**

En el área de estudio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF fue registrada 1 especie catalogada como amenazada (*Coccothrinax readii*) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otro lado, se registraron 8 especies (*Coccothrinax readii*, *Cascabela gaumeri*, *Caesalpinia gaumeri*, *Platymiscium yucatanum*, *Coccoloba cozumelensis*, *Coccoloba spicata*, *Exothea diphylla*, y *Thouinia paucidentata*) endémicas de la región y de amplia distribución en todo la península de Yucatán e inclusive fuera de sus límites.

## CONCLUSIONES PARTICULARES

La superficie del polígono bajo estudio donde se llevará a cabo el CUSTF para el establecimiento del proyecto “**Aldea Maya**”, corresponde a una zona anteriormente impactada, debido a la cercanía de la población de Tulum y la constante presencia humana y tránsito de vehículos que se origina del continuo crecimiento de la mancha urbana de dicha población, así como afectada también, por eventos climáticos extremos como los huracanes, actualmente se encuentra cubierta por una vegetación secundaria predominantemente arbustiva-arbórea derivada de selva mediana subperennifolia con un grado de recuperación medio.

Dentro del área pretendido para el CUSTF únicamente fue registrada una especie (*Coccothrinax readii*) de flora silvestre catalogados en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, fueron registradas 8 especies endémicas de amplia distribución en la región.

Cabe señalar que los muestreos se realizaron en época de secas, por lo que la cantidad especies herbáceas y trepadoras es menor a la que puede observarse en la temporada de lluvias.

No obstante, es importante comentar que el sitio estudiado no se considera un área o zona crítica para la conservación; asimismo, el proyecto no afectará ni comprometerá el ecosistema presente en la zona.

### b) Fauna:

En los siguientes apartados se muestran las técnicas de muestreo y registro utilizadas para caracterizar la fauna dentro del predio bajo estudio, así como también las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos vigentes aplicables. A continuación se presentan las metodologías aplicadas para cada grupo de fauna del área de estudio:

Con el fin de conocer de manera precisa las especies de vertebrados presentes en el predio se procedió a realizar una valoración de la fauna silvestre. Durante 2 días se aplicó un recorrido 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; mientras que en los días siguientes se realizaron los muestreos utilizando el método de Transectos en franja para los grupos faunísticos de Anfibios, Reptiles y Mamíferos; mientras que para las aves se realizaron mediante la técnica de Puntos de conteo.

**Metodologías de muestreo aplicadas.** Las metodologías empleadas consisten en el registro directo de las especies tal como la observación directa o visual (anfibios, reptiles, aves, mamíferos) y la auditiva (para el caso de aves). Los registros indirectos (huellas, excretas, madrigueras, huesos, entre otros) se contemplaron únicamente para realizar los listados totales y verificar la presencia de aquellas especies que no pudieran ser registradas mediante métodos directos. Todo esto enfatizado de manera especial sobre las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables en el área del proyecto.

Las metodologías específicas para el muestreo de cada grupo de fauna se describen a continuación:

### Anfibios y Reptiles

La verificación en campo de anfibios y reptiles se realiza mediante el método de transectos en franja con un ancho de banda fijo de 4 metros (dos metros por lado). La distancia total de los transectos fue de 120 m para ambos grupos.

Para el grupo de anfibios, se consideraran los registros únicamente en las primeras horas del día (07:00 a 10:00 hrs). Para el caso de los reptiles se establecieron transectos diurnos (día y tarde) entre los horarios de 11:00 hrs a 14:00 hrs y de 15:00 hrs a 17:00 hrs. Que son los horarios en que presentan mayor actividad estos grupos. En total se muestrearon 6 transectos (**Tabla IV.15 y Figura IV.22**) cubriendo una distancia total de 120 m lineales y abarcando un área de 720 m<sup>2</sup>.

Durante los recorridos se realizó una búsqueda exhaustiva de cada individuo, revisando entre la hojarasca, de bajo de troncos, piedras y sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos. 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) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad (CONABIO, 2012).

### Aves

Para el caso de aves se realizaron puntos de conteo con radio fijo. Este método es descrito por Bibby, y colaboradores (1993) y es uno de los más empleados por investigadores, ya que facilita la identificación de un mayor número de especies. Así mismo, el método permite estimar con mayor precisión las abundancias relativas y/o las densidades de las especies de aves, y comparar las poblaciones de una o varias especies en un hábitat por más heterogéneo que este sea (Wunderle, 1994 y Whitman *et al.*, 1997).

Para asegurar el registro de todas las especies e individuos dentro de los puntos de conteo, y considerando la densidad de la vegetación al interior del predio, se definió un radio fijo con una distancia reducida de 15 m, tal como lo sugiere Wunderle (1994). De esta manera se evita pasar por alto aquellas especies pequeñas o sigilosas, difíciles de detectar.

La identificación de las especies fue por observación directa (visual) e indirecta (auditiva) y con ayuda de las guías de campo para especies residentes (Howell y Webb, 1994) y para especies migratorias (Nacional Geographic society, 1987 y Sibley, 2003). La nomenclatura empleada fue la propuesta por la Unión Ornitológica americana (2002) (AOU, por sus siglas en inglés).

Para conocer la riqueza de especies que hacen uso directo de la vegetación y del terreno se contabilizó en cada punto, de manera visual y auditiva, a todos los individuos presentes dentro del punto de conteo, por un periodo de 10 minutos.

En total se establecieron 12 puntos de conteo (**Tabla IV.16** y **Figura IV.22**). Cada punto de conteo cubrió una superficie de 706.86 m<sup>2</sup>, considerando los 12 puntos se cubrió un área efectiva de muestreo de 8,482.32 m<sup>2</sup> (0.84 ha).

Los muestreos se realizaron durante los horarios de mayor actividad de las aves, por las mañanas de las 06:00 a 10:00 hrs y en las tardes de 17:00 a 19:00 hrs.

### **Mamíferos medianos**

La presencia de los mamíferos (exceptuando roedores y quirópteros) se registró mediante métodos directos (observaciones diurnas y nocturnas) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos).

La presencia de los mamíferos de talla mediana y grande fue registrada mediante métodos directos (observaciones diurnas y nocturnas) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (1997) y Aranda (2000).

La estimación de las abundancias y densidades se efectuó en base al número de registros obtenidos de manera visual, empleando el método de transecto en franja descrito por Mandujano y Aranda (1993) y Aranda (2000).

Durante el presente estudio se realizaron 6 transectos (**Tabla IV.15** y **Figura IV.22**) con una longitud de 20 m. Los transectos fueron realizados dentro del terreno y de la vegetación

presente, se definió un ancho de banda de 5 m por cada lado para con ello poder estimar las densidades de las especies registradas.

En total se obtuvieron 120 m lineales con un ancho de banda de 10 m, abarcando una superficie de 1200 m<sup>2</sup>. Los recorridos se realizaron de día (07:00 a 11:00 hrs y 13:00 a las 19:00 hrs).

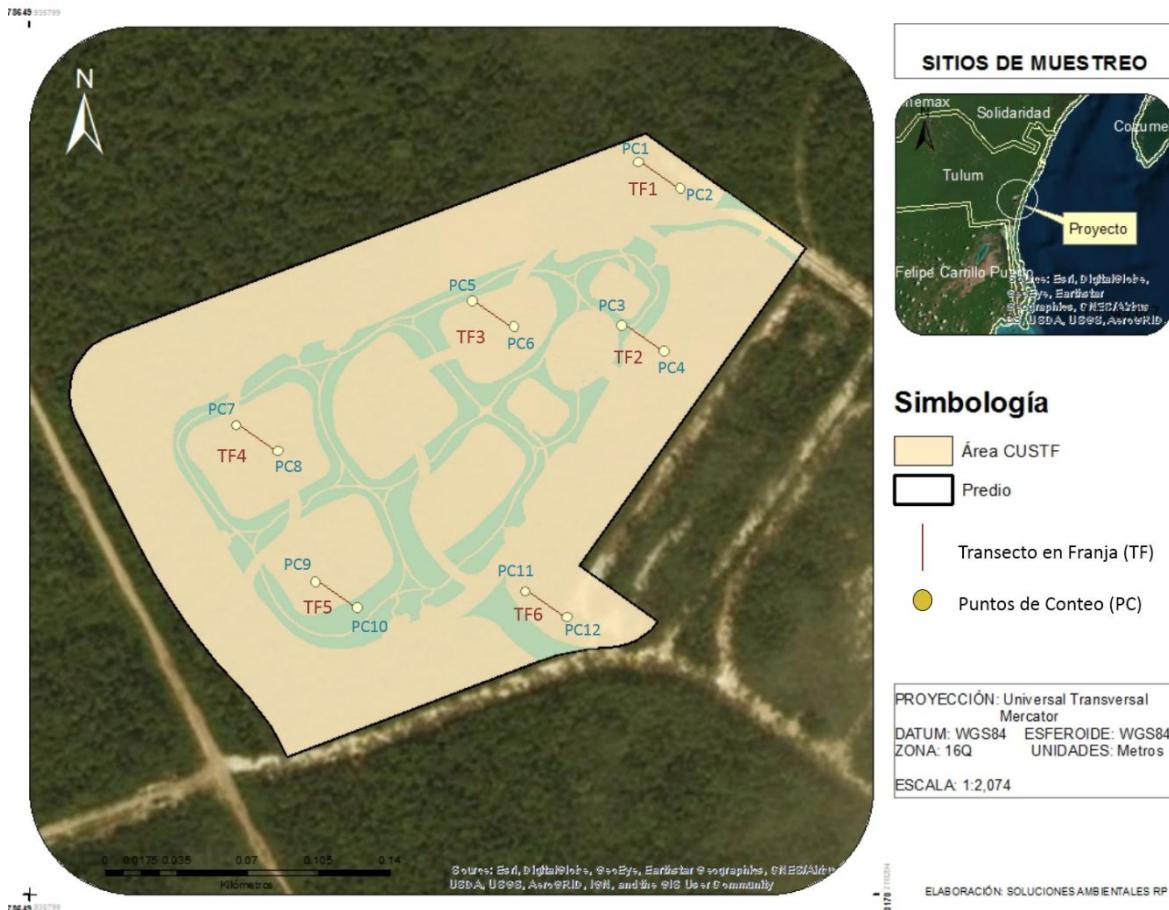
A continuación se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo trazadas para el muestreo de la fauna silvestre presente dentro del predio bajo estudio, tal como sigue:

**Tabla IV.15.** Coordenadas de los puntos de inicio y fin de cada transecto establecido para el muestreo.

TRANSECTOR	INICIO		FINAL	
	X	Y	X	Y
1	451422.00	2233918.00	451440.00	2233905.00
2	451424.00	2233845.00	451440.00	2233832.00
3	451350.00	2233852.00	451368.00	2233839.00
4	451236.00	2233808.00	451252.00	2233796.00
5	451274.00	2233729.00	451290.00	2233715.00
6	451361.00	2233706.00	451377.00	2233693.00

**Tabla IV.16.** Coordenadas de los puntos de muestreo establecidos para el grupo de aves.

PUNTO DE CONTEO	X	Y
PC1	451422.00	2233918.00
PC2	451440.00	2233905.00
PC3	451424.00	2233845.00
PC4	451440.00	2233832.00
PC5	451350.00	2233852.00
PC6	451368.00	2233839.00
PC7	451236.00	2233808.00
PC8	451252.00	2233796.00
PC9	451274.00	2233729.00
PC10	451290.00	2233715.00
PC11	451361.00	2233706.00
PC12	451377.00	2233693.00



**Figura IV.22.** Ubicación de los transectos en franja y los puntos de conteo trazados para el muestreo de la fauna silvestre.

- **PARÁMETROS EVALUADOS.**

**Riqueza de especies.** Para conocer la riqueza de las especies, se definieron los sitios de muestreo con el fin de que representen de manera homogénea los fragmentos de vegetación presentes al interior del predio. Durante la aplicación de las metodologías ya descritas, se anotaron las especies que eran observadas dentro y fuera de los transectos y/o puntos de conteo. Así mismo se consideraron datos sobre registros indirectos como es el caso de huellas, excretas, madrigueras, entre otros con el fin de poder confirmar la presencia del mayor número de especies.

**Abundancia.** Expresada como el número total de individuos encontrados en un área determinada.

**Densidad e índice de abundancia relativa.** La densidad de las diferentes especies se refleja cómo número de individuos por unidad de área.

Para la metodología de transecto en franja se empleó la siguiente fórmula:

$$D = \frac{n}{(L)(2 * w)} (fc)$$

**Dónde:**

D= Densidad

n= Promedio del número de individuos registrados dentro del transecto

L= Largo total de los transectos en metros

w= Ancho del transecto en metros

fc= Factor de conversión.

Para la metodología de puntos de conteos se empleó la siguiente fórmula:

$$D = \frac{n}{(3.1416)(r^2)(30)} (fc)$$

**Dónde:**

D= Densidad

n= Promedio del número de individuos registrados dentro de los puntos de conteo

r= Radio del punto de conteo

fc= Factor de conversión

Asimismo, dichos datos sirvieron para la realización de las estimaciones de los índices de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y equidad de Pielou (J) por grupos de fauna silvestre, tomando en cuenta lo siguiente:

**Índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ):** es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies un determinado hábitat. Porque considera que los individuos son muestreados al azar y todas las especies están representadas en las muestras (Moreno 2001). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum P_i * \ln P_i$$

**Dónde:**

$H'$  = Índice de Shannon-Wiener

$P_i$  = Abundancia relativa

$\ln$  = Logaritmo natural

**Índice de Equidad de Pielou (J):** mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$$J = H'/H' \text{ máx}$$

**Dónde:**

J= Índice de equidad de Pielou

H'= Índice de diversidad de Shannon-Wiener

H' máx.=  $\ln (S)$

S= Número de especies

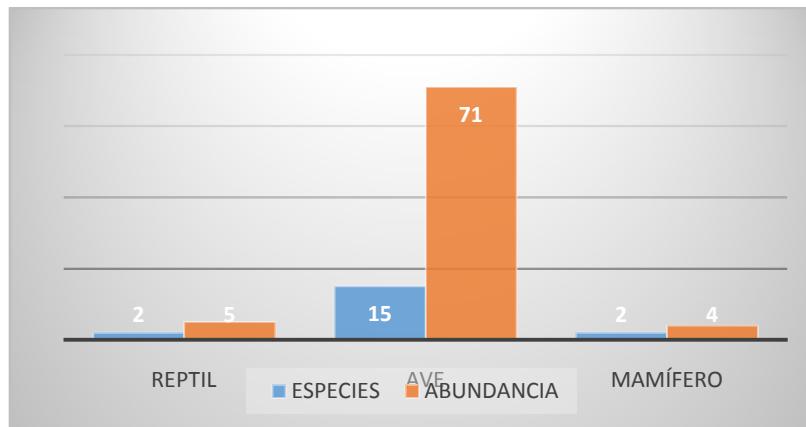
Los datos de los muestreos de campo fueron capturados en una base de datos en Excel para posteriormente obtener datos de composición, estructura y diversidad por grupos de fauna silvestre.

Los resultados más importantes de estos muestreos se pueden observar a continuación:

- **RESULTADOS DEL MUESTREO**

Los resultados más importantes en cuanto a la composición, estructura y diversidad de la fauna silvestre registrada en el predio es el siguiente:

A través de los muestreos se pudo registrar un total de 18 especies de fauna silvestre distribuido en 17 géneros, perteneciente a 14 familias. La riqueza específica registrada en el predio se encuentra conformada por 2 especies de reptiles, 15 aves y 2 mamíferos, tal como a continuación se puede observar en la siguiente figura:



**Figura IV.23.** Distribución de la riqueza y abundancia dentro de los grupos de fauna silvestre registrada en el predio.

A continuación se presenta los resultados por grupos de vertebrados.

### Anfibios

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que, estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. Debido a que los muestreos se realizaron en época de secas, no se encontró ningún individuo.

### Reptiles

Se verifico la presencia de 2 especies de reptiles dentro los sitios de muestreo. Estos registros representan el 10.5% de todos los registros obtenidos. A continuación se presenta los resultados de la estimación de las abundancias, densidades y la diversidad de las especies:

**Tabla IV.17.** Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos.

ESPECIE	ABT	DEN	$p_i$	$\ln(p_i)$	$H' = -(p_i) \times \ln(p_i)$
<i>Holcosus undulata</i>	1	2.50	0.200	-1.6094	0.3219
<i>Ctenosaura similis</i>	4	7.50	0.800	-0.2231	0.1785
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>10.00</b>			<b>0.5004</b>

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; ( $p_i$ ): abundancia relativa LN: logaritmo natural;  $H'$ : fórmula de Shannon Wiener.

Como se puede observar la especie *Ctenosaura similis* presentó la mayor abundancia con 4 individuos registrados en el muestreo y una densidad de 7.50 ind/ha.

En lo que respecta a la especie presente en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registró la especie Amenazada (*Ctenosaura similis*).

Este grupo faunístico presenta una distribución de  $J'=0.72$ , con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es alta. La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 0.69 y la  $H'$  calculada fue de 0.50, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra prácticamente lejos de la máxima diversidad esperada dentro del predio.

**Tabla IV.18.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en el predio.

REPTILES	
RIQUEZA (S)	2
H' CALCULADA	0.50
H' MÁXIMA=Ln (S)	0.69
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.72

Estas dos especies son muy comunes en la Península de Yucatán y de amplia distribución (Lee, 2000).

### Aves

Dentro de los puntos de conteo trazados dentro del predio fueron registradas 15 especies de aves, tal como a continuación se puede observar:

**Tabla IV.19.** Abundancias totales, densidad de las especies de aves verificadas al interior de los puntos de conteo.

ESPECIE	ABT	DEN	$p_i$	$\ln(p_i)$	$H' = -(p_i) \times \ln(p_i)$
<i>Habia fuscicauda</i>	1	0.30	0.014	-4.2627	0.0600
<i>Columbina talpacoti</i>	8	1.21	0.113	-2.1832	0.2460
<i>Zenaida asiática</i>	3	0.91	0.042	-3.1641	0.1337
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	29	0.91	0.408	-0.8954	0.3657
<i>Piaya cayana</i>	1	0.30	0.014	-4.2627	0.0600
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	5	1.21	0.070	-2.6532	0.1868
<i>Quiscalus mexicanus</i>	8	0.91	0.113	-2.1832	0.2460
<i>Icterus auratus</i>	2	0.61	0.028	-3.5695	0.1006
<i>Icterus gularis</i>	2	0.61	0.028	-3.5695	0.1006
<i>Mimus gilvus</i>	3	0.91	0.042	-3.1641	0.1337
<i>Eumomota superciliosa</i>	1	0.30	0.014	-4.2627	0.0600
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	1	0.30	0.014	-4.2627	0.0600
<i>Trogon melanocephalus</i>	1	0.30	0.014	-4.2627	0.0600
<i>Contopus cinereus</i>	3	0.61	0.042	-3.1641	0.1337
<i>Tyrannus melancholicus</i>	3	0.61	0.042	-3.1641	0.1337
<b>TOTAL</b>	<b>71</b>	<b>10.00</b>			<b>2.0806</b>

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; ( $p_i$ ): abundancia relativa LN: logaritmo natural; H': formula de Shannon Wiener.

Como se puede observar, las especies con mayor abundancia fueron: *Cyanocorax yucatanicus*, *Columbina talpacoti* y *Quiscalus mexicanus* con valores de 29 y 8 individuos en el registro y con las mayores densidades de entre 40.85, y 11.27 ind/ha.

Es importante mencionar, que dentro del área de estudio no fue registrada especie alguna catalogada bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Con respecto a las especies endémicas a la provincia biótica de la Península de Yucatán fueron registradas 3 especies: *Cyanocorax yucatanicus*, *Icterus auratus* y *Melanerpes pygmaeus*.

Por otra parte la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 2.71 y la  $H'$  calculada fue de 2.08, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio. Este grupo poseen una distribución de  $J'=0.77$ , con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

**Tabla IV.20.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves en el predio.

AVES	
RIQUEZA (S)	15
$H'$ CALCULADA	2.08
$H'$ MÁXIMA=Ln (S)	2.71
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.77

Todas estas especies resultan ser muy comunes de las selvas tropicales de la Península de Yucatán (Howell y Web, 1995) y a pesar de algunas de ellas suelen ser avistadas en la mayoría de las ocasiones en áreas con mayor grado de recuperación y conservación., también, se han adaptado en fragmentos con vegetación semiabierta y de sucesiones secundarias en etapas tempranas de recuperación.



**Figura IV.24.** Ejemplar de *Cyanocorax yucatanicus* dentro del área de muestreo.

### Mamíferos

Se verifico la presencia de 2 especies de mamíferos, estos muy comunes de la Península de Yucatán.

**Tabla IV.21.** Abundancias, frecuencias y densidades de las especies de mamíferos medianos observados al interior de los transectos.

ESPECIE	ABT	DEN	$p_i$	$\ln(p_i)$	$H' = -(p_i) \times \ln (p_i)$
<i>Sciurus deppei</i>	1	3.33	0.250	-1.3863	0.3466
<i>Canis lupus</i>	3	6.67	0.750	-0.2877	0.2158
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>10.00</b>			<b>0.5623</b>

ABT: abundancia total; DEN: densidad por kilómetro cuadrado; ( $p_i$ ): abundancia relativa LN: logaritmo natural;  $H'$ : formula de Shannon Wiener.

Con base en la información de campo permiten indicar que son dos las especies (*Sciurus deppei* y *Canis lupus*) de mamíferos con mayor abundancias y densidad. Las densidades fueron de 3.33 y 6.67 ind/km<sup>2</sup>.

Dentro del predio bajo estudio no fue registrada especie alguna de mamífero catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Tampoco fueron registradas especies endémicas de la región.

**Tabla IV.22.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos en el predio.

MAMÍFEROS	
RIQUEZA (S)	2
H' CALCULADA	0.56
H' MÁXIMA=Ln (S)	0.69
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.81

La máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 0.69 y la H' calculada fue de 0.56, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra prácticamente lejos de la máxima diversidad esperada dentro del predio. Este grupo poseen una distribución de J'=0.81, con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es alta.

- *Especies existentes en el predio. Proporcionar nombres científicos y comunes y destacar aquéllas que se encuentren en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, en veda, en el calendario cinegético, en otros ordenamientos aplicables (CITES; convenios internacionales, etcétera) en el área de estudio y de influencia, o que sean especies indicadoras de la calidad del Ambiente.*

En cuanto a las especies catalogadas dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, fue registrada la presencia de una especie, una amenazada (*Ctenosaura similis*). En cuanto a las especies catalogadas dentro de **Apéndice III** (CITES 2017), fue registrada la presencia de una especie (*Sciurus deppei*).

En cuanto a especies endémicas se verificó la presencia de 3 de ellas: *Cyanocorax yucatanicus*, *Icterus auratus* y *Melanerpes pygmaeus*.

## ANÁLISIS DE LA FAUNA ENCONTRADA

De acuerdo a los resultados presentados se puede indicar que la mayoría de las especies verificadas dentro del predio se consideran especies generalistas y sin necesidades específicas para la alimentación, reproducción y anidación. Muchas de estas especies han sido descritas como comunes de las selvas tropicales, incluidas las selvas bajas y medianas, en algunos de los casos están asociadas a selvas con cierto avance de recuperación como es el caso de especies como la lagartija arcoíris (*H. undulatus*) y el carpintero yucateco (*M. pygmaeus*), (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000; Chable-Santos, et al., 2006; Gonzalez-Martinez, 2006; Chable-Santos, 2009; Herrera-González, 2009; Chable-Santos y Sosa-Escalante, 2010).

Por otra parte, a pesar de que muchas de estas especies son más frecuentes de observar en selvas con algún grado de recuperación como acahuales, muchas veces presentan una gran capacidad para adecuarse a selvas con etapas tempranas de recuperación. En mucho de los casos estas especies pueden llegar a adaptarse a fragmentos reducidos de selvas y con un alto grado de perturbación como son las áreas cercanas a las zonas urbanas y rurales (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000; Chable-Santos, *et al.*, 2006).

## CONCLUSIONES PARTICULARES

Por lo que se pude concluir que el sitio del proyecto y su área de influencia directa no conforman alguna zona de reproducción y/o alimentación significativa de fauna terrestre relevante o en riesgo, debido a la perturbación previa, así como las actividades que tienen lugar en el área y sus colindancias, se considera que las especies de fauna utilizan el área como zona de paso. Por lo tanto, la afectación que pudiera tener la implementación del proyecto sobre ellas será mínima.

Por otro lado, las zonas de reproducción y/o anidación importantes del Estado de Quintana Roo, así como los ANPs, Corredores Biológicos, AICAS, Zonas RAMSAR de importancia se encuentran en dirección este y sur respecto al predio.

### IV.2.3 Medio socioeconómico.

**Demografía.** Desde el 13 de marzo de 2008, la ciudad de Tulum se ha integrado como la cabecera del municipio del mismo nombre y está situada en 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 eficientar 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, la ciudad de Tulum cuenta con una población total de 24.212 habitantes, los cuales están repartidos en 12,401 hombres y 11,811 mujeres. Para esta ciudad la dotación de servicios e infraestructura con que cuenta es limitada, es por ello que se ha jerarquizado como un Centro integrador micro-regional, el cual tiene la función de complementar los servicios ofrecidos por los centros más pequeños ubicados en su área de influencia.

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.

A pesar que las mujeres en Tulum tiene 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.

**Vivienda.** El total de viviendas en el municipio es de 7,629 de las cuales la mayoría (7628) son casas, con un cuarto o piezas (3,218) y con un dormitorio (5,156) (Tablas IV.4, IV.5 y IV.6).

**Tabla IV.23.** Viviendas habitadas por tipo de vivienda en el municipio de Tulum, Quintana Roo en 2010 (INEGI, 2010; SNIM, 2013). (1) Incluye viviendas particulares y colectivas.

Tipos de vivienda	Número de viviendas habitadas	%
<b>Total viviendas habitadas<sup>(1)</sup></b>	7,629	100.00
Vivienda particular	7,628	99.99
Casa	6,069	79.55
Departamento en edificio	393	5.15
Vivienda o cuarto en vecindad	923	12.10
Vivienda o cuarto en azotea	2	0.03
Local no construido para habitación	11	0.14
Vivienda móvil	1	0.01
Refugio	0	0
No especificado	229	3.00
<b>Vivienda colectiva</b>	<b>1</b>	<b>0.01</b>
1 cuarto	3,218	43.08
2 cuartos	1,926	25.78
3 cuartos	1,277	17.10
4 cuartos	534	7.15
5 cuartos	231	3.09
6 cuartos	86	1.15
7 cuartos	27	0.36
8 cuartos	14	0.19
9 y más cuartos	18	0.24

**Tabla IV.24.** Viviendas particulares habitadas por número de dormitorios en el municipio de Tulum, Quintana Roo en 2010 (INEGI, 2010; SNIM, 2013).

Número de dormitorios	Número de viviendas particulares habitadas	%
<b>1 dormitorio</b>	<b>5,156</b>	<b>69.02</b>
<b>2 dormitorios</b>	<b>1,660</b>	<b>22.22</b>
<b>3 dormitorios</b>	<b>382</b>	<b>5.11</b>
<b>4 dormitorios</b>	<b>105</b>	<b>1.41</b>
<b>5 y más dormitorios</b>	<b>43</b>	<b>0.58</b>

En el municipio del número de viviendas particulares habitadas (7628), el 99.6% cuentan con energía eléctrica, el 97.46% con agua entubada, el 98.85% con drenaje y el 97.46% cuentan con los 3 servicios (Tabla IV.25).

**Tabla IV.25.** Viviendas particulares habitadas por tipo de servicios con los que cuentan, en el municipio de Tulum, Quintana Roo en 2010 (INEGI, 2010; SNIM, 2013).

Tipo de servicio	Número de viviendas particulares habitadas	%
<b>Disponen de excusado o sanitario</b>	199,394	99.21
<b>Disponen de drenaje</b>	198,667	98.85
<b>No disponen de drenaje</b>	1,922	0.96
<b>No se especifica disponibilidad de drenaje</b>	391	0.19
<b>Disponen de agua entubada de la red pública</b>	199,252	99.14
<b>No disponen de agua entubada de la red pública</b>	1,360	0.68
<b>No se especifica disponibilidad de drenaje de agua entubada de la red pública</b>	368	0.18
<b>Disponen de energía eléctrica</b>	200,175	99.60
<b>No disponen de energía eléctrica</b>	668	0.33
<b>No se especifica disponibilidad de energía eléctrica</b>	137	0.07
<b>Disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica</b>	195,882	97.46
<b>Disponen de excusado o sanitario</b>	199,394	99.21

## 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 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 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 se cuenta con una Central Camionera con rutas y servicios de Primera y Segunda clase.

- **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.

## Servicios públicos.

- **Drenaje y alcantarillado.**

En la población de Tulum 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 el caso de la ciudad de Tulum cuenta con un relleno sanitario, mismo que está ubicado a 14 kilómetros al sur del 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.

- **Agua potable.**

En el caso de Tulum el agua se extrae de un serie de pozos profundos que se ubican a aproximadamente 10 Km al oeste del poblado sobre la carretera a Coba. El agua se bombea a un tanque elevado y se distribuye por gravedad hasta las casas habitación.

- **Energéticos (combustibles).**

El suministro de energéticos en la región se realiza a través de 5 Estaciones de Servicio, 3 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.

- **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.

- **Planta de tratamiento de Aguas residuales.**

Actualmente en la ciudad, las aguas residuales colectadas son tratadas a por medio de 1 planta de tratamiento una capacidad de tratamiento de 120 litros por segundo.

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.

### **Salud y seguridad social.**

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.

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 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.

## 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.26.** Alumnos, docentes y escuelas en el municipio de Tulum (ciclo escolar 2010-2011).

NIVEL/MODALIDAD	ALUMNOS	DOCENTES	ESCUELAS
<b>Especial</b>	128	6	0
<b>Prescolar</b>	1418	53	24
<b>Primaria</b>	4,245	135	25
<b>Secundaria</b>	1,624	83	11
<b>Media</b>	845	31	4
<b>Superior</b>	76	20	1
<b>Total</b>	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, preservar nuestras 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.

### **Índice de marginación.**

El grado de marginación en el municipio se considera bajo, con un índice del -0.7611, ocupando el lugar 4 a nivel estatal y 1,843 a nivel nacional (CONAPO, 2010).

### **Actividades económicas.**

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.

### **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 nos 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 incorporarlos. 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 cuanto 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 cabe 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 m<sup>3</sup> 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.

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.

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.2.4 Paisaje

El paisaje del sitio se encuentra dominado por una zona urbanizada, con casas habitación y edificios de condominios residenciales. Por lo que considerando lo anterior, se realiza el análisis del paisaje del sitio de acuerdo a las siguientes cualidades:

- **Visibilidad** (espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada). El proyecto se encuentra ubicado dentro de un complejo residencial en el cual, a pesar de que hay áreas que ya cuentan con edificios de condominios, comercios, vialidades y áreas comunes, aún hay zonas que se encuentran en construcción. Sin embargo, el acceso al complejo se encuentra controlado por casetas de vigilancia. De tal manera que se considera que posee visibilidad baja.
- **Calidad paisajística** (características intrínsecas del sitio, calidad visual del entorno inmediato, y la calidad del fondo escénico). Como ya se mencionó, el proyecto se encuentra enclavado dentro de un complejo residencial, con áreas ya en operación, zonas en construcción y zonas que poseen vegetación secundaria derivada de selva mediana, también se pueden observar especies vegetales de uso ornamental, sobre todo en áreas comunes, áreas verdes y camellones del complejo.

Todo lo anterior determina la diversidad faunística por lo que se encuentran más bien especies generalistas y oportunistas que pueden sobrevivir en este entorno. Se puede considerar que la implementación del proyecto mantendrá la calidad paisajística del sitio.

- **Fragilidad** (capacidad del paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él.). Considerando las condiciones actuales del predio y del área de influencia del mismo, podemos decir que el paisaje posee fragilidad baja, ya que los cambios que experimentará serán adecuados al paisaje existente siendo congruente con los usos de suelo permitidos en el sitio.



**Figura IV.24.** Paisaje del sitio del proyecto. Imagen superior izquierda: edificio de departamentos y restaurante ubicado en las inmediaciones del área del proyecto, dentro del área del complejo residencial. Imagen superior derecha: vista de una vialidad presente dentro del complejo residencial. Imagen inferior izquierda: vialidad colindante con la zona sur del predio de interés. Imagen inferior derecha: vista general de la vegetación presente en el predio de interés. La composición de especies y alturas sugiere que la vegetación es secundaria, derivada de selva mediana.

#### IV.2.5. Diagnóstico ambiental

En la zona de influencia en donde se pretende llevar a cabo la implementación del presente proyecto, prevalecen condiciones de continua afectación por actividades de urbanización que reflejan el incremento continuo de la demanda residencial en la ciudad de Tulum. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en el Programa de Ordenamiento Ecológico correspondiente y en el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio.

El sitio del proyecto se ubica en una zona urbana dentro del poblado Tulum, clasificada como Zona de asentamientos humanos dentro de los usos de suelo y vegetación del INEGI (2013). Por lo tanto el sistema ambiental del proyecto consiste en una zona urbana totalmente impactada por actividades antropogénicas, e inclusive la vegetación natural del sitio ha sido removida paulatinamente.

Otro aspecto importante a considerar es que el proyecto se desarrollará en un predio que forma parte de un complejo residencial integral, inclusive en las cercanías del predio operan edificios departamentales y casas habitación de la misma naturaleza del proyecto; por lo que el proyecto también será congruente con el entorno paisajístico.

De acuerdo con los instrumentos de planeación aplicables, el desarrollo del proyecto permitirá controlar y, en su caso, mitigar los impactos adversos al ambiente, mediante la implementación de actividades, programas y medidas preventivas y/o correctivas, tales como: evitar la presencia de tiraderos clandestinos de basura, evitar la quema de la misma y defecación al ras del suelo; llevar a cabo un buen manejo de los residuos sólidos generados por la operación del proyecto; establecimiento de áreas verdes, entre otros.

La puesta en marcha del proyecto y una vez concluida su construcción, traerá consigo que esta zona en particular se incremente la oferta residencial, sin embargo, no atenta contra el desarrollo de la zona y no pone en riesgo la diversidad de especies de flora y fauna, ni la contaminación del suelo y subsuelo ocasionado por la generación de residuos sólidos y defecación al aire libre ya que existirán medidas de prevención aplicables como se mencionan en los numerales anteriores, además de que el proyecto contará con áreas verdes que mantendrán la vegetación nativa y en las cuales se reubicarán especies de flora y fauna susceptibles a ser afectadas por el proyecto, especialmente aquellas Amenazadas. Finalmente, se generarán empleos temporales y permanentes durante su construcción y operación; además de que dotará de áreas habitacionales durante su operación.

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

### V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se realizará una breve identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente podrían presentarse durante las diferentes etapas del proyecto, relacionando las acciones y actividades que produce la realización del proyecto hacia el ambiente, evaluando dichos impactos bajo algunos criterios, asignándoles una valoración a cada uno sobre determinado componente identificado.

#### V.1.1. Indicadores de impacto

En cuanto a los indicadores de impacto ambiental seleccionados para el presente proyecto, se consideraron las características físicas propias del predio en donde se pretende desarrollar la obra, las actividades representativas y otros datos particulares de las diferentes etapas de la obra y las restricciones legales establecidas en la normatividad vigente. Los indicadores se establecieron para los siguientes aspectos ambientales: agua, aire, suelo, flora y fauna; así como los no ambientales, ya sea por su importancia socioeconómica, tales como las oportunidades de empleo temporal y permanente y la calidad de vida de los pobladores en las áreas de influencia del proyecto.

#### A continuación se clasifican los indicadores ambientales

##### 1. Físico-químicos:

- **Agua:** Se verá un cambio en la calidad y en el uso del agua debido a la construcción del proyecto.
- **Suelo:** El suelo se verá impactado debido al desmonte, nivelación, compactación y excavación, así como por el paso de maquinaria pesada en el área del proyecto.
- **Calidad del aire:** Debido a las partículas suspendidas al aire, resultantes de las emisiones de la maquinaria y vehículos utilizados para el transporte de materiales para la construcción.  
También se considera la generación de polvos derivados del movimiento de tierras, circulación de vehículos en el predio y del transporte de materiales.
- **Erosión:** Se presentará erosión temporal en el sitio debido al retiro de vegetación y al movimiento de tierras.
- **Ruido:** Debido a la utilización de maquinaria y equipos, es considerada una prolongada generación de ruido.

## 2. Biológicos:

- **Cobertura vegetal:** debido al desmonte se modificará la cobertura vegetal actual del predio.
- **Fauna:** debido al retiro de vegetación y a la presencia humana se modificará el hábitat natural de la fauna, y como consecuencia se causará el desplazamiento de la misma.
- **Especies en peligro:** los trabajos de preparación del sitio podrían poner en riesgo individuos de las especies en peligro que se encuentran dentro de los límites del polígono del proyecto.

## 3. Aspectos socio-económicos:

- **Paisaje:** Se modificará el paisaje del predio, debido a los cambios que se efectuaran en el mismo por la construcción de la casa habitación. Además, se generarán empleos directos e indirectos.
- **Empleos:** Las distintas actividades del proyecto generarán empleos temporales y permanentes.
- **Demandas y prestación de servicios:** Las obras del proyecto demandarán servicios de construcción, jardinería, renta de sanitarios, renta de maquinaria, etc.; debido a lo cual, se contratarán empresas locales para su suministro.  
En este punto también se considera que el proyecto brindará un servicio al convertirse en una opción habitacional para la ciudad de Tulum.

### V.1.2. Criterios y metodologías de evaluación.

La identificación de los impactos ambientales generados por la implementación de dicho proyecto, serán fundamentadas con la experiencia en la evaluación de impactos ambientales, mediante la metodología de Leopold (1971), el cual consiste en la elaboración de una matriz en la que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados, tanto del medio natural como del medio socioeconómico que potencialmente se verían impactados y con columnas las acciones derivadas de la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas y que serán causa de los posibles impactos.

Se admiten valores que van del 1 al 5 (1 menor valor, 5 mayor valor) que corresponden a la evaluación de cada interacción de acuerdo a dos criterios:

- **Magnitud:** se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ambiente específico en que actúa, precedido por un signo (-) o de (+) para indicar si los efectos probables de las interacciones son positivos o negativos.

- **Importancia:** pondera (juicio de valor) el peso relativo de la interacción. En la matriz de impacto ambiental se incluyen únicamente aquellas etapas de proyecto que interaccionan de manera benéfica o perjudicial con el medio ambiente.

## V.2 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS IDENTIFICADOS

De acuerdo a la Matriz de Impactos (Tabla V.1.), las actividades del proyecto tendrán 132 interacciones potenciales con los factores ambientales del área del proyecto. De este total, en 85 se producirán impactos; de los cuales 48 serán negativos y 37 positivos.

A continuación se realiza una descripción de impactos ambientales conforme a su importancia y magnitud, agrupándolos de acuerdo a la etapa del proyecto en la que se presentarán:

### V.2.1. Preparación del sitio y construcción

**Desmonte y despalme.-** durante la actividad de desmonte y despalme se afectara el suelo debido a la remoción de la capa superficial, al igual que se podría presentar erosión puntual de manera temporal; con respecto a la flora y fauna se consideran impactos, ya que se realizara remoción de la cobertura vegetal afectando con esto el hábitat natural de las distintas especies de fauna habitante en el predio.

Durante esta etapa también son considerados la generación de impactos positivos, como lo son los empleos temporales, junto con la demanda de servicios.

**Excavaciones y cortes.-** en la excavación se afectará la cobertura del suelo, ya que este sufrirá modificaciones fisicoquímicas, y la calidad del aire por la generación de gases y polvos provenientes del equipo y maquinaria utilizada. Con respecto al ruido se generara una contaminación sonora producto de los quipos y maquinarias utilizadas durante la actividad. Otro impacto que se considera negativo durante la excavación es la afectación a la fauna, ya que esta sufrirá un desplazamiento y modificación de su hábitat natural.

Al igual en esta actividad se consideran los impactos positivos como lo son la generación temporal de empleos y la demanda de insumos y servicios.

**Nivelación y terracerías.-** los impactos se acentuarán en el uso de aguas, y en la calidad del suelo por el paso de vehículos. También se verá afectada la calidad del aire por la generación de gases y polvos provenientes del equipo y maquinaria utilizada. Con respecto a los impactos positivos se encuentran la generación de empleos temporales así como la demanda de insumos y servicios.

**Pavimentación de vialidades.-** Durante esta actividad se impactará el suelo por el sellamiento del mismo de manera permanente. Además, se generará ruido de manera puntual y temporal, ahuyentando de la misma manera a la fauna local.

Con respecto a los impactos positivos se encuentran la generación de empleos temporales así como la demanda de insumos y servicios.

**Cimentaciones.-** Al igual que otras actividades, durante ésta se impactará el suelo modificaciones en su estructura y remoción del mismo. Además, se generará ruido de manera puntual y temporal, ahuyentando de la misma manera a la fauna local.

Con respecto a los impactos positivos se encuentran la generación de empleos temporales así como la demanda de insumos y servicios.

**Obra civil.-** el uso de aguas durante la actividad presenta un impacto negativo leve, generando igual impactos en la calidad del suelo y la generación de ruido. Con respecto a la fauna se afectará por la modificación del hábitat natural. Además, se generarán empleos temporales y se requerirán servicios.

**Establecimiento de áreas verdes.-** Esta actividad generará dos impactos negativos mínimos, como es el aumento en el uso de aguas y la generación de ruido, el cual será temporal. Sin embargo, se verá beneficiado el suelo ya que se conservarán sus características originales y se evitará y/o reducirá la erosión en las áreas donde se mantenga vegetación. Se favorecerá mantener cobertura vegetal así como hábitat de fauna local. También se propiciará de sitios de reubicación de especies en peligro. El paisaje se verá favorecido por el mantenimiento de áreas verdes en armonía con las áreas residenciales.

También se generarán empleos temporales y requerimiento de servicios.

**Generación de residuos sólidos.-** se generarán residuos vegetales, resultado de la limpieza y remoción de especies de flora la dispersión de los mismos y el manejo inadecuado de los residuos sólidos podría afectar la calidad de aire y contaminación del suelo. Para la fauna este mal manejo se refleja en la abundancia y proliferación de fauna nociva. La vista escénica de la zona se vería afectada.

Durante esta actividad también son generados impactos positivos por la generación de empleos temporales y fijos, al igual que la demanda de insumos y servicios.

**Generación de aguas residuales.-** la afectación se vería reflejada en la calidad de agua, por la contaminación del manto freático y contaminación del suelo por la infiltración de líquidos no deseados.

Durante esta actividad también son generados impactos positivos por la demanda de servicios de renta de sanitarios portátiles.

**Limpieza de obra.-** Durante esta actividad se utilizará agua, por lo que se aumentará el uso de la misma; sin embargo este impacto será temporal y mínimo. Por otro lado, se generarán polvos y ruido de manera temporal y puntual, por lo que no se consideran impactos significativos.

Por otro lado, los impactos positivos se presentarán en la calidad del suelo ya que se removerán todos los residuos que puedan estar depositados de manera inadecuada sobre el mismo, también se evitará la proliferación de fauna nociva y se favorecerá la calidad paisajística. Además, son generados impactos positivos por la generación de empleos temporales y fijos, al igual que la demanda de insumos y servicios.

### V.2.3. Operación y mantenimiento

**Operación del proyecto.-** Durante la operación del proyecto se generará ruido de manera permanente, aunque por el tipo de actividades que se llevarán a cabo no se prevé que sea elevado y significativo, de la misma manera, se afectará la fauna nativa por que tendrán que desplazarse hacia otro lugar. También se presentará afectación al paisaje, aunque no se considera significativo porque se integrará al tipo de paisaje presente en el complejo residencial.

Se generarán impactos positivos debido al establecimiento de empleos temporales y fijos, al igual que la demanda de insumos y servicios durante toda la operación.

**Mantenimiento.-** en el mantenimiento se verá reflejado en uso en el agua, así como afectaciones por la generación de ruido puntual y temporal.

Esta actividad generará muchos impactos benéficos ya que el mantenimiento de las instalaciones en correcto funcionamiento, incluyendo vialidades y áreas verdes prevendrán la erosión y la pérdida de cobertura vegetal. Asimismo, se mantendrán sitios para el hábitat de fauna local y especies amenazadas reubicadas.

La calidad paisajística se mantendrá y se requerirán empleos temporales y fijos, al igual que la demanda de insumos y servicios durante los eventos de mantenimiento.

---

### V.3. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS.

---

Como ya se mencionó anteriormente, los posibles efectos de los impactos ambientales en el proyecto, fueron clasificados mediante la metodología de LEOPOLD (1971). Los impactos fueron representados de acuerdo a su importancia y su magnitud. En total se presentaron 85 impactos ambientales, de los cuales 48 se consideraron negativos y 37 positivos.

En relación a su Magnitud, los impactos más significativos que se presentarán serán los siguientes:

#### **Etapa de preparación del sitio y construcción.**

Los impactos negativos con mayor magnitud alcanzaron una clasificación de 3 puntos, correspondientes a los que generarán las actividades de desmonte y despalme; y nivelación y terracerías sobre las características físico químicas del suelo.

Seguidamente, se consideran impactos con 2 puntos sobre la cobertura vegetal, la fauna y el paisaje provocados por el desmonte y despalme; mientras que la Obra civil generará impactos con un grado de magnitud 2 sobre el uso de aguas, las características del suelo y el paisaje.

El resto de los impactos en esta etapa tienen una valoración de 1.

En cuanto a los impactos positivos, el establecimiento de áreas verdes generará los impactos con mayor magnitud (2) sobre la cobertura vegetal y la fauna.

#### **Etapa de Operación y Mantenimiento.**

En esta etapa el impacto negativo con mayor magnitud será la generación de ruido durante las actividades operativas del proyecto con un grado de 2 puntos. Todos los demás impactos negativos se consideran con 1 punto de magnitud.

En cuanto a los impactos positivos, los de mayor magnitud se presentarán en la generación de empleos y demanda de servicios temporales y permanentes durante la operación.

En relación a su Importancia, los impactos más significativos que se presentarán serán los siguientes:

**Etapa de preparación del sitio y construcción.**

Los impactos negativos con mayor importancia durante esta etapa alcanzan un grado de 3, y se presentarán durante diversas actividades. Estos impactos se generarán durante el desmonte y despalme sobre la calidad del suelo, la cobertura vegetal y las especies en peligro; así mismo la pavimentación de vialidades generará un impacto de igual importancia sobre las características del suelo, mientras que la construcción de la obra civil generará impactos de importancia 3 sobre el paisaje y ruido.

Los impactos positivos con mayor grado de importancia (3) se presentarán durante el establecimiento de áreas verdes y serán sobre el suelo, las especies en peligro y el paisaje.

**Etapa de Operación y Mantenimiento.**

El impacto de mayor importancia será el ruido que se generará por las actividades operativas con una importancia de 2. Los demás impactos tienen una importancia de 1 punto.

Mientras tanto, todos los impactos positivos se consideran con el mínimo grado de importancia (1).

**Tabla V.1.** Matriz de interacciones de impacto ambiental.

MATRIZ DE INTERACCION ENTRE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO Y LOS INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL																	
factores e indicadores de impacto susceptibles a ser afectados por el desarrollo de la obra		actividades durante el desarrollo de la obra															
		preparación del sitio y construcción										operación y mantenimiento		totales			
		desmonte y despalme	nivelación y terracerías	excavaciones y cortes	pavimentación de vialidades	cimentaciones	obra civil	establecimiento de áreas verdes	generación de residuos sólidos	generación de aguas residuales	limpieza de obra	Operación del proyecto	mantenimiento	sin impacto ambiental	impactos ambientales positivos	impactos ambientales negativos	
características físiocoquímicas	Agua	0	1/1	0	0	0	2/1	1/1	0	1/1	1/1	0	1/1	6	0	6	6
	Suelo	3/3	3/1	1/1	1/3	1/1	2/1	1/3	1/1	1/1	1/1	0	0	2	2	8	10
	Calidad del aire	1/1	1/2	1/1	0	0	0	0	1/1	0	1/1	0	0	7	0	5	5
	Erosión	1/2	0	0	1/1	0	0	1/1	0	0	0	0	1/1	8	3	1	4
	Ruido	1/2	1/2	1/2	1/1	1/1	1/3	1/1	0	0	1/1	2/2	1/1	2	0	10	10
condiciones biológicas	Cobertura vegetal	2/3	0	0	0	0	0	2/2	0	0	0	0	1/1	9	2	1	3
	Fauna	2/2	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	2/2	1/1	0	1/1	1/1	1/1	1	3	8	11
	Especies en peligro	1/3	0	0	0	0	0	1/3	0	0	0	0	1/1	9	2	1	3
factores culturales	Paisaje	2/2	1/1	1/1	1/1	1/1	2/3	1/3	1/1	0	1/1	1/1	1/1	1	3	8	11
	Empleos	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	3/1	1/1	0	0	1/1	3/1	1/1	2	10	0	10
	Demandas y prestación de Servicios	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	3/1	1/1	0	12	0	12
totales	Sin impacto ambiental	1	3	4	4	5	4	1	6	8	3	6	2	47			
	Impactos ambientales positivos	2	2	2	3	2	2	8	1	1	5	2	7		37		
	Impactos ambientales negativos	8	6	5	4	4	5	2	4	2	3	3	2			48	
	Total de impactos	10	8	7	7	6	7	10	5	3	8	5	9				85

## VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

---

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

---

Las medidas preventivas y de mitigación están orientadas a la aplicación de cualquier estrategia, política, obra o acción encaminada a prevenir, minimizar o eliminar impactos negativos al ambiente provocados por el desarrollo de diversas actividades de origen antropogénico. Estas medidas se plantean una vez que se han identificado y evaluado los principales impactos ambientales que traerán consigo el desarrollo de una actividad o un proyecto (Weitzenfeld, 1996 y Conesa, 1995).

Por lo anterior, las medidas que se exponen en el presente capítulo, están orientadas a prevenir y reducir los posibles impactos ambientales que se generarán por la construcción del proyecto en sus diferentes etapas.

Las medidas se agruparán en función de su naturaleza:

**Medidas preventivas:** Conjunto de disposiciones y actividades anticipadas para evitar o prevenir cualquier acción que pueda afectar adversamente un recurso o atributo ambiental.

**Medidas de mitigación:** Implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra y/o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pudieran presentarse durante las etapas de ejecución de un proyecto y mejorar la calidad ambiental aprovechando las oportunidades existentes.

**Medidas de compensación:** Acciones que no eluden la aparición del efecto, ni lo anulan o lo atenúan, pero contrapesan de alguna manera en la alteración del ambiente, ya sea reemplazando o sustituyendo los recursos afectados (áreas de conservación, adecuación de áreas verdes, pago por compensación).

En la siguiente tabla se presentan las medidas mencionando su tipo, los factores ambientales afectados, las etapas del proyecto en donde ocurrirán y el seguimiento que se le dará.

**Tabla VI.1.** Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales negativos identificados.

FACTOR	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	MEDIO DE VERIFICACIÓN
AIRE	Prevención	La superficie desmontada deberá permanecer expuesta el menor tiempo posible, para evitar el transporte de polvos por el viento.	Fotografías y bitácora de obra.
	Prevención	Estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza del sitio.	Fotografías y bitácora de obra.
	Prevención	Durante todo el proceso de construcción se utilizarán lonas en los vehículos de transporte de materiales pétreos para evitar la dispersión de polvos.	Fotografías y bitácora de obra.
	Prevención	Durante las actividades compactación y nivelación, se deberá humedecer el material para reducir el incremento de polvo en el aire y evitar afectaciones a la vegetación aledaña.	Fotografías y bitácora de obra.
	Prevención	Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas.  De manera natural, los gases resultantes serán dispersados en la atmósfera por la acción de los vientos dominantes.	Fotografías, comprobantes de mantenimiento de unidades y bitácora de obra.
	Prevención	Estará prohibida la quema de basura y otros materiales orgánicos resultantes de la limpieza y despalme del predio de interés.	Comprobantes de entrega de residuos vegetales a sitio de disposición final, fotografías del trozado de este material y Bitácora de

FACTOR	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	MEDIO DE VERIFICACIÓN
			obra.
SUELO	Mitigación	Para evitar la erosión del suelo se debe reducir el tiempo entre el retiro de la infraestructura existente y la nueva, con el fin de evitar la exposición prolongada de la capa orgánica.	Fotografías y bitácora de obra.
	Prevención	Para prevenir la contaminación del suelo por hidrocarburos, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se deberá realizar reparaciones mayores en el área del proyecto.	Fotografías y bitácora de obra.
	Prevención y Mitigación	<p>Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante la etapa de preparación del sitio se instalarán contenedores rotulados en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada.</p> <p>Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.</p>	Fotografías, recibos de traslado de residuos y bitácora de obra.
	Prevención	Todos los vehículos y equipos que se utilicen para este proyecto deberán estar en buenas condiciones mecánicas, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles evitando la posible contaminación a cuerpos de agua.	Fotografías, comprobantes de mantenimiento y bitácora de obra
	Prevención	<p>No se permitirá el almacenamiento de sustancias combustibles, lubricantes, pinturas, solventes, ácidas, básicas o cualquiera otra que posea características de peligrosidad en recipientes que presenten fisuras o grietas por donde se occasionen derrames.</p> <p>Se habilitará en el área de almacén contenedores con tapa, para el depósito de residuos sólidos peligrosos, deben estar bajo techo, los cuales se almacenaran de manera</p>	Fotografías, comprobantes de mantenimiento y bitácora de obra.

FACTOR	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	MEDIO DE VERIFICACIÓN
		temporal, hasta su traslado a disposición final. Los contendores deben estar rotulados.	
	Prevención	No se realizará mantenimiento de vehículos o equipo en el área.	Fotografías, y bitácora de obra.
	Prevención	Se deberán colocar estacas que sirvan de guía a los operadores de maquinaria pesada que realizarán las vialidades para que se respete la superficie destinada como áreas verdes y manzanas que resulten del sembrado del proyecto.	Fotografías y bitácora de obra.
	Mitigación	Los residuos derivados del despalme serán utilizados para las labores de relleno en donde lo amerite y para las actividades de reforestación (Suelo cernicado). No se dispondrá el material sobre vegetación nativa.	Supervisión en campo, y memoria fotográfica del retiro de material.
	Mitigación	Al concluir la obra se deberá limpiar y retirar todo el material utilizado, este será dispuesto en los almacenes de las constructoras y en el caso de los residuos se dispondrán en el sitio de disposición final autorizado por la autoridad municipal.	Fotografías y bitácora de obra.
CALIDAD DEL AGUA	Prevención	Se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se deberá realizar reparaciones mayores en el área del proyecto.	Fotografías y bitácora de obra.
	Prevención	<p>Se instalarán letrinas portátiles para el uso inmediato de los trabajadores empleados en la obra.</p> <p>El responsable de la obra deberá de comunicar sobre este dispositivo a todos sus trabajadores.</p> <p>El contratante del servicio deberá de solicitar a esta empresa sus permisos correspondientes para realizar tal actividad.</p>	Fotografías, recibos de contratación del servicio y bitácora de obra.
	Mitigación	Deberá emplearse únicamente el agua	Fotografías y bitácora

FACTOR	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	MEDIO DE VERIFICACIÓN
		que se requiera según las necesidades de la obra.	de obra.
	<b>Mitigación Compensación</b>	<p>Se habilitarán áreas verdes en el 17.3% del predio, éstas mantendrán los procesos de fijación del suelo, captación de agua pluvial y regulación microclimática. Además proveerán de sitios de refugio para fauna nativa.</p> <p>En estas áreas se favorecerá el establecimiento de especies nativas.</p>	<b>Fotografías y bitácora de obra.</b>
	<b>Prevención</b>	No se afectará la hidrología local debido a la ausencia de corrientes superficiales y subterráneas. Además de que el desarrollo estará conectado a la red de drenaje sanitario de la ciudad de Tulum y la Planta de tratamiento administrada por la CAPA.	<b>Fotografías, recibos de la compra del material y bitácora de obra.</b>
	<b>Mitigación</b>	Dentro de las áreas habitacionales se instalarán llaves ahorradoras de agua, para evitar un uso irracional del recurso.	<b>Fotografías, recibos de la compra del material y bitácora de obra.</b>
	<b>Mitigación</b>	En el sistema de sanitarios se realizará la instalación de sistemas de bajo consumo de agua a fin de minimizar el uso del recurso.	<b>Fotografías, recibos de la compra del material y bitácora de obra.</b>
<b>FLORA Y FAUNA</b>	<b>Prevención</b>	Se realizará el rescate y reubicación de los individuos de palma nakash ( <i>C. redii</i> ) y otras especies de uso ornamental a fin de ser reubicados en las áreas verdes del proyecto.	<b>Fotografías, y bitácora de obra.</b>
	<b>Prevención</b>	Se llevarán a cabo pláticas de educación ambiental con los trabajadores de la obra, en donde planteen los señalamientos de evitar molestar a las especies de fauna silvestre que puedan deambular por la zona, y evitar su afectación por la mala disposición de los residuos sólidos.	<b>Fotografías, listas de asistencia y bitácora de obra.</b>
	<b>Prevención</b>	Se establecerá como prohibición la caza, maltrato, extracción y/o comercialización de las especies de flora y fauna nativas.	<b>Reglamento interno de la obra.</b>

FACTOR	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	MEDIO DE VERIFICACIÓN
	<b>Mitigación</b>	Se establecerá como procedimiento el desmonte direccional de la vegetación. De tal manera que solamente se cuente con un frente único de trabajo, de esta forma se permitirá el desplazamiento de los individuos de fauna silvestre que se encuentren en el sitio del proyecto.	<b>Fotografías, y bitácora de obra.</b>
	<b>Compensación</b>	Se mantendrá una superficie de áreas verdes (1.08 hectáreas), como medida de compensación por la pérdida de vegetación por el proyecto	<b>Fotografías, y bitácora de obra.</b>
	<b>Mitigación</b>	Una porción de la vegetación producto del desmonte se deberá trozar con herramienta manual y maquinaria pesada, para posteriormente depositar en otras áreas verdes con la finalidad de promover la formación del suelo.	<b>Fotografías, y bitácora de obra.</b>
	<b>Prevención</b>	Durante la construcción, se implementará una señalización adecuada para promover la preservación de las áreas verdes. Así mismo, evitar la disposición de basura en el interior de las mismas.	<b>Fotografías.</b>
	<b>Prevención.</b>	No se realizará la quema o la eliminación de los residuos vegetales mediante el empleo de productos químicos.	<b>Comprobantes de entrega de residuos vegetales a sitio de disposición final, fotografías del trozado de este material y Bitácora de obra.</b>
	<b>Prevención.</b>	En la actividad de jardinería se deberá evitar el sembrado de las siguientes especies: <i>Casuarina equisetifolia</i> , <i>Schinus terebinthifolius</i> , <i>Melaleuca quinquenervia</i> , <i>Colubrina asiatica</i> , <i>Eucalyptus spp.</i> , <i>Gmelina sp.</i> , <i>Ficus sp.</i> , <i>Delonix regia</i> y <i>Terminalia cattapa</i> , las cuales están catalogadas como especies introducidas o exóticas. Por ello sólo se reforestará con flora nativa u otra que no afecte la vegetación de la zona.	<b>Fotografías, y bitácora de obra.</b>
	<b>Prevención y</b>	Previo a la actividad de maquinaria	<b>Fotografías, y</b>

FACTOR	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	MEDIO DE VERIFICACIÓN
	<b>mitigación.</b>	pesada e incluso durante su labor, se realizarán revisiones en el área a afectar, para ahuyentar a la fauna susceptible de afectación.	<b>bitácora de obra.</b>
	<b>Prevención y mitigación.</b>	En las áreas de conservación se podrá reubicar a las especies que se capturen a través del rescate de especies.  Los trabajos de desmonte y despalme se realizarán paulatinamente conforme al avance de la obra, para permitir una salida gradual de la fauna hacia sitios menos perturbados.	<b>Fotografías, y bitácora de obra.</b>
<b>PAISAJE</b>	<b>Mitigación</b>	Se deberán instalar sanitarios portátiles, y se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas y defecación en el suelo.	<b>Fotografías, recibos de la compra del material y bitácora de obra.</b>
	<b>Prevención</b>	Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán contenedores rotulados en lugares estratégicos para depositar la basura generada, se vaciaran los contenedores periódicamente, trasladando los desechos en camiones autorizados.	<b>Fotografías, recibos de la compra del material y bitácora de obra.</b>

## VI.2 IMPACTOS RESIDUALES.

De acuerdo con lo definido por la SEMARNAT en la guía para la Elaboración de la Manifestación de Impacto ambiental, se conoce como **impacto residual** al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación.

Definido lo anterior, se identificaron los impactos residuales que el proyecto generará son los siguientes:

**1. Pérdida de la cobertura vegetal.**

Es importante mencionar que esta superficie corresponde a las áreas que serán intervenidas en la realización del proyecto (urbanización y construcción). Para mitigar lo anterior, se mantendrá la vegetación nativa de la superficie restante no ocupada del predio y se rescatarán y reubicarán especies en las áreas verdes. Además, se designarán como áreas de conservación dentro del predio, incluyendo cordones de vegetación alrededor de las instalaciones.

**2. Pérdida de hábitats naturales de fauna nativa**

Se implementará un Programa de rescate y reubicación de Fauna que evitará la afectación a las especies que se encuentren cercanas a las áreas donde se desmontará (Anexo 5), poniendo énfasis en aquellas protegidas, endémicas o de importancia ecológica.

**3. Impermeabilización del suelo en caminos y áreas con infraestructura**

Solamente se desmontarán las áreas establecidas en el proyecto. Se habilitarán los caminos únicamente necesarios, y se evitará abrir caminos temporales en áreas que no serán desmontadas.

---

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

---

### VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.

---

Es este punto es necesario puntualizar que el predio donde se desarrollará el proyecto forma parte de un complejo residencial en la ciudad de Tulum. En este sitio se encuentran ya construidos edificios de condominios, residencias, comercios, vialidades, zonas de uso común, etc. Por lo tanto, el predio fue adquirido por el promovente con la intención de formar parte del complejo residencial

Por otra parte, es necesario enfatizar que el predio se encuentra dentro de la población de Tulum, por lo que es influenciado directamente por los impactos de actividades urbanas, como la circulación de vehículos y personas por el sitio y sus alrededores

Actualmente, el predio no se encuentra delimitado por bardas en todas sus colindancias y se encuentra ocupado casi en su totalidad por vegetación secundaria derivada de selva mediana conservando algunas características de la vegetación nativa del sitio.

De no llevarse a cabo el proyecto, se mantendría en el sitio la vegetación secundaria, que con el paso del tiempo, al estar en una zona de paso de personas y vehículos podría convertirse en “predio baldío”, sujeto a tiradero clandestino de basura, proliferación de fauna nociva, etc.



**Figura VII.1.** Vista del exterior del sitio del proyecto. Colindancia Sureste.

---

## VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO SIN APLICAR LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS.

---

El escenario del sitio que se presentaría ya con la implementación del proyecto, sería el predominante en el área, en la cual se encuentran residencias, departamentos y /o condominios a los que se tiene acceso por medio de las vialidades ya establecidas.

La vegetación se sustituiría las instalaciones del proyecto, cambiando la vocación actual del predio. Sin embargo, de no aplicarse las medidas de prevención y mitigación se podría afectar la calidad del suelo mediante el vertimiento de aguas residuales y residuos sólidos en el área.

Por otro lado, no se realizaría el rescate de vegetación y se removería la mayor parte de la misma, se introducirían especies exóticas que afectarían la diversidad nativa, incluyendo la dominancia a mediano plazo de especies invasoras.

Además, el uso de maquinaria en mal estado provocaría molestias a la población vecina mediante ruido excesivo y emisiones las cuales también afectarían temporalmente la calidad del aire. La contaminación del suelo por hidrocarburos también sería un impacto que podría presentarse.

---

## VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS.

---

La puesta en marcha del proyecto, y la consecuente implementación de las medidas de prevención y mitigación que se ponen a consideración de la autoridad para su evaluación, permitirán controlar y mitigar los impactos ambientales adversos al predio y al ambiente. El proyecto cuenta con medidas de prevención y mitigación para evitar y/o mitigar la afectación del Aire, Suelo, Agua, flora y fauna, así como las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, elementos paisajísticos, vistas panorámicas y naturalidad, calidad de vida, salud y seguridad.

Con lo antes mencionado, se permite anticipar un proyecto viable en el ámbito ambiental, ya que no pone en riesgo la diversidad de especies de flora y fauna (inclusive aquellas en riesgo), ni la contaminación del suelo, subsuelo y atmósfera ocasionado por la generación de residuos sólidos y líquidos ya que existirán medidas de mitigación y/o prevención aplicables para cada uno de los impactos generados.

Además, el proyecto se encuentra dentro de las actividades y usos de suelo Compatibles con las Unidades de Gestión ambiental dentro de las cuales se desarrollará el proyecto;

por lo tanto, no se contrapone a los ordenamientos ecológicos establecidos y ni con el Programa de desarrollo Urbano del municipio de Tulum.

Los impactos permanentes más relevantes que serán generados por el proyecto están relacionados con la modificación del entorno. Sin embargo, el predio se encuentra dentro de un complejo residencial, del cual formará parte. Esto permitirá que se integre al paisaje dominante en el sitio. Por otro lado, el rescate y reubicación de especies de flora y fauna, incluyendo la palma nakash y la iguana rayada (ambas catalogadas como Amenazadas en la NOM 059 SEMARNAT 2010), permitirá la sobrevivencia de los individuos presentes en el predio. Integrándose, en el caso de la palma nakash, a las áreas verdes que se conformarán dentro del proyecto.

En cuanto a los impactos benéficos, la implementación del proyecto traerá consigo un beneficio en cuanto a la economía local, ya que se provocará la generación de empleos temporales durante su construcción y permanentes durante la operación.

---

#### VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL.

---

En la zona de influencia en donde se pretende llevar a cabo la implementación del presente proyecto, prevalecen condiciones de continua afectación por actividades de urbanización que reflejan el incremento continuo de la demanda residencial en la ciudad de Tulum. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en el Programa de Ordenamiento Ecológico correspondiente y en el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio.

De acuerdo con los instrumentos de planeación aplicables, el desarrollo del proyecto permitirá controlar y, en su caso, mitigar los impactos adversos al ambiente, mediante la implementación de actividades, programas y medidas preventivas y/o correctivas, tales como: evitar la presencia de tiraderos clandestinos de basura, evitar la quema de la misma y defecación al ras del suelo; llevar a cabo un buen manejo de los residuos sólidos generados por la operación del proyecto; establecimiento de áreas verdes, entre otros.

La puesta en marcha del proyecto y una vez concluida su construcción, traerá consigo que esta zona en particular se incremente la oferta residencial, sin embargo, no atenta contra el desarrollo de la zona y no pone en riesgo la diversidad de especies de flora y fauna, ni la contaminación del suelo y subsuelo ocasionado por la generación de residuos sólidos y

defecación al aire libre ya que existirán medidas de prevención aplicables como se mencionan en los numerales anteriores, además de que el proyecto contará con áreas verdes que mantendrán la vegetación nativa y en las cuales se reubicarán especies de flora y fauna susceptibles a ser afectadas por el proyecto, especialmente aquellas Amenazadas. Finalmente, se generarán empleos temporales y permanentes durante su construcción y operación; además de que dotará de áreas habitacionales durante su operación.

---

## VII.5 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

---

La Supervisión ambiental tendrá por objeto establecer la sistemática que debe seguirse para la programación de las actividades de Vigilancia Ambiental, para alcanzar los objetivos y metas contemplados en la normatividad ambiental vigente de acuerdo al proyecto.

Esta supervisión se llevará a cabo durante las fases de Preparación del sitio y construcción; ya que durante la Operación, la supervisión que se realizará se apegará al cumplimiento de los términos y condicionantes que la SEMARNAT establezca en la autorización del proyecto.

La vigilancia en campo o supervisión es la herramienta para control, seguimiento y medición de los aspectos ambientales contemplados en el proyecto.

- Por tal motivo existirán supervisores ambientales encargados de vigilar el cumplimiento de los aspectos ambientales considerados en la normatividad ambiental vigente y aplicable.
- Cada supervisor ambiental será encargado de la supervisión, en el ámbito de las actividades que se desarrollen bajo su cargo, de los aspectos y requisitos ambientales del proyecto.
- Las actividades de supervisión ambiental se deberán programar de acuerdo a las condicionantes ambientales de la autorización del proyecto.
- Se deberá programar la supervisión de todas aquellas acciones generales que conformen las actividades indicadas en el resolutivo de impacto ambiental, de manera que incluyan los elementos necesarios para cumplir con la normatividad ambiental vigente.

- Todas las actividades de supervisión programadas deberán contar con el comprobante respectivo de supervisión y cumplimiento. El comprobante de supervisión lo constituye el registro correspondiente y el comprobante de cumplimiento será documental y/o fotográfico.
- Conforme al programa de obras o actividades del proyecto, se programarán las actividades de supervisión ambiental.
- Se elaborarán informes de los resultados de la Vigilancia Ambiental, y al finalizar la construcción se entregará un informe final.
- Con toda esta información se realizará un reporte de las actividades realizadas y cumplidas por el Promovente del proyecto.

#### VII.5.1. Seguimiento y control

Para garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el documento para los impactos ambientales producto del cambio de uso del suelo en terrenos forestales para el sitio de interés, se presenta el siguiente Programa de Seguimiento y Control el cual tiene como objetivos principales los siguientes:

- Vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas para cada uno de los impactos ambientales identificados.
- Vigilar el cumplimiento de los términos y condicionantes emitidos por la autoridad correspondiente posterior a su análisis del presente documento técnico unificado de cambio de uso de suelo.
- Vigilar que no se produzcan impactos ambientales adicionales a los ya identificados en el presente documento, y en su caso, aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación para dichos impactos.

Lo anterior se pretende lograr mediante el recorrido de las áreas sujetas al cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por parte de personal capacitado, así como, la elaboración de informes de seguimiento que deberán ser presentados a los encargados de obra para que en su caso se apliquen las medidas preventivas, de mitigación o de compensación correspondientes. Para el seguimiento del presente programa, se tendrán en consideración los indicadores del siguiente cuadro:

**Tabla VII.1.** Identificadores de Impacto para el Programa de Monitoreo del Proyecto.

<b>IMPACTO</b>	<b>IDENTIFICADOR DE IMPACTO</b>
Contaminación del Suelo	Evidencia de escorrentíos de aceites, grasas, hidrocarburos etc.
	Evidencia de defecación al aire libre.
	Inadecuada disposición de residuos sólidos en los sitios dispuestos para ello.
Contaminación del Agua	Evidencia de escorrentíos de aceites, grasas, hidrocarburos etc.
	Evidencia de defecación al aire libre
Contaminación del Aire	Evidencia de emisiones de gases por parte de la maquinaria.
Vegetación	Evidencia de residuos en áreas verdes.
	Evidencia de especies exóticas en áreas verdes.
	Evidencia de ampliación de las áreas sujetas a desmonte y despalme.
Fauna	Mortalidad de especies.
	Especies en cautiverio.

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

---

### **VIII.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN**

---

De acuerdo al artículo número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregará 1 ejemplar impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental y sus Anexos; así como 6 discos compactos, de los cuales 4 contendrán la MIA y sus Anexos, 1 el resumen ejecutivo y 1 será utilizado para consulta pública.

Asimismo todo el estudio será grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complementa el estudio mismo que deberá ser presentado en formato Word.

Se integrará un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental que no excederá de 20 cuartillas en un ejemplar, asimismo será grabado en memoria magnética en formato Word.

Es importante señalar que la información solicitada se encuentra completa y en idioma español, para evitar que la autoridad requiera de información adicional y esto ocasione retraso o falta de continuidad en el proceso de evaluación

#### **VIII.1.1 Planos definitivos**

Se presentan los planos pertinentes en el Anexo 2.

#### **VIII.1.2 Fotografías**

A continuación se presentan fotografías para ilustrar el estado actual del sitio del proyecto y sus alrededores.



**Figura VIII.1.** Vista general de la vialidad que se extiende en el límite oriente del predio del proyecto.



**Figura VIII.2.** Vista general del tipo de vegetación presente en el predio del proyecto.



**Figura VIII.3.** Área residencial ubicada hacia el sureste del predio del proyecto. Como se puede observar, ya se encuentra en operación.



**Figura VIII.4.** Individuos de *C. yucatanicus* presentes en el área del sitio del proyecto.



**Figura VIII.5.** Vialidades y áreas verdes ubicadas en las inmediaciones del sitio del proyecto. Éstas forman parte del complejo residencial en el cual se encuentra inserto el proyecto.

---

### VIII.2. OTROS ANEXOS

---

Como complemento al presente documentos, se presentan los siguientes Anexos:

**ANEXO 1. Documentos legales**

**ANEXO 2. Planos**

**ANEXO 3. Responsable del proyecto**

**ANEXO 4. Licencias y autorizaciones previas.**

**ANEXO 5. Programas**

**ANEXO 6. Resumen ejecutivo**