

# PLAN MAESTRO TAO TULUM

Manifestación de Impacto  
Ambiental – Particular -

SEPTIEMBRE DE 2018

---

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

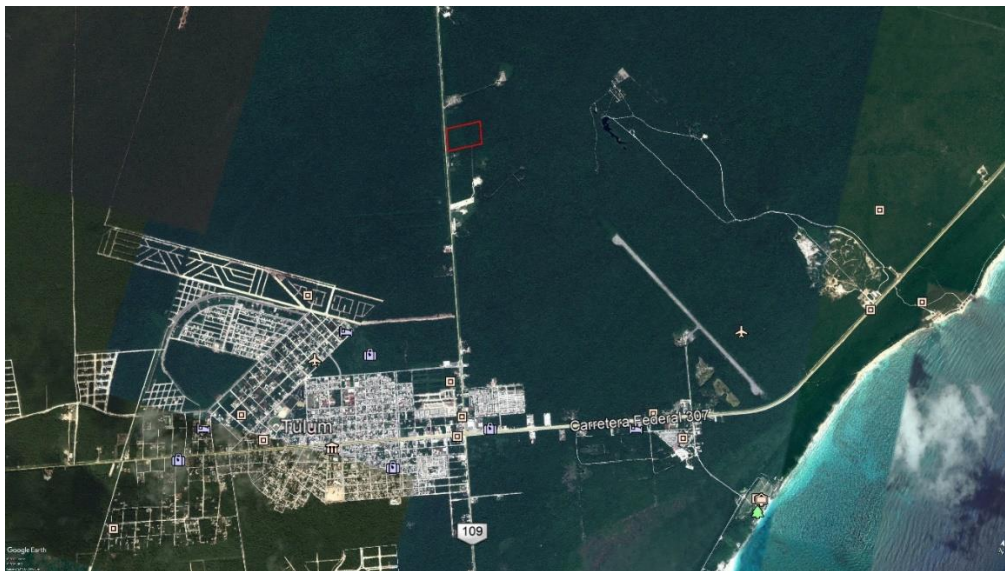
### **I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.**

#### **I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO.**

PLAN MAESTRO TAO TULUM

#### **I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.**

El proyecto se ubicará en la SMZ 000, Manzana 005, Lote 033-01, Región 15 del Centro de Población de Tulum. Municipio de Tulum, Quintana Roo, ver Figura I.1.



*Figura I.1. Localización del predio del proyecto (polígono rojo), dentro de la localidad de Tulum, Municipio de Tulum.*

#### **I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.**

Se estima que el tiempo de vida útil del proyecto será de 99 años, con base en el diseño y aplicación de un programa adecuado de operación y mantenimiento, además de que atiende a las expectativas patrimoniales de los condóminos.

#### **I.1.4. ETAPAS DEL PROYECTO.**

La construcción del proyecto se desarrollará en una sola etapa, la cual pretende llevarse a cabo en un lapso de diez años. El cronograma de trabajo, en forma de Diagrama de Gantt, se muestra en el Capítulo 2 de esta MIA.

### **I.1.5. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL.**

El proyecto Plan Maestro TAO Tulum, está conformado por un predio que se encuentran al corriente de sus obligaciones fiscales, libre de gravamen y sin controversias legales, con una superficie total de 60,002.60 m<sup>2</sup> (6.0002 hectáreas). Asimismo, el predio cuenta con las siguientes colindancias:

Frente poniente (carretera federal 109): 200 m

Colindancia norte: 303.182 m

Colindancia oriente: 199.994 m

Colindancia sur: 303.185 m

### **I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.**

#### **I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.**

TAO WELLNESS CENTER, S. DE R.L. DE C.V.

#### **I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC) DEL PROMOVENTE:**

TWC110904NQ6

#### **I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL:**

ISAAC HENARES DUCLOS

APODERADO LEGAL DE TAO WELLNESS CENTER, S. DE R.L. DE C.V.

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

Avenida Ejército Nacional No. 678-302.

Colonia Polanco Reforma, Delegación Miguel Hidalgo.

México, Distrito Federal.

**"ELIMINADO. INFORMACION CONFIDENCIAL.DATOS PERSONALES. Art. 3 fracción II, Art.18 y Art. 21 de la LFTAIPG"**

### **I.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.**

#### **I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.**

SOSA CORONA DEL VILLAR Y QUIJANO S.C.

#### **I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC).**

**"ELIMINADO. INFORMACION CONFIDENCIAL.DATOS PERSONALES. Art. 3 fracción II, Art.18 y Art. 21 de la LFTAIPG"**

**I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO.**

BIÓLOGO LUIS MIGUEL DEL VILLAR PONCE.

**I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.**

**“ELIMINADO. INFORMACION CONFIDENCIAL.DATOS PERSONALES. Art. 3 fracción II, Art.18 y Art. 21 de la LFTAIPG”**

## II. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

Desde la creación del polo turístico internacional Cancún en 1970, el turismo se ha convertido en la primera actividad económica del Estado de Quintana Roo, al obtener una situación de éxito comercial que ha permitido atraer inversiones tanto nacionales como extranjeras y, consecuentemente, la necesidad de crear y operar infraestructura, por supuesto, cumpliendo con la normatividad tanto Federal como Estatal que se requiere producto del consecuente cambio en la aptitud y capacidad de uso del suelo.



Las principales actividades económicas se concentran en el balneario y las playas de Cancún, uno de los centros turísticos más visitados del mundo, y en la Riviera Maya costera, que abarca desde Puerto Morelos hasta Tulum y la isla de Cozumel. A 6 kilómetros al sur de Playa del Carmen se encuentra Xcaret, un yacimiento arqueológico maya y parque temático ecológico, donde se pueden practicar diversas actividades acuáticas y conocer la cultura, flora y fauna de la región.

En la contribución al desarrollo ordenado del Estado y el incremento de la actividad turística, se emitió el Decreto por el que se expide el **Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030**. Dicho Decreto señala expresamente que los modelos de desarrollo turístico de masas y las tendencias de los mercados de capital asentados en la región han limitado su cumplimiento, por lo que es necesario encausarlos con un enfoque de desarrollo sustentable, con la finalidad de que se propicien alternativas de turismo compatibles con el medio ambiente, acordes con la gran diversidad y fragilidad de los ecosistemas de la zona.

Es bajo este contexto, que se establece el proyecto considerando un enfoque de diseño integral en el paisaje de ecosistema costero en la localidad de Tulum, anteponiendo el desarrollo sustentable y el cumplimiento de la normatividad aplicable en los tres órdenes de gobierno.

El proyecto consiste en la construcción y operación de infraestructura turística y urbana en un predio con una superficie de **60,002.60 m<sup>2</sup> (6.00002 ha)**. El diseño general de los diferentes conceptos arquitectónicos del proyecto obedece a un enfoque de arquitectura del paisaje de la zona, cumpliendo además, con los instrumentos de regulación aplicables.

Es importante señalar que, con fecha 18 de julio de 2018, la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ecología, mediante el oficio número DGDUyE/E/319/2018 (Anexo 1), acordó procedente la Viabilidad y Factibilidad Ambiental solicitada; por medio de la cual se llevó a cabo el cambio de uso de suelo aplicable al predio del proyecto; cuyos parámetros urbanísticos se citan a continuación:

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

(...)

<b>CONCEPTO</b>		<b>USO DE SUELO ACTUAL PDU VIGENTE</b>		<b>USO DE SUELO SOLICITADO DE ACUERDO CON PDU VIGENTE</b>	
		<b>MS/MB</b>	<b>H3</b>	<b>MS/MB</b>	<b>H3*</b>
<i>Uso de Suelo</i>		<b>MS/MB</b>	<b>H3</b>	<b>MS/MB</b>	<b>H3*</b>
<i>Área del Terreno</i>		<b>12,615.47</b>	<b>47,387.13</b>	<b>12,615.47</b>	<b>47,387.13</b>
<i>Superficie Global</i>		<b>60,002.60</b>		<b>60,002.60</b>	
<i>Hab/Ha</i>		150	96	150	148
<i>Viv/Ha</i>		38	24	38	37
<i>Lote Tipo</i>		180	270	180	180
<i>Frente mínimo del terreno</i>		10.00	9.00	10.00	10.00
<i>Coefficientes</i>	<i>Ocupación de suelo</i>	0.60	0.45	0.60	0.60
	<i>Utilización del suelo</i>	1.70	1.10	1.70	1.70
<i>Restricciones Mínimas</i>	<i>Frente</i>	5.00	5.00	5.00	5.00
	<i>Lateral</i>	2.00	2.00	2.00	2.00
	<i>Posterior</i>	3.00	3.00	3.00	3.00
	<i>Vía Pública</i>	5.00	5.00	5.00	5.00
<i>Altura Máxima</i>	<i>Metros</i>	12.00	12.00	12.00	12.00
	<i>Niveles</i>	3.00	3.00	3.00	3.00

*El 40% de la superficie del terreno restante una vez aplicado el Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) deberá estar libre de construcciones techadas, solo se permite la creación de áreas verdes o vialidades interiores y estacionamientos siempre y cuando sean construidos con material permeable que garanticen la infiltración de aguas pluviales.*

*Que el proyecto para la actualización del Uso de Suelo de 47,387.13 m<sup>2</sup> equivalente al 78.98% del Predio con una superficie global de 60,002.60 m<sup>2</sup> en comento de H3 a H3\* para su mejor aprovechamiento se encuentra ampliamente justificado en virtud de que cumple con las estrategias y Políticas de Desarrollo Urbano y acciones enumeradas en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030, publicado en el periódico oficial de Quintana Roo el 09 de abril de 2008.*

(...)

Derivado de lo anterior, se tiene que las obras y actividades del proyecto constan de lo siguiente:

El proyecto contempla el desarrollo de un condominio de vivienda unifamiliar en la mayor parte del terreno con una porción de uso mixto frente a la carretera.

El condominio de vivienda unifamiliar contempla el desarrollo de 175 lotes, con tamaños que van de 180.00 m<sup>2</sup> (30 lotes), 186.00 m<sup>2</sup> (124 lotes) a 360.00 m<sup>2</sup> (5 lotes) y 187.678 m<sup>2</sup> (16 lotes) de terreno. Los lotes de vivienda unifamiliar tienen acceso directo desde la carretera por una avenida central principal a través de un punto de control (caseta de vigilancia). La avenida central es de doble sentido y tiene una sección vial de 21.5m con un

camellón central verde. La avenida central se conecta con las calles secundarias (8 calles) hacia donde tienen frente los lotes.

La porción de uso mixto del desarrollo está ubicada al frente del terreno en colindancia con la carretera. En esta porción está propuesto el desarrollo de cuatro edificios de 3 niveles cada uno en 12 m de altura, que alojan comercio y servicios en su planta baja (nivel 1) y sobre este, dos niveles de departamentos (niveles 2 y 3) con un total de 47 departamentos. El nivel de comercio y servicios tiene acceso directo desde la carretera, a través de la zona de estacionamiento propio de estos usos. Los departamentos tienen acceso desde el interior del desarrollo a través del punto de control que comparten con los lotes de vivienda unifamiliar y cuentan con sus cajones de estacionamiento correspondientes al frente cada edificio.

Entre el condominio de vivienda unifamiliar y la porción de uso mixto se contempla un área que aloje las amenidades propias del condominio de vivienda (palapa, alberca, etc.), junto con superficies verdes, andadores y vegetación propia de la región.

Los extremos de los edificios de uso mixto están reservados para alojar la planta de tratamiento de aguas residuales al norte y la infraestructura de apoyo (transformadores, contenedores de basura, etc.) al sur.

Los parámetros urbanísticos de COS, CUS y Densidad que le son aplicables al predio del proyecto son los siguientes:

Concepto	USO DE ACUERDO CON EL PDU VIGENTE		Valor máximo aplicable al uso de suelo (m <sup>2</sup> )	
	MS/MB	H3*	MS/MB	H3*
Superficie	12,615.47	47,387.13		
	60,002.60			
Viv/ha	38	37	47.93	175.33
Coefficiente de Ocupación del Suelo	0.60	0.60	7,569.282	28,432.278
Coefficiente de Utilización del Suelo	1.70	1.70	21,446.299	80,558.121

Derivado de la tabla anterior, la distribución de los diferentes conceptos arquitectónicos que formarán parte integral del proyecto, así como sus respectivas superficies, se enuncian en la tabla siguiente:

Tabla II.1. Superficies consideradas para el proyecto.

(todas las superficies en metros cuadrados salvo se indique diferente)		
<b>Superficie del terreno:</b>	<b>60,002.60</b>	
<b>ÁREA DE DESPLANTE</b>		
Lotes vivienda unifamiliar	33,266.85	
Lotes uso mixto	2,090.29	
PTAR, zona de manejo residuos e infraestructura	110.69	
Amenidades	350.00	
<b>suma:</b>	<b>35,817.83</b>	<b>59.69 %</b>

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<i>(todas las superficies en metros cuadrados salvo se indique diferente)</i>		
<b>ÁREA PERMEABLE</b>		
	Áreas verdes	5,152.52
	Vialidades, estacionamientos y andadores	19,032.25
	<i>suma:</i>	<b>24,184.77</b>
		<b>40.31 %</b>
	<b>TOTAL:</b>	<b>60,002.60</b>
		<b>100.0 %</b>

De los 54,850.08 m<sup>2</sup> totales que ocupará el proyecto<sup>1</sup>, 19,032.25 m<sup>2</sup> corresponden a obras con materiales permeables (Vialidades, Estacionamientos y Andadores), cumpliendo con el coeficiente de ocupación, permitido por el PDU, siendo que, tal y como se señaló en el oficio de factibilidad de proyecto se respeta el 40% para la permeabilidad del predio, ello, de acuerdo a la Viabilidad y Factibilidad Ambiental (Anexo 1) en la cual se señala a la letra lo siguiente:

*El 40% de la superficie del terreno restante una vez aplicado el Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) deberá estar libre de construcciones techadas, solo se permite la creación de áreas verdes o vialidades interiores y estacionamientos siempre y cuando sean construidos con material permeable que garanticen la infiltración de aguas pluviales.*

En adición a lo anterior, aun y cuando el predio del proyecto le son aplicables dos usos de suelo (MS/MB y H3\*), también es cierto que, dichos usos de suelo conforman una unidad predial en una superficie de (60,002.60 m<sup>2</sup>); por lo que, para generar un impacto ambiental menor, se homologó el parámetro del uso de suelo que menos densidad tiene, que son 37 viviendas por hectárea. A continuación, se presenta la siguiente tabla con los parámetros máximos permitidos para el predio del proyecto, con respecto a las obras propuestas por el mismo:

<i>Concepto</i>	<i>USO DE SUELO DE ACUERDO CON EL PDU VIGENTE</i>		<i>Valor máximo aplicable al uso de suelo según el PDU(m<sup>2</sup>)</i>	<i>Valor máximo propuesto para el proyecto (m<sup>2</sup>)</i>		<i>Total</i>
	<i>MS/MB</i>	<i>H3*</i>		<i>MS/MB</i>	<i>H3*</i>	
<i>Superficie</i>	60,002.60		---			
<i>Viv/ha</i>	37		222	47 <i>viviendas</i>	175 <i>viviendas</i>	222
<i>Coeficiente de Ocupación del Suelo</i>	0.60	0.60	<b>36,001.56</b>	2,090.29	33,266.85	<b>35,817.83</b>
<i>Coeficiente de Utilización del Suelo</i>	1.70	1.70	<b>102,004.42</b>	3,553.493	56,553.645	<b>60,890.311</b>

Nota: Los valores totales propuestos tienen considerados las áreas destinadas a la PTAR y Amenidades.

<sup>1</sup> Superficie constituida de los lotes para vivienda unifamiliar, lotes para uso mixto, PTAR, infraestructura, amenidades, vialidades, estacionamiento y andadores.



Tal y como se puede apreciar en la tabla arriba referida, el proyecto está por debajo de los parámetros urbanísticos aplicables.

Es importante señalar que, se tiene una superficie de 5,152.52 m<sup>2</sup> como áreas verdes y 19,032.25 m<sup>2</sup> serán de obras con materiales permeables (Vialidades, Estacionamientos y Andadores); dicha superficie se considera dentro del 40% de la superficie del terreno que se encuentra libre de construcciones techadas, permitiendo la creación de áreas verdes o vialidades interiores y estacionamientos siempre y cuando sean construidos con material permeable que garanticen la infiltración de aguas pluviales.

Cabe señalar que el proyecto, las viviendas contarán con tres niveles y una altura total de 12 m, respetando los parámetros requeridos por el **Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030**.

Con base en lo anterior descrito, se tiene que, para el desarrollo del proyecto que nos ocupa, será necesario la remoción de 54,850.08 m<sup>2</sup> de vegetación en una asociación de selva mediana subperennifolia, manteniendo la superficie restante (5,152.52 m<sup>2</sup>) como áreas verdes y de conservación.

Con base en lo anterior, se tiene que el proyecto da cumplimiento en todo momento a las restricciones urbanas establecidas por el **Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030**, instrumento que rige el diseño del proyecto en evaluación, en virtud de que no se sobrepasan los valores máximos permitidos por el instrumento de mérito, como se analiza a mayor detalle en el Capítulo III de esta Manifestación de Impacto Ambiental.

## **II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.**

### **II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO.**

El proyecto se compondrá por un condominio de vivienda unifamiliar que contempla el desarrollo de 175 lotes con tamaños que van de 180.00 m<sup>2</sup> (30 lotes), 186.00 m<sup>2</sup> (124 lotes) a 360.00 m<sup>2</sup> (5 lotes) y 187.678 m<sup>2</sup> (16 lotes) de terreno, las edificaciones tendrán tres niveles y hasta 12 metros de altura.

La porción de uso mixto del desarrollo está ubicada al frente del terreno en colindancia con la carretera. En esta porción está propuesto el desarrollo de cuatro edificios de 3 niveles cada uno en 12 m de altura, que alojan comercio y servicios en su planta baja (nivel 1) y sobre este, dos niveles de departamentos (niveles 2 y 3).

El proyecto tendrá una huella de desplante de **54,850.08 m<sup>2</sup>**, de los cuales 19,032.25 m<sup>2</sup> corresponden a superficies abiertas, como son vialidades, estacionamientos y andadores las

que serán construidas con material permeable que garantice la infiltración de las aguas pluviales.

Por lo que, para su ejecución, tanto en de áreas techadas como no techadas, se requiere de la remoción de vegetación (selva mediana subperennifolia) en el área de la huella de desplante, lo que garantiza, a su vez, mantener como áreas verdes y de conservación 5,152.52 m<sup>2</sup> del terreno.

Por otra parte, las especies de importancia ambiental encontradas, especialmente las que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, serán **rescatadas y mantenidas** en un vivero, para posteriormente ser plantadas en las áreas verdes del proyecto o en sitios que determine la autoridad.

Más adelante, como parte del Capítulo IV de esta Manifestación de Impacto Ambiental, se establece una descripción integral de las características ambientales, bióticas y abióticas del predio en el cual se pretende ejecutar el proyecto.

## II.1.2. SELECCIÓN DEL SITIO.

**Justificación técnica.** El proyecto considera la conversión de 54,850.08 m<sup>2</sup> de selva mediana subperennifolia, con el compromiso de mantener una superficie de 5,152.52 m<sup>2</sup> como áreas verdes y de conservación.

Por lo anterior, se considera que las condiciones ambientales del predio se habrán de conservar de manera estable para el mantenimiento y desarrollo natural de la biodiversidad de la región. De esta manera, el germoplasma y la biodiversidad quedan garantizados al dejarse una importante superficie de vegetación sin desmontar. Adicionalmente, es necesario mencionar que el diseño del desplante del proyecto no provocará afectación alguna a los ecosistemas de importancia del lugar, dado que donde este se ubicará se encuentra actualmente regulado por el PDU de Tulum.

**Justificación económica.** Entre las principales actividades económicas del Estado sobresale el turismo, el cual se concentra en las playas de Cancún, uno de los centros turísticos más visitados del mundo, y en la zona litoral de la Riviera Maya que abarca desde Puerto Morelos hasta Tulum, incluida la Isla de Cozumel, por lo que el proyecto a desarrollarse coadyuba al incremento de la oferta turístico inmobiliaria en la región.

Cabe mencionar que durante el tiempo que durará el proceso de preparación del sitio y construcción del proyecto, serán requeridos de la participación directa de al menos **96 empleos, de los cuales 80 serán utilizados temporalmente durante la etapa de preparación de sitio y construcción y 16 trabajarán de forma fija durante la etapa de operación-mantenimiento**, lo que significa

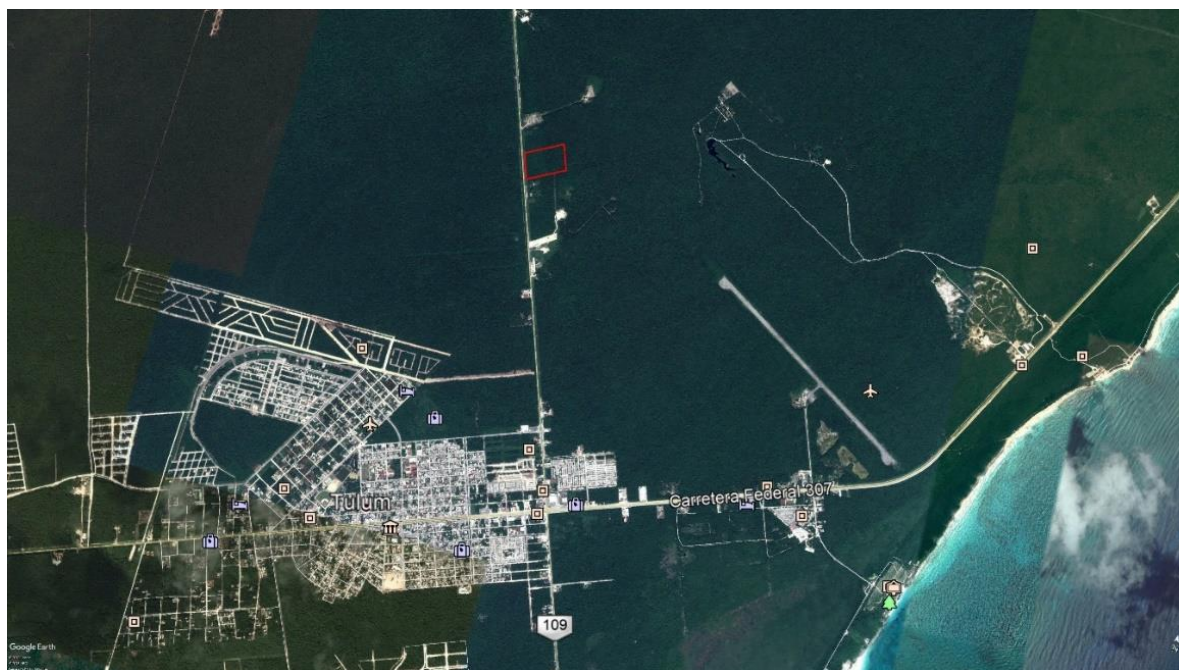
participar en la creación de fuentes de empleo para la región y, particularmente, para el municipio.

Derivado de lo anterior, se considera que el impacto económico que se generará por la construcción y operación del proyecto, es positivo, ya que se espera la creación de una necesidad permanente de insumos materiales, alimentos y servicios diversos, los cuales incidirán en el desarrollo económico del Municipio de Tulum y del Estado de Quintana Roo, tanto en su PEA como en la hacienda pública.

**Justificación Social.** Se espera la creación de una necesidad permanente de insumos materiales, alimentos y servicios diversos, siendo que estos impactos positivos contribuirán, de manera importante, en el desarrollo económico de la localidad y Municipio de Tulum.

### II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.

El proyecto se ubicará en la SMZ 000, Manzana 005, Lote 033-01, Región 15 del Centro de Población de Tulum. Municipio de Tulum, Quintana Roo, ver Figura II.1.



*Figura II.1. Ubicación del predio.*

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas del predio, formato UTM, Zona 16, DATUM WGS84).



Tabla II.2. Coordenadas UTM del predio.

Vértice	X	Y
1	451816.850	2237744.300
2	452087.070	2237881.780
3	452151.120	2237692.320
4	451880.900	2237554.833

#### II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA.

El proyecto considera un monto de inversión cercano a los 5 millones de dólares americanos, equivalentes a aproximadamente 95 millones de pesos mexicanos.

#### II.1.5. DIMENSIONES DEL PROYECTO.

El proyecto contempla el desarrollo de un condominio destinado a vivienda unifamiliar, en la mayor parte del terreno, así como una sección de uso mixto, ubicada al frente de la propiedad y colindante a la carretera federal, destinada a la construcción y operación de comercios y vivienda.

El condominio para vivienda unifamiliar, contempla el desarrollo de 175 lotes con tamaños que van de los 180.00 m<sup>2</sup> (30 lotes), 186.00 m<sup>2</sup> (124 lotes) a los 360.00 m<sup>2</sup> (5 lotes), además de 16 lotes de 187.678 m<sup>2</sup> cada uno, en el total de la superficie desarrollable del terreno. Los lotes para vivienda unifamiliar tendrán acceso directo desde la carretera a través de una avenida central que a partir del punto de control (caseta de vigilancia) articula la accesibilidad a estos. La avenida central es de doble sentido y tiene una sección vial de 21.5m, con un camellón central jardinado. La avenida central se conecta con las calles secundarias (8 calles) hacia donde tienen frente los lotes.

La porción de uso mixto del desarrollo está ubicada al frente del terreno en colindancia con la carretera. En esta sección de la propiedad esta propuesto el desarrollo de cuatro edificios de 3 niveles cada uno, en 12 m de altura, que alojan comercio y servicios en su planta baja (nivel 1) y sobre este, dos niveles de departamentos (niveles 2 y 3) con un total de 47 departamentos. El nivel de comercio y servicios tiene acceso directo desde la carretera, contando con su propio estacionamiento, a través del cual se accede al condominio. Los departamentos tienen acceso desde el interior del desarrollo a través del punto de control que comparten con los lotes de vivienda unifamiliar y cuentan con sus cajones de estacionamiento correspondientes al frente cada edificio.

Entre el condominio de vivienda unifamiliar y la porción de uso mixto se contempla un área que aloje amenidades destinadas a la recreación y esparcimiento de los propietarios y visitantes, como serían palapa, alberca, asoleadero, etc., junto con superficies jardinadas, con andadores y vegetación propia de la región.

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

Los extremos de los edificios de uso mixto están reservados para alojar la planta de tratamiento de aguas residuales al norte y la infraestructura de apoyo (transformadores, contenedores de basura, etc.) al sur.

Los parámetros urbanísticos de COS, CUS y Densidad que le son aplicables al predio del proyecto son los siguientes:

<i>Concepto</i>	<i>USO DE ACUERDO CON EL PDU VIGENTE</i>		<i>Valor máximo aplicable al uso de suelo (m<sup>2</sup>)</i>	
	<i>MS/MB</i>	<i>H3*</i>	<i>MS/MB</i>	<i>H3*</i>
<i>Superficie</i>	<i>12,615.47</i>	<i>47,387.13</i>		
	<i>60,002.60</i>			
<i>Viv/ha</i>	<i>38</i>	<i>37</i>	<i>47.93</i>	<i>175.33</i>
<i>Coefficiente de Ocupación del Suelo</i>	<i>0.60</i>	<i>0.60</i>	<i>7,569.282</i>	<i>28,432.278</i>
<i>Coefficiente de Utilización del Suelo</i>	<i>1.70</i>	<i>1.70</i>	<i>21,446.299</i>	<i>80,558.121</i>

Derivado de la tabla anterior, la distribución de los diferentes conceptos arquitectónicos que formarán parte integral del proyecto, así como sus respectivas superficies, se enuncian en la tabla siguiente:

*Tabla II.3. Superficies consideradas para el proyecto.*

<i>(todas las superficies en metros cuadrados salvo se indique diferente)</i>		
Superficie del terreno:		<b>60,002.60</b>
<b>ÁREA DE DESPLANTE</b>		
Lotes vivienda unifamiliar		33,266.85
Lotes uso mixto		2,090.29
PTAR, zona de manejo residuos e infraestructura		110.69
Amenidades		350.00
<i>suma:</i>		<b>35,817.83</b>
		<b>59.69 %</b>
<b>ÁREA PERMEABLE</b>		
Áreas verdes		5,152.52
Vialidades, est. y andadores		19,032.25
<i>suma:</i>		<b>24,184.77</b>
		<b>40.31 %</b>
<b>TOTAL:</b>		<b>60,002.60</b>
		<b>100.0 %</b>

De los 54,850.08 m<sup>2</sup> totales que ocupará el proyecto, 19,032.25 m<sup>2</sup> serán de obras con materiales permeables (Vialidades, Estacionamientos y Andadores), cumpliendo con el coeficiente de ocupación, permitido por el PDU, siendo que, tal y como se señaló en la factibilidad de proyecto la cual acordó precedente la Viabilidad y Factibilidad Ambiental (Anexo 1). Se señala a la letra lo siguiente:

*El 40% de la superficie del terreno restante una vez aplicado el Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) deberá estar libre de construcciones techadas, solo*

se permite la creación de áreas verdes o vialidades interiores y estacionamientos siempre y cuando sean construidos con material permeable que garanticen la infiltración de aguas pluviales.

En adición a lo anterior, aun y cuando el predio del proyecto le son aplicables dos usos de suelo (MS/MB y H3\*), también es cierto que, dichos usos de suelo conforman un solo conjunto predial, en una superficie de 60,002.60 m<sup>2</sup>; por lo que, para generar un impacto ambiental menor, se homologó el parámetro del uso de suelo que menos densidad tiene, que son 37 viviendas por hectárea. A continuación, se presenta la siguiente tabla con los parámetros máximos permitidos para el predio del proyecto, con respecto a las obras propuestas por el mismo:

Concepto	USO DE SUELO DE ACUERDO CON EL PDU VIGENTE		Valor máximo aplicable al uso de suelo según el PDU(m <sup>2</sup> )	Valor máximo propuesto para el proyecto (m <sup>2</sup> )		Total
	MS/MB	H3*		MS/MB	H3*	
Superficie	60,002.60		---			
Viv/ha	37		222	47 viviendas	175 viviendas	222
Coefficiente de Ocupación del Suelo	0.60	0.60	36,001.56	2,090.29	33,266.85	35,817.83
Coefficiente de Utilización del Suelo	1.70	1.70	102,004.42	3,553.493	56,553.645	60,890.311

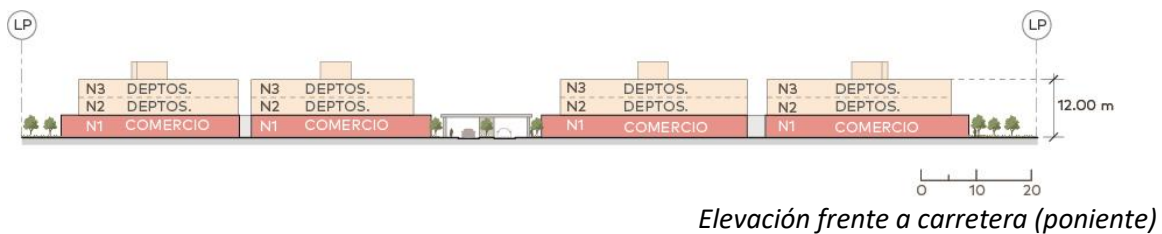
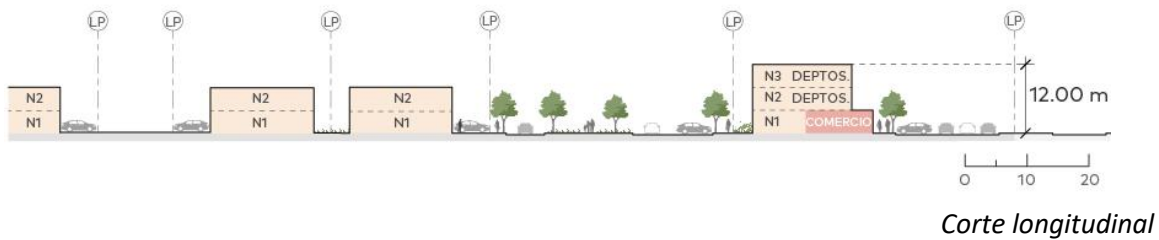
Nota: Los valores totales propuestos tienen considerados las áreas destinadas a la PTAR y Amenidades.

Tal y como se puede apreciar en la tabla arriba referida, el proyecto está por debajo de los parámetros urbanísticos aplicables.

Es importante señalar que, se tiene una superficie de 5,152.52 m<sup>2</sup> como áreas verdes y 19,032.25 m<sup>2</sup> serán de obras con materiales permeables (Vialidades, Estacionamientos y Andadores); dicha superficie se considera dentro del 40% de la superficie del terreno que se encuentra libre de construcciones techadas, permitiendo la creación de áreas verdes o vialidades interiores y estacionamientos siempre y cuando sean construidos con material permeable que garanticen la infiltración de aguas pluviales.

Cabe señalar que, en el proyecto, las viviendas contarán con tres niveles y una altura total de 12 m, respetando los parámetros requeridos por el **Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030**.

A continuación, se presentan los esquemas de las alturas que tendrán las edificaciones del proyecto (Anexo 2).



Con base en lo anteriormente descrito, se tiene que, para el desarrollo del proyecto, será necesaria la remoción de vegetación en una superficie de 54,850.08 m<sup>2</sup>, manteniendo la superficie restante de 5,152.52 m<sup>2</sup> como áreas verdes y de conservación.

Con base en lo anterior, se tiene que el proyecto da cumplimiento en todo momento a las restricciones urbanas establecidas por el **Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030**, instrumento que rige el diseño del proyecto en evaluación, en virtud de que no se sobrepasan los valores máximos permitidos por el instrumento de mérito, como se analiza a mayor detalle en el Capítulo III de esta Manifestación de Impacto Ambiental.

Entre el condominio de vivienda unifamiliar y la porción de uso mixto se contempla un área que aloje amenidades destinadas al uso de propietarios y visitantes, como serían palapa bar, alberca, área de asoleaderos, etc., junto con superficies jardinadas, con andadores y vegetación propia de la región.

Los extremos de los edificios de uso mixto están reservados para alojar la infraestructura y servicios requeridos por el propio condominio. En el extremo norte se ubica la planta de tratamiento de aguas residuales y el área para el manejo de residuos sólidos. En el extremo sur la infraestructura eléctrica,



incluidos los transformadores necesarios para la operación del propio condominio.

En la siguiente figura se presenta el plano de conjunto del proyecto, mismo que se incluye, de manera impresa, como Anexo 3.



Figura II. 2. Plano de conjunto del proyecto.

### II.1.6. USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS.

Al área donde pretende ubicarse el proyecto, le son aplicables los usos de suelo Comercial Mixto (MS/MB) y Habitacional (H3\*), de acuerdo con el PDU

Tulum. La zona cuenta con todos los servicios, siendo algunos de ellos, suministrados por el municipio.

- **Cuerpos de agua en el sitio del proyecto.**

En el predio del proyecto, no se tiene la presencia de cuerpos de agua superficiales o subterráneos, no obstante, el tipo de cimentación que se ha propuesto para el proyecto que nos ocupa, será a base trabes y contra trabes, toda vez que, en el predio del proyecto no se tiene la presencia de algún cuerpo de agua superficial o subterráneo, ni ecosistemas de humedales o manglares cercanos.

### **II.1.7. CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL.**

Para la realización de las obras y actividades del presente proyecto, únicamente se requerirá de la remoción de vegetación natural en 54,850.08 m<sup>2</sup>; sin embargo, debido a la reciente publicación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, dado que el predio del proyecto Plan Maestro TAO Tulum se ubica dentro de la superficie regulada por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030, se estima, no se requerirá llevar a cabo el procedimiento de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, ello, en virtud de que se cumple con la premisa legal establecida en el Artículo 7, fracción LXXI, que a la letra dice...

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

Por lo que, además se solicita a esa Delegación de la SEMARNAT en el estado de Quintana Roo se pronuncie sobre

### **II.1.8. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.**

Al área donde pretende ubicarse el proyecto, le corresponde los usos de suelo Comercial Mixto (MS/MB) y Habitacional (H3\*), de acuerdo con el PDU de Tulum. Dada su localización en una zona urbanizada, no resulta necesario desarrollar nueva infraestructura urbana; sin embargo, a continuación, se señalan los servicios requeridos para el proyecto:

Para el caso del manejo de aguas residuales, el proyecto contará con drenajes pluvial y sanitario, siendo que este último se conectará a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del propio condominio, en la cual se depurará

el total de las aguas negras y grises que se produzcan en éste. Este sistema cumple con la normatividad de la Comisión Nacional del Agua, por lo que el agua podrá ser usada para el riego de las áreas verdes del mismo proyecto. Cabe mencionar que con este sistema se estima que el proyecto sea sustentable ya que no sobrecargará el drenaje de la localidad de Tulum, al manejar, tratar y reutilizar sus aguas residuales.

Respecto del abasto de agua potable, el proyecto se conectará a la red de agua potable municipal, operada por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA).

Para la recolección de los residuos sólidos, se cuenta con la factibilidad de la recolección otorgada por parte del municipio. De igual forma, el desarrollo contará con un programa de manejo de residuos que a su vez será sometido a evaluación ante la autoridad ambiental estatal, para colectarlos y almacenarlos de manera separada y facilitar su reciclaje y, consecuentemente, disminuir el volumen de basura enviada a disposición final.

El servicio de energía eléctrica será proporcionado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

## II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

### II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.

A continuación, se presenta el Diagrama de Gantt con la programación de actividades del proyecto, como se puede observar en el diagrama, se considera un total de 10 años, previendo los plazos de trámites municipales y la actual situación del país, se estima que la etapa de preparación del sitio (rescate de flora y fauna, desmonte, pica de los residuos, despalme, relleno y nivelación) se realice en un tiempo de hasta tres años y la construcción del proyecto (cimentación, cimbrado, albañilería e instalaciones) se realizará de forma superpuesta en un tiempo estimado que puede durar hasta seis años, ver tabla siguiente.

Tabla II.4. Cronograma del proyecto.

ACTIVIDAD	AÑOS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Preparación del Sitio											
Trazo del área de desmonte y zonas de conservación											
Instalación del vivero temporal											

PLAN MAESTRO TAO TULUM

ACTIVIDAD	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rescate de Flora y Fauna	■	■	■							
Desmante, Despalme		■	■	■	■					
Triturado de los residuos		■	■	■	■					
Nivelación y limpieza del terreno		■	■	■	■					
Construcción										
Cimentación (excavación)					■	■	■	■	■	■
Albañilería y estructuras					■	■	■	■	■	■
Acabados e Instalaciones (hidráulica, sanitaria y eléctrica).					■	■	■	■	■	■
Desmantelamiento de estructuras de provisionales									■	■
Exteriores (áreas verdes), detalles internos y andadores									■	■
Operación y Mantenimiento: Permanente (o hasta 99 años)										

De contar con los recursos financieros necesarios, la ejecución del proyecto podría realizarse en un menor tiempo, situación que dé así ocurrir se notificaría de manera oportuna a esa autoridad ambiental.

### II.2.2. PREPARACIÓN DEL SITIO.

Para la preparación del sitio se desarrollarán las actividades de **rescate de flora y fauna, desmante, pica de los residuos, despalme, relleno y nivelación**. Estas actividades, se realizarán solamente en los lugares donde se llevarán a cabo las obras contempladas, respetando y protegiendo en sus colindancias los ejemplares que no sean objeto de remoción.

El desmante y despalme de la vegetación será realizado con maquinaria ligera y de manera manual, en ningún caso se realizará el desmante mediante el uso de fuego o sustancias químicas. En relación a las modificaciones del terreno natural causados por la nivelación del terreno, éstas serán de carácter permanente, por lo cual se procurará aprovechar las topofomas naturales del terreno. **Se estima que la etapa de preparación del sitio se realice en un tiempo de alrededor de 2.5 años.**

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

• **Trazado de las áreas de desmonte y conservación.** Se realiza el trazo topográfico de los diferentes componentes del proyecto. Con cintas plásticas y mallas se delimitan las áreas que serán conservadas e incorporadas al diseño del proyecto, en tanto que en las áreas donde se llevarán a cabo las obras propuestas, objeto de la presente solicitud de autorización de impacto ambiental, se removerá la vegetación natural. En esta etapa se procederá a acondicionar el terreno para ser urbanizado con base al trazo del proyecto. Se procederá a conformar las plataformas para las viviendas y las terracerías para recibir posteriormente las vialidades. Se buscará minimizar los acarreos de tierra fuera del terreno, el material resultante se utilizará para la nivelación necesaria y en su caso, el material sobrante se retirará al lugar autorizado para su disposición final, por parte del municipio.

• **Marcado y rescate de especies vegetales.** En las áreas delimitadas y consideradas para la remoción de vegetación, se implementará una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de ésta y una brigada de personal de apoyo, ello con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica, los ejemplares susceptibles de ser rescatados, especialmente los que se encuentren en bajo la tutela y protección de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Una vez identificados los ejemplares, se implementará la técnica de rescate más apropiada considerando la especie y su talla. Los ejemplares rescatados serán transportados a un vivero provisional para su mantenimiento, para después formar parte de las áreas jardinadas. Este vivero será ubicado temporalmente dentro del mismo predio.

• **Rescate de especies animales.** Paralelo a las actividades de marcado y rescate de especies vegetales, un especialista en manejo de fauna recorrerá las áreas de desmonte, con la finalidad ahuyentar a la fauna silvestre y, en su caso, rescatar animales de poca movilidad para trasladarlos a las áreas de conservación de vegetación, tanto dentro del predio como en sus alrededores, fuera de áreas de desarrollo, previa autorización de la propia SEMARNAT. Igualmente, antes de su traslado, cada organismo será identificado y registrado en formatos especiales diseñados por la supervisión ambiental del proyecto.

• **Desmonte y limpieza del terreno.** Una vez que ha sido efectuado el rescate de flora y fauna silvestres, se realizarán las actividades de desmonte y limpieza del predio. La tierra vegetal y los restos vegetales (tritutados mecánicamente), serán dispuestos temporalmente en alguna área prevista para la construcción, esto con el fin de ser utilizados en la elaboración de composta para su posterior aprovechamiento en las áreas jardinadas del proyecto.

• **Excavación, relleno y nivelación.** Después de realizada la limpieza del terreno, una cuadrilla de topógrafos delimitará físicamente los diferentes frentes

de trabajo y se realizarán las actividades de excavación, relleno y nivelación necesarias para el área de edificaciones e infraestructura de servicios.

### **II.2.3. TRABAJOS DE DEMOLICIÓN.**

No serán necesarias actividades de demolición para el desarrollo del proyecto propuesto en la presente Manifestación, debido a que en el terreno no existe infraestructura alguna.

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

➤ Bodega de materiales y equipo. Se contará con una bodega de aproximadamente 40 m<sup>2</sup>, en donde se almacenarán los materiales y equipos que se ocuparán en la obra. Cabe mencionar que dentro del proyecto NO se instalarán talleres para la reparación de maquinaria.

Los escasos combustibles y lubricantes que sean empleados, se almacenarán temporalmente en la bodega de material y equipo, por lo que el piso de la bodega, deberá ser impermeable, rodeado de un borde para evitar la filtración y el derrame de sustancias en caso de que suceda algún accidente. Este almacén deberá estar ventilado y provisto de extintores, así como de la señalización de seguridad respectiva.

➤ Vivero. Contará con una choza de carrizo, techo de paja y suelo natural y será habilitada para funcionar como vivero temporal. Cabe mencionar que una vez terminado el proyecto las instalaciones del vivero serán removidas en su totalidad, disponiendo los materiales resultantes en el relleno sanitario municipal.

### **II.2.5. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.**

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

### ***Cimentación.***

La cimentación consiste en la construcción de los elementos estructurales que quedan por debajo del terreno natural y/o del nivel de piso terminado, y que servirán para sustentar la infraestructura. Los trabajos a ejecutar son:

Excavación en cepas para desplante de cimentación la cual se realizará de dos maneras, dependiendo de la dureza del suelo a excavar:

- a) Excavación a mano, utilizando pico y pala.
- b) Excavación con compresores neumáticos y pistolas rompedoras (en caso de encontrar roca).

La construcción de los cimientos puede ser de los siguientes tipos, dependiendo de su importancia estructural y de las condiciones del terreno de soporte:

- Muros de mampostería de piedra de la región, asentada con mortero de cemento-arena.
- Muros de concreto ciclópeo, es decir, hacer mezcla con concreto y en la revoltura se pone piedra de la región, vertiendo la mezcla en una cepa asentada sobre roca sana.
- Elementos estructurales de concreto reforzado en estructuras importantes, con mayor transmisión de carga al terreno o cimentados sobre roca intemperizada y/o fisurada, como son: Zapatas aisladas y corridas, Pilas y pilotes de concreto, Dados, Contratraves, Cabezales, Traveses de liga, entre otros.

El relleno de cepas se puede realizar con material producto de excavación cuando se trate de un material estable, inerte y homogéneo o en su defecto, se realizará con material acarreado de un banco autorizado. Todo el concreto armado de los elementos estructurales principales, se fabricará con mezclas de concreto prefabricado procedentes de una planta especializada, llegarán a la obra en camiones-revolvedora de 6 a 7 m<sup>3</sup> y se colocará en el lugar preciso con sistema de bombeo.

En general, para la fabricación de los elementos de concreto, se utilizarán cimbras de madera o metálicas perfectamente selladas, que eviten la fuga de lechada de las mezclas, lo que permite concretos terminados de mejor calidad, y evitar la contaminación del suelo y de las áreas de conservación alrededor del sitio de la obra.

Por lo que hace a la construcción de las viviendas unifamiliares, cada comprador del terreno una vez que tenga posesión legal del mismo llevará a cabo la construcción de dichas viviendas. Se prevé contar con un reglamento de

construcción apegado al presente documento a efecto de que cada construcción cumpla con las especificaciones obligatorias en materia ambiental.

### *Albañilería.*

Esta actividad se refiere a la construcción de los muros, castillos y cadenas que pueden ser divisorios o estructurales para soportar los techos. El trabajo de albañilería consta de:

Muros a base de bloc de concreto prefabricado. De 15 y 20 centímetros de espesor, asentados con mortero de cemento – arena y reforzados con dalas y castillos de concreto armado, con separación máxima de 2.50 metros. Por cada 1.5 metros de altura se agregará un tramo de andamios, ya sea metálico o de madera, para facilitar la elevación de los materiales y la colocación de los bloques.

**Muros de concreto reforzado.** Usados en las cisternas, etc. En estos sitios la supervisión deberá ser máxima para evitar cualquier posible fuga hacia el subsuelo. En el caso de muros de las cisternas, se colará integralmente al piso del fondo con los muros. Si por sus dimensiones se requiera hacer juntas constructivas, éstas llevarán una banda ojillada de PVC en toda su longitud, para evitar fugas posteriores.

El concreto se fabricará con un impermeabilizante integral y se tendrá especial cuidado en colocar, antes del colado, todas las instalaciones (tuberías, cajas de lámparas subacuáticas, rebosaderos, boquillas de llenado, etc.) que vayan ahogadas en él, así como en el vibrado, acomodo y curado final. Al ser colado el concreto, se deberá utilizar vibrador con el fin de tener un mejor acomodo de los agregados. El concreto hidráulico será premezclado y suministrado por empresas prestadoras de servicios por medio de camiones revolvedores (hoyas) para volúmenes mínimos.

### *Estructura.*

Las estructuras se componen de los elementos verticales y horizontales que soportan la techumbre y las de los techos propiamente dichos (exceptuando los muros, dalas y castillos que corresponden a la partida de albañilería). En esta partida se pueden incluir: Columnas y travesaños de concreto armado, construidos conforme a los planos estructurales y losas de concreto armado para los diferentes niveles, los cuales serán de cuatro tipos:

1. La más abundante a base de vigueta y bovedilla prefabricadas, con capa de compresión colada en el lugar.



2. Losas macizas de concreto reforzado, planas o inclinadas; losas de fondo y tapa para cisternas, techos de ductos y casetas de maquinaria.
3. Losas a base de panel prefabricado tipo "sándwich", con malla de alambre liso de alta resistencia en sus caras exteriores, y placa de poliestireno expandido en su interior, revestido de mortero de cemento – arena por ambas caras.

### ***Construcción de la alberca.***

El proceso constructivo de la alberca inicia con la excavación, que se realizará por medios mecánicos de acuerdo a los niveles de proyecto, con la ayuda de la maquinaria adecuada según el tipo de terreno (retroexcavadora) que se presente. Posteriormente, se construirá una plantilla de nivelación para el colado de la cimentación de la piscina, la cual será a base de concreto armado, posteriormente se construirán los muros de ésta a base de concreto armado, previo al colado, se alojarán las instalaciones eléctricas e hidráulicas. La profundidad promedio de excavación de esta piscina será de 1.60 metros.

Producto de la excavación del sitio donde se ubicará la alberca, se prevé la obtención de materiales de diferentes características y graduaciones, mismos que serán utilizados para el relleno y nivelación de las componentes que lo requieran.

El manejo que se dará al agua de la alberca es el común para este tipo de componentes, como ya fue manifestado se contará con un cuarto de máquinas que tendrá un sistema depurador, con sistema de bombeo, filtros y retrolavado, además de la cloración.

Con estos aditamentos, el agua de la alberca puede recircularse por periodos prolongados, reemplazando únicamente los volúmenes que por efecto de la evaporación se vayan perdiendo.

Con estas medidas se garantiza un ahorro en el consumo de agua, al disminuir el volumen requerido por recambios.

### **Instalaciones**

El proyecto contempla las acometidas e instalaciones, así como las preparaciones para la totalidad del conjunto, llegando a pie de lote, bajo la premisa de ahorrar y optimizar los consumos de agua, drenaje y energía.

Se realizará el tendido de las redes principales para el drenaje sanitario, agua potable y canalizaciones para el tendido de energía eléctrica y de voz y datos. Se ubicarán los registros correspondientes a cada red. El diseño y la ejecución de la

instalación deberán hacerse de manera que todos los encuentros de la bajante con la red horizontal sean fácilmente accesibles para su inspección, limpieza y reparaciones, en su caso.

**Acabados.**

Los terminados en general serán de buena calidad, dado que el proyecto se pretende sea de primera clase. Se contemplan los siguientes trabajos:

RECUBRIMIENTO DE MUROS	Los muros tanto interiores como exteriores recibirán un aplanado a base de cemento mortero – arena – cal a regla con acabado texturizado. Se colocarán molduras de diferentes formas en la unión de los muros con las losas o plafones. Los muros que tengan contacto con humedad como son los baños, tendrán como recubrimiento piezas de mármol que estarán fijadas al muro por adhesivos especiales para este fin y serán junteadas las piezas con cemento blanco.
Recubrimiento de pisos	Cada espacio tendrá diferente tratamiento, pero en general, las áreas de servicio recibirán como acabado final el de concreto hidráulico, en cocinas y áreas donde se requiere mejor apariencia se pondrá loseta cerámica pegado por cemento especial tipo Crest. En áreas de servicio como son las habitaciones, restaurantes y pasillos se utilizarán piedras naturales como es la cantera, piedra bola, recinto y diferente tipo de mármoles, con diseños de tapetes. Estarán colocados con cemento gris, sellados y barnizados. En el área de los estacionamientos y caminos se usarán adocretos para permitir la recarga de las aguas pluviales al subsuelo.
Plafones	En espacios determinados se requiere de falsos plafones para cubrir instalaciones y ductos, como son las habitaciones, cocinas y espacios de banquetes. Los plafones se instalarán anclando a la losa alambre galvanizado que cargaran guías o canaletas principales que estas a su vez cargaran las guías o canaletas secundarias, formando retículas, que recibirán paneles de tablaroca con acabado integral. Los métodos de armado serán el de pijas autorroscantes entre las canaletas.
Carpintería	La carpintería fina utilizará maderas de calidad tipo cedro, caoba, maderas duras de la región, y serán utilizadas para las puertas, marcos, closets, repisas, y demás elementos decorativos. Para la carpintería de batalla o secundaria se utilizará pino o aglomerados, según sea necesario. Los acabados serán pintados, barnizados, encerados o sellados, según lo dicte el proyecto de diseño de interiores. La madera será trabajada en sitio o en los talleres de los proveedores.
Cancelería de aluminio	Se utilizará para todas las puertas corredizas, cancelaría y mamparas. Tendrán diseño anticiclónico y se fabricarán en sitio o en los talleres de los contratistas. El acabado será galvanizado.
Pintura.	Pintura vinílica a 3 manos en muros y techos, sobre una mano de sellador.

A continuación, se describen los equipos, materiales y servicios adicionales para la etapa de construcción:

*Servicios.*

Se instalarán sanitarios portátiles tipo SANIRENT, a razón de 1 por cada 10 trabajadores. El mantenimiento y limpieza de los sanitarios estará a cargo de la empresa que se contrate para tal fin y se le solicitará que la disposición de los residuos sea de la forma adecuada de acuerdo a la naturaleza de los mismos y que cuente con los permisos municipales correspondientes.

Cabe mencionar que el agua que se utilizará para las etapas de preparación del sitio y construcción se obtendrá a través de la interconexión con el sistema de aguas de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA) de conformidad con la factibilidad de fecha 17 de abril de 2018.

Para el riego de las plantas del vivero se utilizará agua tratada, adquirida a proveedores registrados.

Equipo y material.

- Concreto  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
- Acero en estribos #2  $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo #3, #4 y #5  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero en malla electrosoldada  $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
- Acero estructural A-36, Acero estructural A-50
- Nivel laser, estacas y soga para delimitación de polígonos de obra y avances.
- Generador de 220/127 V.VA,
- Vibradores para concreto, Bailarinas y revolvedora.
- Taladro eléctrico, Bomba de achique, Bomba para concreto.
- Camioneta pick up y Remolque.
- Agua suministrada por medio de pipas y Sanitario portátil.

*Tabla II.5. Material a utilizar durante la etapa de construcción.*

TIPO DE MATERIAL	DESCRIPCIÓN
Aglutinantes	Cal, mortero, cemento gris, cemento blanco y yeso.
Agregados	Arena de río, agua limpia, grava, piedra braza y de río.
Aceros de refuerzo y estructural	Alambrón, alambre recocido, acero en barrillas de alta y normal resistencia y clavos.
Madera para cimbra	Duelas, barrotes, polines, tablones, vigas, chaflanes y triplay.
Muros	Tabique de barro recocido, bloc sólido de cemento-arena, block hueco.
Pisos y pavimentos	Loseta de barro, cemento blanco y piedra de río.
Cubiertas	Vigas de madera, pérgolas de madera, vigueta y bovedilla.
Drenajes	Tubos de concreto de diferentes medidas, marcos y contramarcos de metal y PVC.

## II.2.6 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

### *Operación del proyecto (prestación de servicios turísticos).*

El proyecto se compone de 175 viviendas unifamiliares y 47 departamentos distribuidos en cuatro edificios de 3 niveles cada uno en 12 m de altura, que alojan comercio y servicios en su planta baja (nivel 1) y sobre este, dos niveles de departamentos (niveles 2 y 3) lo cual arroja un total de 222 viviendas.

En el Anexo 2, se presentan los planos de las fachadas en los cuales se puede verificar que la altura de las edificaciones es de 12 metros cumpliendo en todo momento con los lineamientos del Programa de Desarrollo Urbano aplicable al proyecto. A continuación, se describen los servicios necesarios para la etapa de operación del proyecto:

### **Obras adicionales al proyecto.**

**Consumo energético para la operación del proyecto.** En lo que se refiera al **consumo de combustibles**, se utilizará gas licuado de petróleo (GLP) y Diésel; éste último, únicamente para uso de las plantas de emergencia en caso de suspensión del servicio de energía eléctrica.

La **planta de emergencia** que será utilizada en el condominio, particularmente para apoyar la operación de la PTAR, será un generador de 15 KVA a **Diésel**, con un almacenamiento de cerca de 250 litros, cuya ubicación se hará sobre superficies impermeables, con diques de contención y adecuadamente techados y señalizados, colindante a la planta.

El **gas LP** será utilizado principalmente para las cocinas de cada vivienda y de la palapa asador; se ha previsto contar con **tanques** estacionarios de 50 o 100 litros ubicados en las azoteas de las viviendas o, en su caso, de las edificaciones mixtas, alejados de las áreas públicas y de acceso restringido. La ubicación de los tanques cubrirá todas las especificaciones técnicas que aseguren la mínima posibilidad de riesgo. En su oportunidad que se contará con el dictamen de unidad de verificación en materia de gas LP, requisito previo al abasto de dicho energético.

- Mantenimiento del proyecto.

El mantenimiento está constituido por una serie de procesos y actividades específicas que tienen que ver, justamente, con mantener las instalaciones en el estado adecuado que permita garantizar el confort y relajación del cliente; adicionalmente, lograr que las instalaciones se conserven en un estado

permanente de operación segura, optimización de recursos y generación mínima de contaminantes. El mantenimiento puede dividirse en dos: el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo:

El **mantenimiento preventivo** es aquel que se programa regularmente y se realiza diariamente. Y el **mantenimiento correctivo** es aquel que requiere de inmediata solución para el buen desempeño y funcionamiento de las instalaciones.

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

### II.2.7. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.

El diseño y ejecución del proyecto **NO** contempla su abandono, por el contrario, se prevé su mantenimiento de manera continua, por lo menos para garantizar su operación durante los próximos 99 años, dado el valor patrimonial que representará para los condóminos.

Una vez que el proyecto se encuentre fuera de operación se deberá dar cumplimiento a los siguientes requerimientos.

- Presentar un programa calendarizado, aprobado por la autoridad competente que en su momento lo requiera.
- Todos los residuos peligrosos generados del mantenimiento de las instalaciones, se manejarán de acuerdo a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables.
- El responsable de la empresa deberá presentar ante la SEMARNAT, todos los documentos que avalen que el sitio por abandonar se encuentra libre de contaminantes o en su caso haber sido restaurado, de acuerdo a los parámetros de remediación y control establecidos por la autoridad correspondiente, en su caso.

### II.2.8. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.

Dadas las características y alcances del Proyecto, **NO** se requerirá el uso de explosivos.

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

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

#### *Desechos Sólidos.*

Todos los desechos sólidos producto de la preparación del sitio y la construcción del proyecto, serán llevados a lugares autorizados por el Municipio, mediante camiones de volteo, los cuales deberán de estar cubiertos con lona aun y cuando estén vacíos. Considerando un promedio de 96 obreros de manera simultánea, se estima que pueden llegar a generarse un volumen aproximado de 0.8 kilo/día / trabajador (**76.8 kilos diarios**), durante la fase de preparación y construcción del proyecto.

Durante esta etapa se dispondrá en toda el área de trabajo, de tambos de 200 litros debidamente señalizados, con el fin de captar de manera separada, todos los residuos sólidos generados y de esta manera fomentar su separación y reciclado.

#### *Aguas residuales.*

Se instalarán sanitarios portátiles tipo SANIRENT a razón de 1 por cada 10 trabajadores. El mantenimiento y limpieza de los sanitarios durante estas actividades estará a cargo de la empresa que se contrate para tal fin y se le solicitará que la disposición de los residuos sea de la forma adecuada de acuerdo a la naturaleza de los mismos y a la normatividad aplicable.

#### *Emisiones a la atmósfera.*

Debido a que en la zona de estudio no se cuenta con un programa de verificación vehicular obligatorio (PVVO), se recomendará a los responsables del manejo de transporte, maquinaria y equipos de combustión interna que mantengan sus vehículos y maquinarias en condiciones óptimas de operación, para que cumplan con los niveles máximos permisibles de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire como son la NOM-041-SEMARNAT-2015, la NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045- SEMARNAT-2006 y la NOM-050-SEMARNAT-1993, las cuales que establecen los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina, diésel, gas licuado de petróleo o gas natural. Por otro lado, se deberá evitar la dispersión de polvos que irriten las vías respiratorias y los ojos de las personas que trabajen o se encuentren en las

inmediaciones de las obras, realizando el manejo de material y las actividades del proyecto en fase húmeda.

### ***Emisiones de ruido.***

Durante las actividades de preparación del sitio y de construcción, los niveles de ruido que sean producidos por la maquinaria y equipo **NO** deben sobrepasar los máximos permisibles según la NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles de ruido permitidos. Cabe mencionar que la mayoría de los trabajos se realizarán de forma manual, por lo que se considera que el ruido que se generará en esta etapa del proyecto no será considerable.

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

### **Etapa de operación.**

#### ***Residuos Sólidos (No peligrosos).***

El proyecto contempla un área destinada para el manejo de residuos en el extremo norponiente del terreno, indicada en el plano correspondiente. En esta área se instalarán contenedores para la disposición de los distintos tipos de residuos resultado de la operación de los inmuebles del condominio. La disposición de estos residuos se hará a través de la recolección municipal cada 2 o 3 días de acuerdo a la frecuencia del servicio municipal.

#### ***Tratamiento de Aguas residuales.***

El proyecto incluye una planta de tratamiento de agua OXICLAR SC576C que se instala en un tanque de concreto donde se integra la estructura tecnológica de acero inoxidable.

El reactor integrado “USBF” es una modificación del tratamiento de aguas residuales convencional en el que se incorpora una zona de aireación, una zona anóxica, y el clarificador, en una sola unidad con flujo continuo.

El proceso de sedimentación en una unidad separada se omite; en su lugar se separan los sólidos en suspensión del agua tratada por medio de filtración ascendente a través del manto de lodos (USBF). Mediante este principio se logran mayores eficiencias de tratamiento.

Las principales ventajas de esta planta son:

1. Calidad del efluente
2. Planta compacta de dimensiones alrededor del 40% menos que plantas convencionales.
3. Sencillez de instalación: con la obra civil realizada, la planta se puede instalar en 2 semanas.
4. Sencillez de operación: la planta tiene características autoregulatoras y así requiere un mínimo de atención.
5. Debido al proceso USBF (low-loaded activation) se reduce la producción de lodos en exceso aerobically estabilizados, cumplen con la NOM-004-SEMARNAT-2002. El pre-espesamiento permite reducir el lodo a aprox. 3-5% de sólidos y el agua sobrenadante se bombea nuevamente al proceso de tratamiento. Posteriormente el lodo se remueve por un camión tipo vactor para su confinamiento final.

#### ***Descripción de las operaciones y procesos utilizados en el sistema***

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

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

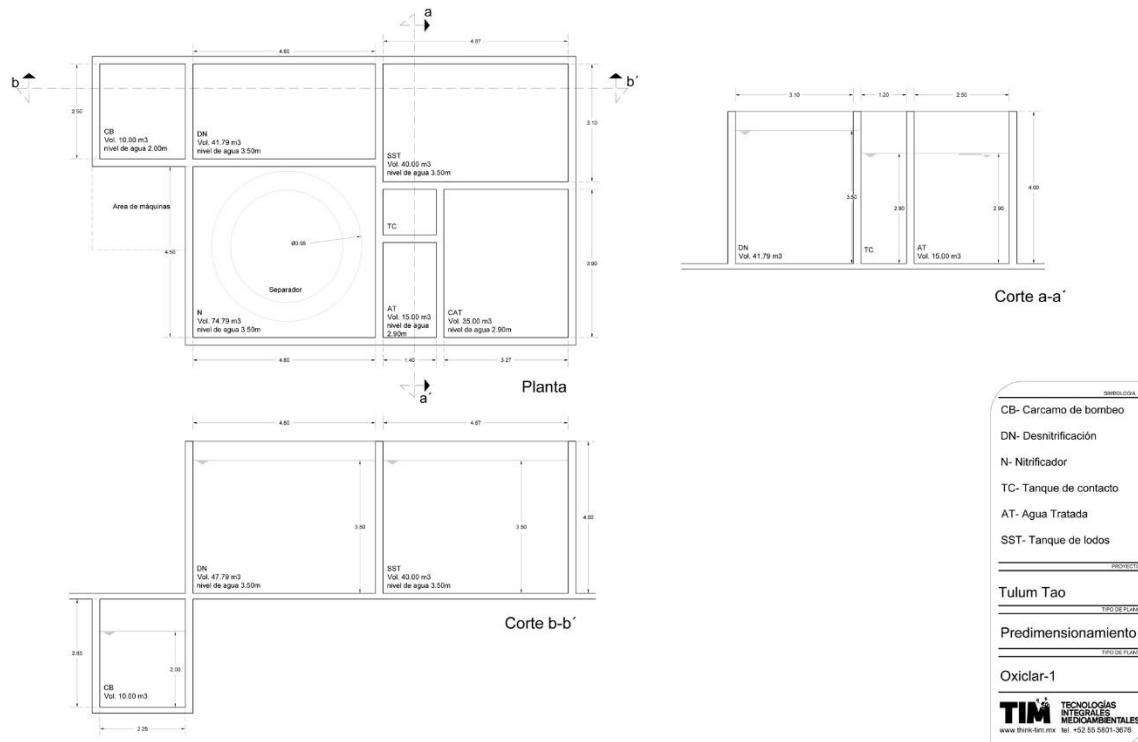
La tecnología USBF ha sido patentada, aplicada, mejorada y a la vez galardonada con varios premios. El desarrollo tecnológico, que se originó en los años 50 en la Academia Checoslovaca de Ciencias resultó en la instalación de más de 700 plantas en diferentes partes del mundo.

#### ***Resumen del cálculo del sistema***

Para el diseño de la planta se estimó una carga hidráulica máxima de 110 m<sup>3</sup>/d (1.27 LPS) y una carga orgánica (DBO5) de 315 mg/L. Las dimensiones del tanque de concreto son 12 m de ancho x 7 m de largo. La planta se ubicará en el área reservada para infraestructura y manejo de residuos al norponiente del terreno.



## PLAN MAESTRO TAO TULUM



*Plano general de la planta de tratamiento propuesta*

### **Residuos peligrosos.**

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

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

**Almacenamiento temporal.** El proyecto deberá contar con un almacén de temporal de residuos peligrosos, el cual deberá de contar con todas las especificaciones determinadas por la normatividad aplicable.

**Tratamiento.** NO se realizará tratamiento a los residuos generados en la instalación. Todos los residuos serán almacenados temporalmente para después ser recolectados, tratados y/o confinados por compañías especializadas y autorizadas para tal fin.

**Recolección y transporte.** La recolección de los residuos peligrosos se realizará cuando en los sitios de generación el contenedor llegue al 90% de su capacidad, posteriormente se enviarán a su almacenamiento temporal. Para el transporte a los sitios de disposición final, la empresa contratará los servicios de compañías especializadas para la recolección y transporte de residuos peligrosos, que deberán contar con autorización previa de la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas de la SEMARNAT y de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT.

**Tratamiento o Disposición final.** El tratamiento o la disposición final de los residuos se realizarán a través de compañías especializadas que cuenten con autorización vigente por parte de la SEMARNAT y en su caso, también por la SEMA y autoridades Municipales.

#### **Etapa de mantenimiento.**

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

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

**Residuos sólidos.** El proyecto contará con un almacén temporal de residuos sólidos, el cual consistirá de un área delimitada con ventilación natural, iluminación, extintores y letreros de señalización. El almacén temporal de residuos sólidos (basura) contará con contenedores, que recibirán los materiales de desperdicio recolectados durante la limpieza. Es importante señalar que se deberá tener un convenio con el servicio de limpia municipal, con el fin de que todos los residuos generados sean recogidos de manera continua y sean dispuestos en lugares asignados por las autoridades.

**Residuos peligrosos.** Se contará desde la primera etapa del proyecto, con un área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos, la cual se localizará separada del resto de las áreas. Las características del almacén temporal de residuos peligrosos son las siguientes:

- Los pisos contarán con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado.
- Los pisos serán lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos y de material antiderrapante en los pasillos. Además, deberán ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados. Asimismo, con el objeto de eliminar infiltraciones al suelo natural se recomienda colocar una capa de tepetate, una capa de tezontle y una capa de concreto con acabado pulido. La pendiente del piso será no menor al 3%.
- Se recomienda que la canaleta (red de desagüe) se cubra con rejilla tipo “Irving”.
- Se contará con sistemas de extinción contra incendios.
- Se delimitarán áreas con franjas amarillas en el piso, de cuando menos 5 centímetros de ancho.
- Se colocarán letreros en el frente con la leyenda de “ALMACÉN TEMPORAL DE RESIDUOS PELIGROS”, en el interior se colocarán letreros indicando el tipo de residuo que se almacena.
- Además, se colocarán letreros de ruta de evacuación y uso de equipo de protección personal.
- Los tambores llenos contarán con una etiqueta auto adherible, indicando el nombre de los residuos peligroso, característica de peligrosidad, área de generación y fecha.
- No existirán conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida.
- La ventilación será suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión.
- Se debe evitar la generación o acumulación de electricidad estática en el centro de trabajo, aplicando, en su caso, control de humedad, instalación de dispositivos de conexión a tierra o equipo a prueba de explosión.
- Las instalaciones metálicas que NO estén destinadas a conducir energía eléctrica, tales como cercas perimetrales y estructuras metálicas y maquinaria y

equipo ubicados en zonas en donde se manejen, almacenen o transporten sustancias inflamables o explosivas, deben conectarse a tierra.

- El almacén de residuos peligrosos contará con pararrayos, la cual se basará en la norma NOM-022-STPS-1998.

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

#### **III.1. MARCO LEGAL.**

El sistema jurídico mexicano está conformado por la Constitución Política, leyes federales o estatales, reglamentos, códigos, acuerdos y normas oficiales mexicanas (NOM) que establecen los lineamientos aplicables a cada materia; siendo de nuestro interés la materia ambiental cuyo marco normativo se enfoca en la Constitución Política, leyes, reglamentos, acuerdos, normas y ordenamientos ecológicos, tanto locales como regionales mismos que son ejecutados por el nivel de gobierno correspondiente.

En materia ambiental, la regulación normativa aplicable a la autorización de impacto ambiental para el desarrollo del proyecto, comprende diversas legislaciones y ordenamientos ecológicos, así como planes de desarrollo urbano y demás instrumentos legales de política ambiental que a continuación se enlistan:

- *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM),*
- *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA),*
- *Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA),*
- *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS),*
- *Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS),*
- *Ley General de Vida Silvestre (LGVS),*
- *Ley General de Cambio Climático (LGCC),*
- *Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyR Golfo de México y Mar Caribe),*
- *Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum (POET-CCT),*
- *Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030.,*
- *Normas Oficiales Mexicanas (NOM's),*
- *Áreas de Importancia Ambiental.*

Cada uno de los ordenamientos antes mencionados será analizado a detalle en la siguiente sección.

#### **III.2. INSTRUMENTOS LEGALES.**

##### **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.**

De acuerdo al principio de supremacía constitucional, nuestra Carta Magna da las bases para analizar la política ambiental y en nuestro caso la viabilidad del proyecto en cuestión. Son los artículos 4º párrafo quinto, 25 párrafo sexto y 27

párrafo tercero, los relativos al cuidado del medio ambiente; ellos refieren el derecho que tiene toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar; donde el Estado bajo criterios de equidad social y productividad apoyará e impulsará a las empresas del sector privado para que usen en beneficio general los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente; así como el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación con objeto de cuidar su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y mejorar las condiciones de vida de la población, respecto de la preservación y restauración del equilibrio ecológico que evite la destrucción de los elementos naturales. Siendo este último aspecto, potestad del Congreso Federal para su legislación con la participación del Gobierno Federal, Estatal y Municipal, en el ámbito de sus respectivas competencias (artículo 73, fracción XXIX-G).

En tanto que, la administración de los usos de suelo es facultad de los Municipios, de conformidad con el artículo 115, fracción V, que a continuación cito:

*V. Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para:*

*a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;*

*[...]*

*c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;*

*d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia en sus jurisdicciones territoriales;*

*[...]*

*g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;*

*[...]*

Conforme lo anterior, el proyecto se apega a lo antes señalado, ya que, si bien se ubica en un área de interés de la Federación, también concurren otros instrumentos de política ambiental y competencia local, emitidos por los diferentes órganos del Gobierno Estatal, como lo son el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum<sup>2</sup> 2001 (POET-CCT) y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030<sup>3</sup> (PDU-CPT). Sin embargo, el análisis de la presente MIA-P se realiza con apego al PDU-CPT, puesto que de conformidad con el punto 6.5 del capítulo de Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos Aplicables de los Lineamientos que establecen criterios técnicos de aplicación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, de

---

<sup>2</sup> Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 16 de noviembre de 2001.

<sup>3</sup> Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 09 de abril de 2008.

fecha 16 de noviembre de 2012, emitidos por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, cuando exista un centro de población regulado por un PDU y un POEL, siempre deberá prevalecer lo que dispone el PDU.

Para corroborar lo anterior, se transcribe de manera literal el contenido del lineamiento referido el cual resulta obligatorio para la autoridad:

o PDU), el promovente deberá identificar claramente en la Manifestación de Impacto Ambiental los criterios ambientales (ecológicos) que cada uno de dichos instrumentos jurídicos definen para el área del proyecto.

En caso de que resulten aplicables dos o más criterios ambientales o ecológicos y éstos se contradigan entre sí, la autoridad podrá utilizar los siguientes criterios de preferencia:

6.5.1 Criterio de especialidad. Prevalecerá el instrumento jurídico que:

6.5.1.1. Haya sido expedido por autoridad con competencia para regular las obras o actividades sometidas al procedimiento de evaluación de impacto ambiental federal; por ejemplo, ante contradicción de criterios que sobre una determinada actividad existan en un decreto de área natural protegida y un POER, POEL o PDU, prevalecerá lo dispuesto en el decreto.

6.5.1.2. Por su naturaleza jurídica tenga por objeto regular el área donde se pretendan llevar a cabo las obras o actividades sujetas al procedimiento de evaluación de impacto ambiental federal. Por ejemplo, las obras que se realicen en un centro de población regulado por un PDU, en principio estarán reguladas por éste. Si las obras se ubican fuera de un centro de población regulado por un POEL, resultará aplicable éste.

6.5.2. Criterio de temporalidad. Ante la contradicción de dos instrumentos de igual jerarquía, alcance y objeto prevalecerá lo dispuesto en el instrumento vigente, si durante el procedimiento de evaluación el instrumento fuere modificado o derogado por otro, se atenderá a lo dispuesto en los artículos transitorios del instrumento más reciente, si éstos no prevén que los asuntos en trámite se continuarán hasta su resolución, deberá aplicarse el instrumento más reciente.

En todo caso la autoridad deberá establecer en el resolutivo las razones y argumentos técnicos que la llevaron a aplicar un instrumento específico y a hacer prevalecer sus contenidos sobre los demás instrumentos aplicables.

6.6. Si los planos del POEL y el PDU no son claros o contienen información cartográfica que por su antigüedad no es posible

Esta situación, ha sido plenamente ratificada y ejecutada por la autoridad ambiental a través de la emisión de diversos resolutivos en materia de impacto ambiental en la zona muestra de ello, lo constituye el resolutivo S.G.P.A./D.G.I.R.A./D.G./1339 de fecha 15 de febrero de 2012 el cual se adjunta como Anexo 4 al presente estudio.

### **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

El artículo 5° fracción II y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), determina que la Federación se encuentra facultada para aplicar los instrumentos de política ambiental, regular las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal, así como evaluar el impacto ambiental y en su caso de la expedición de la autorización, de las obras y actividades previstas en el artículo 28 de la misma Ley; siendo de nuestro interés las fracciones citadas a continuación:

*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, alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*

[...]

**IX.-** Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

[...]

Incluso, por la ubicación del proyecto dentro del área regulada por PDU del Centro de Población de Tulum y de acuerdo a la definición que hace el Artículo 7, fracción LXXI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de *Terreno Forestal*, se concluye que no le aplica la fracción VII del Artículo 28 de la LGEEPA.

En general todo desarrollo o actividad implica la generación de impactos ambientales; sin embargo, los impactos ambientales que potencialmente serán generados con la implementación del proyecto se pretenden contrarrestar con la presentación de medidas de mitigación y compensación ambiental durante la ejecución de las diversas etapas que la integran, como son la preparación de sitio, construcción y operación-mantenimiento.

Como conclusión a lo anterior, el análisis de los posibles efectos negativos al medio ambiente que pudieran generarse con la construcción y operación del proyecto en una superficie de 60,002.60 m<sup>2</sup>, ubicado en un área en la cual se cuenta con vegetación nativa, misma que garantiza que los turistas disfruten los ecosistemas y recursos naturales de la zona. Dicho análisis es desarrollado en el capítulo sexto de la presente MIA, y presentado como medidas preventivas y de mitigación, con la intención de demostrar a la autoridad ambiental que los impactos provocados en el área serán mínimos sin poner en peligro el equilibrio ecológico, además de que en ningún momento se rebasarán los valores máximos



permitidos por el instrumento que rige el diseño del proyecto en evaluación, el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030.

**Artículo 35.-** [...]

*Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.*

[...]

Luego entonces es que se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) cuyo contenido se apega a lo expresado en el artículo 30 de la misma Ley “... los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.”

De manera que el proyecto puede ser evaluado y en su momento, autorizado conforme a derecho por la autoridad ambiental, toda vez que no se ubica dentro de los supuestos previstos por el artículo 35 inciso III de la presente Ley en virtud de lo siguiente:

- a) El proyecto no se contrapone con lo establecido en la Ley, Reglamentos o normas oficiales mexicanas.
- b) Por la naturaleza del proyecto, su ejecución no puede propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligros de extinción.
- c) No existe falsedad en la información proporcionada en el presente documento respecto a los impactos ambientales manifestados por el proyecto.

**Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.**

De conformidad con la LGEEPA, su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) es quien determina las obras o actividades sujetas a autorización en materia de impacto ambiental, y debido a que el proyecto “*Plan Maestro TAO Tulum*” al tratarse de un conjunto de obras y actividades que se localizan en un ecosistema costero, de acuerdo a la definición que de él hace la

propia Ley en su Artículo 3º fracción XIII Bis<sup>4</sup>, atiende a lo establecido en el inciso Q) del Artículo 5º.

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

[...]

**Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:**

*Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:*

- a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;*
- b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y*
- c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.*

[...]

En cumplimiento a estas disposiciones normativas, se presenta la solicitud de evaluación en materia ambiental a través de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular (MIA-P), debido a que el proyecto únicamente se compone de 175 viviendas unifamiliares y 47 viviendas plurifamiliares, en edificaciones con una altura de hasta 12 metros y una huella de desplante por las edificaciones proyectadas de 35,817.83 m<sup>2</sup>, equivalentes al 59.69% de la totalidad del predio permitiendo la conservación de 5,152.52 m<sup>2</sup> del terreno como áreas verdes. En ese sentido, con base en sus características no encuadra en ninguno de los supuestos establecidos por el artículo 11 del REIA.

*Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:*

**I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;**

---

<sup>4</sup> Artículo 3º. ...

**XIII Bis.- Ecosistemas costeros:** *Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.*

*La Secretaría, en colaboración con las entidades federativas y los municipios, determinará la zona costera nacional tomando en consideración las interacciones fisiográficas y biológicas particulares de la zona que se trate y la publicará en el Diario Oficial de la Federación mediante Acuerdo.*

*Fracción adicionada DOF 23-04-2018*

*II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;*

*III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y*

*IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran **ocasionar** la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.*

*En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.*

Asimismo, y de acuerdo al plan maestro presentado en materia de impacto ambiental, el proyecto va acorde a la constante transformación urbanística experimentada durante los recientes años en el norte del Estado específicamente en la Riviera Maya; pues si bien, se considera que las condiciones ambientales del predio se habrán de conservar de manera estable para el mantenimiento y desarrollo natural de la biodiversidad de la región; adicionalmente, el diseño del desplante no provocará afectación alguna a los ecosistemas de importancia del lugar, toda vez que el predio del proyecto no colinda con el mar y se removerá únicamente vegetación de selva mediana subperennifolia, sin afectar vegetación costera o humedales.

Luego entonces, se presenta la MIA-P, atendiendo al contenido y alcance del Artículo 12 del propio REIA, que señala:

*Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:*

*I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;*

*I. Descripción del proyecto;*

*II. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;*

*III. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;*

*IV. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;*

*V. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;*

*VI. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y*

*VII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.*

### **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

Para la realización de las obras y actividades del proyecto “Plan Maestro TAO Tulum”, aun cuando se requerirá de la remoción de 54,850.08 m<sup>2</sup>, lo cual constituye la suma de la superficie de infraestructura techada y no techada del proyecto, de selva mediana subperennifolia, como se ha señalado anteriormente, por su localización, para su ejecución no se necesita tramitar y obtener la autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, ya que de acuerdo

a la definición de éstos, en el artículo 7, fracción LXXI, terreno forestal corresponde... *Es el está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales. No se considerará terreno forestal, para efectos de esta Ley, el que se localice dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley general de asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con excepción de las áreas naturales protegidas.* En este orden de ideas, se reitera que la superficie restante de 5,152.52 m<sup>2</sup> se mantendrá como áreas verdes.

### **Ley General de Vida Silvestre.**

Los artículos 4° y 5°, de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), establecen que:

*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 5o.* *El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.*

Para mayor comprensión, la LGEEPA, en su artículo 3 fracción III, define al aprovechamiento sustentable como *...la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos por periodos indefinidos...*, así como lo establece, en su fracción XI, que el desarrollo sustentable es un *...proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las generaciones futuras.*

Asimismo, las fracciones II, III y IV del artículo 15 de la LGEEPA, y en afinidad a la Política Nacional en Materia de Vida Silvestre, quienes realicen actividades que puedan afectar al ambiente se obligan a prevenir, minimizar o reparar los daños a ocasionar, así como asumir los costos que dicha afectación impliquen, con base en los principios de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, en los cuales los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico para que los ecosistemas y sus elementos sean aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad. Por lo que, en el capítulo VI, se presentan aquellas medidas de prevención y mitigación que orientadas al manejo de la flora y fauna silvestres

durante la ejecución del proyecto garantizarán su conservación y mantenimiento dentro de los procesos naturales locales.

**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:*

...

**II.-** *Los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad;*

**III.-** *Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico;*

**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, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;*

*Fracción reformada DOF 24-04-2012*

Con objeto de prevenir y mitigar los posibles impactos que el proyecto podría generar sobre las poblaciones o hábitat de las especies silvestres, se atiende a lo previsto por el artículo 83 de la propia LGEEPA:

**ARTÍCULO 83.-** *El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.*

*La Secretaría deberá promover y apoyar el manejo de la flora y fauna silvestre, con base en el conocimiento biológico tradicional, información técnica, científica y económica, con el propósito de hacer un aprovechamiento sustentable de las especies.*

*Párrafo adicionado DOF 13-12-1996.*

Tal y como se ha venido mencionando con anterioridad, el predio del proyecto no colinda con el mar; por lo que, no se verán afectadas las especies de tortugas marinas que llegan a las playas de la Riviera Maya o ecosistemas de duna costera o pastos marinos; asimismo, en el predio NO existe la presencia de cuerpos de agua superficiales o subterráneos; tales como, aguadas, cenotes, ríos, humedales, manglares etc., que pudieran verse afectados con las obras y actividades del proyecto.

Es importante señalar que, se llevarán a cabo medidas de prevención, mitigación y compensación, con la finalidad de minimizar los impactos generados por las obras y actividades del proyecto.

### **Ley General de Cambio Climático (LGCC).**

En atención a las nuevas políticas públicas en materia de protección al ambiente, la reciente Ley General de Cambio Climático ha creado un marco jurídico que permite promover la reducción de emisiones y la adaptación y mitigación a los impactos derivados del cambio climático. De acuerdo a la LGCC existe un principio denominado Responsabilidad ambiental, mediante el cual obliga a quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a compensar los daños que cause (Artículo 26, fracción VII).

Asimismo, atendiendo a uno de los objetivos de la política nacional de adaptación frente al cambio climático es que el proyecto, ha implementado diversas medidas de mitigación, establecidas en el Capítulo V de la presente modificación, con las que se pretenden disminuir los posibles impactos generados con la ejecución del mismo.

*Artículo 27. La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos:*

...

**III.** *Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático;*

...

*Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:*

**I.** *Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones;*

...

**XV.** *Promover la participación de los sectores social, público y privado en el diseño, la elaboración y la instrumentación de las políticas y acciones nacionales de mitigación,*

...

*Artículo 34. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:*

...

**III.** *Reducción de emisiones y captura de carbono en el sector de agricultura, bosques y otros usos del suelo y preservación de los ecosistemas y la biodiversidad:*

...

**d)** *Fortalecer los esquemas de manejo sustentable y la restauración de bosques, selvas, humedales y ecosistemas costero-marinos, en particular los manglares y los arrecifes de coral.*

**e)** *Incorporar gradualmente más ecosistemas a esquemas de conservación entre otros: pago por servicios ambientales, de áreas naturales protegidas, unidades de manejo forestal sustentable, y de reducción de emisiones por deforestación y degradación evitada.*

...

Por lo que una vez aprobado el proyecto, se pretende fomentar la realización de acciones de adaptación para la construcción y mantenimiento de la infraestructura propuesta (artículo 29, fracción VI) que ayuden al fortalecimiento de actividades que beneficien al medio ambiente, en atención a la aplicación de la Política Nacional en Cambio Climático,

**Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.**

De las 203 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), clasificadas en Marinas y Regionales, que contempla el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyR del Golfo de México y Mar Caribe), por la ubicación geográfica donde se localiza el proyecto, las UGA aplicable es la número 139, cuyas acciones generales, específicas y demás criterios aplicables son vinculados, conforme a las características propias del proyecto, a continuación:

Unidad de Gestión Ambiental #:139

Tipo de UGA	Regional	Mapa
Nombre:	Solidaridad	
Municipio:	Solidaridad	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	135,237 Habitantes	
Superficie:	327,229.174 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:		
Puerto Turístico	Presente	
Puerto Comercial	Presente	
Puerto Pesquero		
Nota:		

No obstante que el proyecto se encuentra inmerso en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número 139, para el desarrollo de las actividades de la construcción y operación del mismo, no se llevarán a cabo obras marinas o en la

zona federal marítimo terrestre dado que no colinda con ella, en consecuencia, a las actividades previamente descritas en el Capítulo II, no les resultan aplicables los criterios de regulación estipulados por este instrumento normativo.

Sin embargo, y dado que al sitio del proyecto le aplican otros instrumentos normativos en materia de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico, se presenta el análisis siguiente.

**Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum.**

Como bien se indicó, el proyecto se ubica en un área donde concurren instrumentos de política ambiental y competencia local, como lo es el POET-CCT y el PDU-CPT, para lo cual el análisis de la presente MIA-P se realiza con apego al PDU-CPT, puesto que de conformidad con el punto 6.5 del capítulo de Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos Aplicables de los Lineamientos que establecen criterios técnicos de aplicación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de fecha 16 de noviembre de 2012, cuando exista un centro de población regulado por un PDU y un POEL, siempre deberá prevalecer lo que dispone el PDU.

**Más aun, cuando entre ambos ordenamientos existe discrepancia, como sucede en nuestro caso, en el cual POET-CCT encuadra al proyecto dentro de la UGA 4 y el PDU-CPT dentro de los usos de suelo Comercial Mixto (MS/MB) y Habitacional (H3\*). No obstante, lo anterior, a efectos de cumplir con el artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente a continuación, se hace la vinculación del proyecto con el POET-CCT, única y exclusivamente por lo que hace a los criterios ecológicos aplicables, lo anterior, por así proceder conforme a derecho:**

*Políticas y usos del suelo asignados a las Unidades de Gestión Ambiental involucradas en el Proyecto, por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum.*

<b>UGA 4</b>	<b>POLÍTICA - FRAGILIDAD AMBIENTAL</b>	AROVECHAMIENTO 3 CENTRO DE POBLACIÓN DE TULUM Y PLAYA DEL CARMEN Y NUEVO CENTRO DE POBLACIÓN.
	<b>USO PREDOMINANTE</b>	Asentamientos humanos.
	<b>Usos Compatibles</b>	Flora y fauna, Infraestructura, Turismo.
	<b>Usos Condicionados</b>	Industria ligera.
	<b>Usos Incompatibles</b>	Acuicultura, Agricultura, Forestal, Minería, Pecuario y Pesca.

A continuación, se realiza la vinculación del proyecto con los criterios ecológicos aplicables para la UGA del POET en cuestión:

Criterio Ecológico	Vinculación con el proyecto
<b>ASENTAMIENTOS HUMANOS</b>	
<i>AH 3.- Se aplicará la política de impulso a los</i>	El presente criterio es de observancia para las



**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>principales asentamientos del Corredor: Playa del Carmen, Tulum y nuevo centro de población al poniente de Akumal.</i>	autoridades.
<i>AH 5.- Las reservas territoriales deben mantener su cubierta vegetal original. Hasta en tanto no se incorporen al desarrollo a través de un Programa específico de Desarrollo Urbano.</i>	El predio se encuentra dentro de la zona urbana de Tulum, por lo que se encuentra regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum, por lo cual es jurídicamente viable la ejecución del proyecto propuesto.
<i>AH 6.- No se permite la utilización de nuevas reservas urbanas, mientras no exista un Programa de Desarrollo Urbano (PDU) debidamente aprobado.</i>	El predio no forma parte de una reserva urbana ya que se encuentra de la zona urbana regulada por el PDU del centro de Población de Tulum.
<i>AH 7.- No se permite el establecimiento de nuevos asentamientos humanos, mientras no exista un Programa de Desarrollo Urbano debidamente aprobado.</i>	El proyecto no tiene relación con la creación de nuevos asentamientos humanos, ya que el área donde se ubica el proyecto ya es parte de la zona urbana de Tulum.
<i>AH 10 - AH 11.- Para los asentamientos humanos de más de 50,000 habitantes se deberá de considerar la siguiente dotación: 1.0 m<sup>2</sup>/hab de áreas verdes de acceso al público (jardín vecinal), más 1.1 m<sup>2</sup>/hab de áreas verdes de acceso al público conformando un parque de barrio, más 2.0 m<sup>2</sup>/hab de áreas verdes de acceso al público conformando un parque urbano. En zonas aptas para el desarrollo Urbano que colinden con alguna área natural, protegida, deberán establecerse zonas de amortiguamiento entre ambas a partir del límite del área natural protegida hacia la zona de aprovechamiento, según lo determine el PDU.</i>	El sitio donde pretende llevarse a cabo el proyecto se encuentra regulado por el PDU del Centro de Población de Tulum, por lo que su diseño y ejecución atienden a los parámetros urbanísticos ahí señalados. Asimismo, el CP de Tulum se encuentra ni dentro ni colinda con algún Área Natural Protegida; por lo que, no se incumple el presente criterio ecológico.
<i>AH 12.- Los proyectos de urbanización deberán sujetarse a un dictamen técnico Municipal antes del inicio de sus obras, a fin de evitar el desmonte innecesario del estrato arbóreo.</i>	El proyecto no tiene como objetivo la urbanización de la zona, toda vez que se encuentra dentro de un polígono de desarrollo (uso de suelo) regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum, por lo que cuenta con la Factibilidad del mismo, emitida por la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ecología del H. Ayuntamiento de Tulum, la que se incluye como Anexo 1.
<i>AH 15.- Se aplicará a las zonas urbanas una densidad bruta promedio de 100 hab/ha.</i>	Debido a que se trata de un condominio que funcionará como segunda vivienda, en periodo vacacionales, temporalmente rebasará el criterio; sin embargo, es necesario señalar que el diseño y alcances del proyecto atienden a los parámetros urbanísticos del PDU del Centro de Población de Tulum, instrumento que sustenta jurídicamente su instrumentación.
<i>AH 16.- En los predios de vivienda unifamiliares de 300 m<sup>2</sup>, o menos, se deberá conservar el 50% de</i>	El predio del proyecto tiene una superficie de 60,002.6; por lo que, las obras y actividades del

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>la cobertura vegetal.</i>	proyecto se ajustarán y darán cumplimiento a lo señalado en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tulum el cual permite para obras techadas el 60% de la superficie total del predio, instrumento de planeación que, como se ha indicado, sustenta jurídicamente la instrumentación del proyecto.
<i>AH 17.- En los predios de vivienda unifamiliares de origen ejidal, se deberá conservar el 70% de la cobertura vegetal, permitiendo la siembra de plantas comestibles locales.</i>	El predio del proyecto no es de origen ejidal; por lo que dicho criterio no le es aplicable.
<i>AH 18.- En la elaboración del Programa de Desarrollo Urbano, se deberán identificar y proteger las áreas con procesos ecológicos y ecosistemas relevantes tales como zonas de recarga del acuífero, presencia de dolinas y cenotes, así como flora y fauna con status de conservación y establecer las medidas que garanticen su permanencia.</i>	El presente criterio es de observancia para las autoridades; sin embargo, el proyecto cumple con los parámetros urbanísticos del PDU del Centro de Población de Tulum.
<i>AH 20.- En las zonas suburbanas, así como las urbanas de origen ejidal, los lotes deberán ser unifamiliares y tener una superficie mínima de 1250 m<sup>2</sup>, quedando prohibida su subdivisión.</i>	El predio del proyecto no es de origen ejidal; por lo que el presente criterio no es aplicable, tal como se acaba de indicar, el proyecto cumple con los parámetros urbanísticos del PDU del Centro de Población de Tulum.
<i>AH 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>	La conceptualización y diseño del proyecto atienden a lo estipulado en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum, por lo que cumple con los parámetros urbanísticos de dicho instrumento normativo.
<i>AH 22.- El aprovechamiento de todos los predios comprendidos en las unidades de gestión ambiental (UGA's) urbanas, deberá ser regulado por la zonificación del uso de suelo, las etapas de crecimiento y las densidades de población establecidas en los PDU, no pudiendo modificar éstas, salvo que se reflejen en un nuevo PDU con vigencia legal.</i>	La conceptualización y diseño del proyecto atienden a lo estipulado en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum, por lo que cumple con los parámetros urbanísticos de dicho instrumento normativo.
<i>AH 23.- El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen, preverá el aprovechamiento gradual y progresivo de la mancha urbana, ocupando primeramente y hasta su saturación, el polígono inicial de su primera etapa, la cual está comprendida desde la costa hasta la línea oeste que divide el 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, ni disponiendo del área de la siguiente etapa, hasta no tener</i>	El predio del proyecto se encuentra regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tulum; por lo que, el presente criterio no le es aplicable.

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>demostrado que se haya agotado el área de la primera; 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>	
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	
<i>C 1.- Solo la superficie mínima indispensable para el proyecto constructivo podrá ser despalmada.</i>	El proyecto prevé destinar a conservación 5,152.52 m <sup>2</sup> . Se realizará el trazo topográfico de las diferentes componentes del proyecto, con cintas plásticas y mallas que delimiten las áreas que serán conservadas e incorporadas al diseño del proyecto y las áreas que serán desmontadas para la construcción de éste.
<i>C 2.- Previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un programa de rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas, o en el mismo predio.</i>	El proyecto considera la implementación de acciones de protección y conservación, conforme a los Programas de rescate y reubicación de flora y de rescate y reubicación de fauna, dando cumplimiento con este criterio en la etapa de preparación del sitio y su correspondiente seguimiento.
<i>C 3.- Los campamentos de construcción deberán ubicarse en áreas perturbadas como potreros y acahuales jóvenes, dentro del predio y sobre los sitios de desplante del proyecto, pero nunca sobre humedales, zona federal o vegetación natural.</i>	Todas las áreas provisionales de obra como oficinas, almacenes, área de trituración, baños, entre otras, se ubicarán temporalmente sobre sitios de desplante que serán ocupados posteriormente por las componentes del proyecto, de manera que su habilitación no implicará desmontes adicionales.
<i>C 4.- Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo in situ de desechos sanitarios.</i>	De acuerdo con el glosario del POET, un campamento de construcción es una construcción temporal donde vive el personal que trabaja en la construcción de un desarrollo. En este sentido ya se ha mencionado que los trabajadores serán contratados en las localidades cercanas al proyecto, por lo que no pernoctarán en el predio; por tanto, no se tendrá un campamento de construcción. Aun así, durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto se instalarán sanitarios portátiles tipo SANIRENT a razón de 1 por cada 10 trabajadores. El mantenimiento y limpieza de los sanitarios durante estas actividades estará a cargo de la empresa que se contrate para tal fin y se le solicitará que la disposición de los residuos sea de la forma adecuada de acuerdo a la naturaleza de los mismos y a la normatividad aplicable.
<i>C 5.- Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo integral (minimización, separación, recolección y disposición) de desechos sólidos.</i>	De acuerdo con el glosario del POET un campamento de construcción es una construcción temporal donde vive el personal que trabaja en la construcción de un desarrollo. En este sentido ya se ha mencionado que los trabajadores serán contratados en las localidades cercanas al proyecto, por lo que no pernoctarán en el predio, por tanto. no se tendrá un campamento de construcción. Aun así, se considera un sistema de separación de residuos y estrategias para la reducción y

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
	disposición final de los mismos durante las diferentes etapas del proyecto, con apego al Programa de Manejo de Residuos que se ejecute en su oportunidad.
<i>C 7.- Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento.</i>	Para el caso de la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto no se contemplan campamentos para los trabajadores, ya que éstos serán contratados preferentemente en la localidad y viajarán diariamente a sus lugares de procedencia. Sin embargo, el promovente se compromete a remover todas las instalaciones temporales que haya utilizado para la obra.
<i>C 8.- Cualquier cambio o abandono de actividad deberá presentar y realizar un programa autorizado de restauración de sitio.</i>	El proyecto no contempla el abandono del sitio. Se estima que el tiempo de vida útil del proyecto es de más de 50 años, con base en el diseño y aplicación de un programa adecuado de operación y mantenimiento.
<i>C 9.- El uso de explosivos, durante la construcción de cualquier tipo de obra, actividad, infraestructura, o desarrollo estará sujeto a estudio de impacto ambiental y a los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional.</i>	El proyecto NO requerirá la utilización de explosivos.
<i>C 11.- No se permite la disposición de materiales derivados de las obras, producto de excavaciones o rellenos sobre la vegetación.</i>	Durante la etapa de preparación del sitio, así como las demás etapas del proyecto se contempla la aplicación de un Programa de Manejo de Residuos que enfatizará la ejecución de acciones tendientes a evitar la disposición de residuos, de cualquier tipo, dentro del predio, o predios aledaños, aun cuando estuviesen descubiertos de vegetación.
<i>C 12.- Los Residuos Sólidos y Líquidos derivados de la Construcción deben contar con un programa integral de manejo y disponerse en confinamientos autorizados por el Municipio.</i>	Durante la etapa de preparación del sitio, así como las demás etapas del proyecto se contempla la aplicación de un Programa de Manejo de Residuos con el que se promoverá el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos derivados de la ejecución del proyecto.
<i>C 13.- Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruidos provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.</i>	Dentro del Capítulo VI, correspondiente a las de medidas de mitigación, se describen todas las acciones y actividades que el proyecto contempla llevar a cabo para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruidos provenientes de la maquinaria en uso durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, entre otras.
<i>C 14.- No se permite la utilización de palmas de las especies <i>Thrinax radiata</i>, <i>Pseudophoenix sargentii</i>, y <i>Coccothrinax readii</i> (chit, cuca y nakás), como material de construcción excepto las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) o viveros autorizados.</i>	El Proyecto no contempla la utilización de palmas como material de construcción. Las palmas de las especies <i>Thrinax radiata</i> , <i>Pseudophoenix sargentii</i> y <i>Coccothrinax readii</i> (chit, cuca y nakax) serán rescatadas y conservadas en el vivero provisional del proyecto donde se almacenarán las plantas producto del Programa de Rescate y Reubicación de Flora llevado a cabo previo al inicio de las obras.
<i>C 15.- El almacenamiento y manejo de materiales</i>	Durante las actividades de preparación del sitio y

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>deberá evitar la dispersión de polvos.</i>	construcción del proyecto, el promovente considera el uso de lonas en el transporte de materiales para evitar la dispersión de partículas, así como la aplicación del riego al suelo con la finalidad de evitar la dispersión de partículas.
<i>C 16.- Todo material calizo, tierra negra, tierra de despalme, arena del fondo marino, piedra de muca, y residuos vegetales, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.</i>	Se verificará que estos materiales provengan de bancos autorizados.
<i>C 17.- Los campamentos de obras ubicadas fuera del centro de población no deberán ubicarse a una distancia menor de 4 km. de los centros de población.</i>	El proyecto no contempla campamentos para los trabajadores ya que éstos, serán originarios de la región y viajarán diariamente de sus lugares de procedencia.
<i>C 19.- Se recomienda la instalación subterránea de infraestructura de conducción de energía eléctrica y comunicación, evitando la contaminación visual del paisaje.</i>	El diseño y la construcción del proyecto consideran instalar, por debajo de la superficie de rodamiento de vialidades, trincheras de servicios en las que se colocará la infraestructura de energía eléctrica, agua potable y telefonía que abastecerán al proyecto.
<i>C 20.- Las subestaciones eléctricas y depósitos de combustible, se ubicarán por lo menos a 5 Km de los límites máximos de crecimiento de los asentamientos habitacionales.</i>	Dadas las características del proyecto, no está contemplada la construcción de una subestación eléctrica y/o depósito de combustibles; por lo tanto, no es aplicable el criterio.
<b>EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA</b>	
<i>EI 3.- La instalación de infraestructura estará sujeta a Manifestación de Impacto Ambiental.</i>	En cumplimiento a este criterio se presenta la siguiente Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular (MIA-P) cuyo contenido se apega a lo expresado en el artículo 30 de la misma Ley “... los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.”
<i>EI 5.- Los asentamientos humanos y/o las actividades turísticas deberán contar con un programa integral de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.</i>	Durante la preparación del sitio y demás etapas, el proyecto considera la implementación del Programa de Manejo de Residuos que incluirá estrategias para su minimización, manejo, control, almacenamiento, reciclado y disposición final.
<i>EI 6.- No se permite la ubicación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos, salvo las municipales y de particulares aprobados.</i>	Se distribuirán en toda el área de trabajo tambos de 200 litros, con tapa, debidamente señalizados, con el fin de captar de manera separada y temporal, todos los residuos sólidos generados y de esta manera fomentar su separación y reciclado. Lo anterior, con apego al Programa de Manejo de Residuos.
<i>EI 7.- Los programas de Desarrollo Urbano deberán incluir lineamientos para la disposición de</i>	Al inicio de actividades, se realizarán las gestiones ante el Municipio de Tulum para solicitar los

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>desechos sólidos en áreas urbanas o en proceso de urbanización.</i>	servicios de recolección y la transportación de basura hasta los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales autorizados. El tratamiento o la disposición final de los residuos se realizarán a través de compañías especializadas que cuenten con autorización vigente por parte de la SEMARNAT.
<i>EI 8.- Se promoverá el composteo de los desechos orgánicos, para su utilización como fertilizantes orgánicos degradables en las áreas verdes.</i>	La tierra vegetal y los restos vegetales (triturados mecánicamente), producto del desmonte, serán dispuestos temporalmente en alguna área prevista para la construcción, esto con el fin de ser utilizados posteriormente para la creación de materia orgánica para las áreas jardinadas.
<i>EI 9.- Se promoverá la instalación de sanitarios secos composteros que eviten la contaminación del suelo y subsuelo y la proliferación de fauna nociva en las zonas suburbanas y rurales.</i>	Durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto se instalarán sanitarios portátiles tipo SANIRENT a razón de 1 por cada 10 trabajadores. El mantenimiento y limpieza de los sanitarios estará a cargo de la empresa que se contrate para tal fin y se le solicitará que la disposición de los residuos sea de la forma adecuada de acuerdo a la naturaleza de los mismos y a la normatividad aplicable. Durante la etapa de operación del proyecto las aguas residuales serán colectadas y conducidas a una planta de tratamiento, la cual será instalada en el área de uso mixto y ocupará una superficie aproximada de 110.69 m <sup>2</sup> .
<i>EI 10.- Los desarrollos turísticos y asentamientos humanos que incluyan clínicas, hospitales y centros médicos deberán contar con un sistema integral para el manejo y disposición de desechos biológico infecciosos.</i>	Debido a que no se tiene contemplado ningún tipo de infraestructura mencionado en el presente criterio no es aplicable al proyecto. Sin embargo, si se contará con un sistema integral para el manejo y disposición de desechos biológico-infecciosos, mediante el cual los residuos generados se almacenarán en contenedores especiales que se puedan cerrar herméticamente y que sean a prueba de fugas. Los contenedores tendrán bolsa de color rojo o estarán marcados con una etiqueta roja o anaranjada de biológico-infecciosos. Los contenedores para la disposición de materiales punzo cortantes serán resistentes a perforaciones, etiquetados o codificados.
<i>EI 11.- Los desarrollos turísticos y/o asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de residuos líquidos y sólidos.</i>	Durante la etapa de preparación del sitio y la construcción del proyecto se dispondrá en toda el área de trabajo, de tambos de 200 litros, con tapa, debidamente señalizados, con el fin de captar de manera separada, todos los residuos sólidos generados y de esta manera fomentar su separación y reciclado. Para el acopio y manejo de residuos líquidos se instalarán sanitarios portátiles tipo SANIRENT a razón de 1 por cada 10 trabajadores. El mantenimiento y limpieza de los sanitarios durante estas actividades estará a cargo de la

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
	<p>empresa que se contrate para tal fin. Durante la operación de proyecto se contará con un almacén temporal de residuos sólidos, el cual consistirá de un área delimitada con ventilación natural, iluminación, extintores y letreros de señalización. Los contenedores de residuos sólidos serán fabricados de metal de alta calidad y con tapa superior. Las aguas residuales de la operación del proyecto serán colectadas y conducidas a una planta de tratamiento propiedad del promotor. Así mismo se instalarán sanitarios, regaderas y llaves ahorradoras de agua.</p>
<p><i>EI 12.- Los desarrollos turísticos y los asentamientos humanos deberán contar con un sistema integral de minimización, tratamiento y disposición final de las aguas residuales in situ, de acuerdo a la normatividad de la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y demás normatividad aplicable vigente.</i></p>	<p>Durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto se instalarán sanitarios portátiles tipo SANIRENT a razón de 1 por cada 10 trabajadores. El mantenimiento y limpieza de los sanitarios durante estas actividades estará a cargo de la empresa que se contrate para tal fin y se le solicitará que la disposición de los residuos sea de la forma adecuada de acuerdo a la naturaleza de los mismos y a la normatividad aplicable. Durante la etapa de operación del proyecto las aguas residuales serán colectadas y conducidas a una planta de tratamiento del proyecto, la cual será instalada en el área de norte de los edificios de uso mixto del proyecto y ocupará una superficie aproximada de 110.60 m<sup>2</sup>, con una carga hidráulica máxima de 110 m<sup>3</sup>/día, las cuales proponemos que sea mediante un tratamiento biológico anóxico- aerobio.</p>
<p><i>EI 13.- Se prohíbe la canalización del drenaje pluvial hacia el mar y cuerpos de agua superficiales y en caso de ser necesaria la perforación de pozos de absorción para su solución, se deberá obtener la anuencia de la SEMARNAT y la Comisión Nacional del Agua.</i></p>	<p>El proyecto no considera la canalización del drenaje pluvial al mar y cuerpos superficiales de agua. Parte de las aguas pluviales serán colectadas y utilizadas para el riego de jardines y/o usarse para el inodoro. Las restantes de manera natural se infiltrarán en el terreno, considerando el gran porcentaje de áreas permeables que se mantendrán en el predio.</p>
<p><i>EI 14.- Deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial y sanitario en el diseño de calles y avenidas, además de considerar el flujo y colecta de aguas pluviales.</i></p>	<p>El área de los estacionamientos y caminos serán de materiales permeables para permitir la recarga de las aguas pluviales al subsuelo, en tanto que el sistema de drenaje sanitario será enviado y tratado a la planta de tratamiento.</p>
<p><i>EI 15.- Las descargas sanitarias de los asentamientos humanos, en caso de ser factibles, deberán dirigirse a sistemas de tratamiento de aguas residuales.</i></p>	<p>El drenaje sanitario será colectado y conducido a la planta de tratamiento del proyecto, la cual será instalada en la parte norte de los edificios de uso mixto y ocupará una superficie aproximada de 110.69 m<sup>2</sup>.</p>
<p><i>EI 16.- Se promoverá la reutilización de las aguas residuales previo cumplimiento de la normatividad vigente en materia de contaminación de aguas.</i></p>	<p>Durante la etapa de operación del proyecto las aguas residuales serán colectadas y conducidas a la planta de tratamiento, para posteriormente ser utilizadas en el riego de áreas verdes, previo cumplimiento de la normatividad vigente en materia de contaminación.</p>

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>El 17.- Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que minimice la generación de lodos y contarán con un programa operativo que considere la desactivación y disposición final de los lodos.</i>	El promovente verificará que el funcionamiento de la planta de tratamiento se encuentre apegado a las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes. A fin de reducir la carga microbiológica contaminante de los lodos y su reducción en volumen de los mismos, se dará un tratamiento por separado a los lodos generados durante el proceso. Asimismo, verificará que la disposición final de los lodos sea realizada por empresas acreditadas para este fin.
<i>El 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.</i>	Durante la etapa de operación del proyecto las aguas residuales serán colectadas y conducidas a la planta de tratamiento, para posteriormente ser utilizadas en el riego de áreas verdes, previo cumplimiento de la normatividad vigente en materia de contaminación.
<i>El 19.- Queda prohibida la descarga de aguas residuales crudas al suelo y subsuelo.</i>	Como se ha indicado, durante la etapa de operación del proyecto las aguas residuales serán colectadas y conducidas a la planta de tratamiento, para posteriormente ser utilizadas en el riego de áreas verdes, previo cumplimiento de la normatividad vigente en materia de contaminación.
<i>El 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.</i>	El desmonte y despalme de la vegetación será realizado con maquinaria ligera y de manera manual, en ningún caso se realizará el desmonte mediante el uso de fuego o sustancias químicas. En coordinación con la SCT y el Municipio, el mantenimiento de los derechos de vía donde esté involucrado el proyecto, se realizará de manera manual y los residuos serán utilizados para el composteo, en las áreas verdes del proyecto.
<i>El 30.- La instalación de marinas está sujeta a la autorización de impacto ambiental.</i>	El proyecto NO considera la construcción de marinas; por lo que, el presente criterio no le es aplicable.
<i>El 31.- La instalación de marinas deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.</i>	El proyecto NO considera la construcción de marinas; por lo que, el presente criterio no le es aplicable.
<i>El 32.- La instalación de marinas estará supeditada a los estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelos y geohidrológicos.</i>	El proyecto NO considera la construcción de marinas; por lo que, el presente criterio no le es aplicable.
<i>El 33.- La construcción de los muelles estará sujeta a estudios geohidrológicos especiales y apego a normas internacionales.</i>	El proyecto NO considera la construcción de muelles; por lo que, el presente criterio no le es aplicable.
<i>El 34.- La construcción de muelles permanentes deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.</i>	El proyecto NO considera la construcción de muelles; por lo que, el presente criterio no le es aplicable.
<i>El 38.- Se desarrollarán programas para la instalación de fuentes alternativas de energía.</i>	Se contempla el uso de lámparas ahorradoras de energía en los sitios donde sea necesario, además de proponer lámparas con celdas solares en las áreas jardinadas y públicas del proyecto.
<i>El 39.- En campos de golf solo se permite utilizar fertilizantes y pesticidas biodegradables.</i>	Debido a las características propias del proyecto, no le es aplicable el criterio.
<i>El 40.- El área de desplante para los campos de</i>	Debido a las características propias del proyecto, no



**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>golf deberá respetar el porcentaje de cobertura vegetal definido para la UGA.</i>	le es aplicable el criterio.
<i>EI 41.- La autorización de campos de golf está sujeta a una evaluación de impacto ambiental, modalidad regional.</i>	Debido a las características propias del proyecto, no le es aplicable el criterio.
<i>EI 42.- En vialidades, zonas adyacentes a los “fairway”, “tees” y “greens” de los campos de golf, se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación nativa.</i>	Debido a las características propias del proyecto, no le es aplicable el criterio.
<i>EI 45.- Se prohíbe la construcción de viviendas y áreas habitacionales dentro del derecho de vía de los tendidos de alta tensión.</i>	Debido a las características propias del proyecto, no le es aplicable el criterio.
<i>EI 47.- En las áreas previstas para campos de golf de las zonas turísticas urbanas, se deberá conservar por lo menos el 65% de la vegetación nativa.</i>	Debido a las características propias del proyecto, no le es aplicable el criterio.
<i>EI 48.- Todo proyecto de desarrollo turístico en la zona costera, deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre; por lo que, en la realización de cualquier obra o actividad, deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a dicha zona, debiendo proveer accesos a ésta, en el caso de que se carezca de ellos. Eventualmente, podrá permitirse la reubicación de los accesos existentes, cuando los proyectos autorizados así lo justifiquen.</i>	Dada la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>EI 49.- No deberá permitirse la instalación de infraestructura de comunicación (postes, torres, estructuras, equipamiento, edificios, líneas y antenas) en ecosistemas vulnerables y sitios de alto valor escénico, cultural o histórico.</i>	La infraestructura para conducción de drenaje, telefonía y energía eléctrica se hará por debajo de la superficie de rodamiento de vialidades, en trincheras. Incluso, en la iluminación de las áreas públicas se evitará el uso de postes altos.
<i>EI 50.- En las obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, se prohíbe el uso de aceite quemado y de otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera.</i>	El proyecto NO considera obras de infraestructura en el área marina.
<i>EI 53.- Los caminos ya existentes sobre humedales deberán adecuarse con obras, preferentemente puentes, que garanticen los flujos hidrodinámicos y el libre tránsito de fauna, tanto acuática como terrestre.</i>	El predio del proyecto no cuenta con caminos existentes y NO existe la presencia de humedales.
<i>EI 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 colocarán sanitarios portátiles tipo SANIRENT. Es importante señalar que no se tiene contemplado la construcción u operación de fosas sépticas.
<i>EI 55.- Queda prohibida la construcción de pozos de absorción para el drenaje doméstico.</i>	No se llevará a cabo la construcción de pozos de absorción para el drenaje; por lo que, no se contraviene el presente criterio.
<b>FLORA Y FAUNA</b>	
<i>FF 1.- Se prohíbe la tala y aprovechamiento de leña para uso turístico y comercial.</i>	Una vez realizado el desmonte de la vegetación ésta será triturada (mecánicamente) y almacenada temporalmente, con el fin de ser utilizados

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
	posteriormente para la creación de materia orgánica para las áreas ajardinadas.
<i>FF 2.- Los desarrollos turísticos y/o habitacionales, deberán minimizar el impacto a las poblaciones de mamíferos, reptiles y aves, en especial el mono araña.</i>	Se contempla que una vez terminada la implementación de las áreas verdes del proyecto, la fauna nativa regrese a la zona del proyecto, por lo que se implementará el Programa Rescate y Reubicación de fauna; sin embargo, es necesario señalar que en la zona de interés no se han observado ni reportado la presencia de tropas de mono araña.
<i>FF 5.- Los usos del suelo en las áreas adyacentes a las playas de anidación de tortugas estarán sujetos a autorización de impacto ambiental que demuestre la no afectación de las nidadas.</i>	Dada la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>FF 6.- En las playas de arribazón de tortugas sólo se permite la instalación de infraestructura fuera del área de influencia marina que será de 50 metros después de la línea de marea alta o lo que, en su caso, determinen los estudios ecológicos.</i>	Dada la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>FF 7.- Durante el período de anidación los propietarios del predio deberán coordinarse con la autoridad competente para la protección de las áreas de anidación de tortugas.</i>	Dada la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>FF 8.- La autorización de actividades en sitios de anidación de tortugas, estará sujeta al programa de manejo.</i>	Dada la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>FF 9.- Se prohíbe alterar las dunas y playas en áreas de arribazón de tortugas.</i>	Dada la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>FF 10.- En playas de arribazón de tortugas se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.</i>	Dada la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>FF 11.- En las áreas adyacentes a las playas de arribazón de tortugas, de requerirse iluminación artificial, ésta será ámbar, para garantizar el arribazón de las tortugas, debiendo restringirse alturas e inclinación en función de estudios específicos.</i>	Dada la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>FF 12.- Se prohíbe el tránsito de vehículos automotores sobre la playa salvo el necesario para acciones de vigilancia y mantenimiento autorizados.</i>	Dada la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>FF 13.- Se realizará la señalización de las áreas de paso y uso de las tortugas marinas durante la época de anidación y desove de la tortuga marina.</i>	Dada las características y ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>FF 14.- En playas de arribazón de tortugas no se permite el acceso a ganado vacuno, porcino, caballar, ovino o de cualquier otra índole, la introducción de especies exóticas, ni el acceso de perros y gatos, así como la permanencia de residuos fecales de los mismos en la playa.</i>	Dada la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>FF 15.- En las áreas verdes deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original según la especie.</i>	El proyecto contempla dejar en las áreas verdes la vegetación arbórea, para tener un elemento paisajístico agradable al visitante, manteniendo

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<p><i>FF 16.- Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo lo que la Ley General de Vida Silvestre prevea.</i></p>	<p>5,152.52 m<sup>2</sup> como área verde y de conservación.</p> <p>El proyecto no contempla la utilización de especies de flora y/o fauna silvestre. Las especies de importancia ambiental registradas, especialmente las que encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010, serán rescatadas y conservadas en un vivero temporal dentro del predio, para posteriormente ser plantadas en las áreas verdes y de conservación del proyecto. Paralelo a las actividades de marcado y rescate de especies vegetales, un especialista en manejo de fauna recorrerá las áreas de desmonte, con la finalidad de rescatar animales de poca movilidad y de trasladarlos a las áreas de conservación de vegetación. Previo a su traslado, cada organismo será identificado y registrado en formatos especiales diseñados por la supervisión ambiental del proyecto.</p>
<p><i>FF 17.- Se permite establecer viveros e invernaderos autorizados.</i></p>	<p>En las áreas delimitadas y consideradas para el desmonte, se implementará una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo. Esto con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica, aquellos ejemplares que son susceptibles de ser rescatados, especialmente los que encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una vez identificados los ejemplares, se implementará la técnica de rescate más apropiada considerando la especie y su talla. Los ejemplares rescatados serán transportados a su sitio definitivo de trasplante o al vivero provisional para su mantenimiento.</p>
<p><i>FF 18.- Se prohíbe el uso de compuestos químicos para el control de malezas o plagas. Se promoverá el control mecánico o biológico.</i></p>	<p>De forma general el retiro de maleza o plagas se realizará de forma manual, solamente de ser necesario se utilizarán productos agroquímicos de baja toxicidad ambiental y siempre biodegradables, regulados por la COFEPRIS, dado que el criterio aplicable permite la utilización de fertilizantes orgánicos, herbicidas y plaguicidas biodegradables en malezas, zonas arboladas, derechos de vía y áreas verdes.</p>
<p><i>FF 19.- Se promoverá la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) no extractivas.</i></p>	<p>El proyecto no contempla la instalación de UMAS.</p>
<p><i>FF 20.- No se permite la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, excepto para fines de investigación autorizado por la SEMARNAT.</i></p>	<p>En el predio del proyecto no existen la presencia de cenotes; por lo que, el presente criterio no le es aplicable al proyecto.</p>
<p><i>FF 21.- Se prohíbe el aprovechamiento de las plantas <i>Thrinax radiata</i>, <i>Pseudophoenix sargentii</i>, <i>Chamaedorea seifrizii</i>, <i>Coccothrinax readii</i> y <i>Beaucarnea ameliae</i> (chit, cuca, xiat, nakás y despeñada o tsipil) y todas las especies de</i></p>	<p>El Proyecto no contempla la utilización de palmas como material de construcción. Las palmas de las especies <i>Thrinax radiata</i> y <i>Coccothrinax readii</i> (chit y nakax), <i>Chamaedorea seifrizii</i> y <i>Coccothrinax readii</i> serán rescatadas y conservadas</p>

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>orquídeas, a excepción de las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS)</i>	en el vivero provisional del proyecto donde se almacenarán las plantas producto del Programa de Rescate y Reubicación de Flora llevado a cabo durante su ejecución.
<i>FF 22.- Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.</i>	El proyecto no contempla la introducción de especies de flora y fauna exótica invasivas. Las áreas verdes serán reforestadas con especies producto del Programa de rescate y reubicación de flora y se contempla que una vez terminada la implementación de las áreas verdes, la fauna nativa regrese a la zona del proyecto, por lo que se implementará un Programa de rescate y reubicación de fauna.
<i>FF 23.- Se promoverá la erradicación de las plantas exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el pino de mar Casuarina equisetifolia y se restablecerá la flora nativa.</i>	El proyecto no contempla la introducción de especies de flora y fauna exótica invasivas. Las áreas verdes serán reforestadas con especies producto del Programa de Rescate y Reubicación y de flora.
<i>FF 24.- En las áreas verdes se emplearán plantas nativas y se restringirán aquellas especies que sean perjudiciales a esta flora.</i>	El proyecto no contempla la introducción de especies de flora y fauna exótica invasivas. Las áreas verdes serán reforestadas con especies producto del Programa Rescate y Reubicación de flora.
<i>FF 26.- Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones cercanas a arrecifes y manglares.</i>	El proyecto NO requerirá el uso de explosivos. Asimismo, el predio del proyecto no colinda con la zona marina y no hay presencia de mangle; por lo que, el presente criterio no es aplicable.
<i>FF 34.- En zonas donde exista la presencia de especies incluidas en la NOM ECOL-059-1994, deberán realizarse los estudios necesarios para determinar las estrategias que permitan minimizar el impacto negativo sobre las poblaciones de las especies aludidas en esta norma.</i>	El proyecto llevará a cabo acciones de rescate y reubicación de todos aquellos ejemplares listados bajo alguna categoría de la NOM-059.
<b>MANEJO DE ECOSISTEMAS</b>	
<i>MAE 1.- En las playas sólo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera o asoleaderos.</i>	De acuerdo a la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>MAE 4.- No se permite encender fogatas en las playas.</i>	De acuerdo a la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>MAE 5.- Se prohíbe la extracción de arena de playas, dunas y lagunas costeras.</i>	De acuerdo a la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>MAE 6.- Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.</i>	Quedará estrictamente prohibido el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables. Los escasos combustibles, aceites y lubricantes que sean empleados se almacenarán temporalmente en la bodega de material y equipo, por lo que el piso de la bodega, deberá ser impermeable, rodeado de un borde para evitar la filtración y el derrame de sustancias en caso de que suceda algún accidente. Este almacén deberá estar ventilado y provisto de extintores, así como de la señalización de seguridad respectiva.

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>MAE 7.- No se permite la infraestructura recreativa y de servicios en el cordón de las dunas frontal.</i>	De acuerdo a la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>MAE 8.- La construcción de edificaciones podrá llevarse a cabo después del cordón de dunas, a una distancia no menor de 40 m. de la Zona Federal y en altura máxima de 6 m.</i>	De acuerdo a la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>MAE 9.- No deberán realizarse nuevos caminos sobre dunas.</i>	De acuerdo a la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>MAE 10.- Solo se permite la construcción de accesos peatonales elevados y transversales sobre las dunas.</i>	De acuerdo a la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>MAE 11.- No se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de las dunas, ni la modificación de éstas.</i>	De acuerdo a la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>MAE 12.- La utilización de los humedales estará sujeta a la autorización de impacto ambiental que garantice el mantenimiento de los procesos geohidrológicos, calidad de agua, flujo de nutrientes y diversidad biológica.</i>	Derivado del estudio de caracterización ambiental señalado en el Capítulo IV del presente documento, el predio del proyecto no cuenta con la presencia de humedales; por lo que, dicho criterio no es aplicable.
<i>MAE 13.- Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de cuerpos de agua, cenotes, lagunas, rejolladas y manglar.</i>	En el predio del proyecto NO se tiene la presencia de cenotes, lagunas, rejolladas y manglares; por lo que, el presente criterio no es aplicable.
<i>MAE 14.- Complementario a los sistemas de abastecimiento de agua potable, en todas las construcciones se deberá contar con infraestructura para la captación de agua de lluvia.</i>	El diseño del proyecto contempla un sistema de drenaje sanitario independiente del drenaje pluvial. El drenaje sanitario será tratado con la planta de tratamiento biológico anóxico- aerobio donde se llevará a cabo el proceso de oxidación mediante la metabolización de la materia orgánica y la biosíntesis de nuevos microorganismos.
<i>MAE 15.- El aprovechamiento de aguas subterráneas deberá garantizarse con estudios geohidrológicos, aprobadas por la CNA para justificar que la extracción no produce intrusión salina.</i>	En su momento, se llevarán a cabo la totalidad de los trámites administrativos que se requieran ante la Comisión Nacional del Agua para la descarga de aguas residuales, solamente, ya que el abasto de agua potable provendrá de CAPA.
<i>MAE 16.- En las áreas urbanizadas, las áreas verdes conservaran la cubierta correspondiente al estrato arbóreo.</i>	Se contempla conservar 5,152.52 m <sup>2</sup> como áreas verdes.
<i>MAE 17.- Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal y cuerpos de agua.</i>	De acuerdo a la ubicación del proyecto no le es aplicable el criterio.
<i>MAE 18.- Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona perimetral a los cuerpos de agua.</i>	En el predio del proyecto no existe la presencia de algún cuerpo de agua, por lo que dicho criterio no es aplicable al proyecto.
<i>MAE 23.- La reforestación deberá realizarse con flora nativa.</i>	En las áreas delimitadas y consideradas para el desmonte, se implementará una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo. Esto con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica, aquellos ejemplares que son susceptibles de ser rescatados, especialmente los que encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una vez identificados los ejemplares, se

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
	implementará la técnica de rescate más apropiada considerando la especie y su talla. Los ejemplares rescatados serán transportados a su sitio definitivo de transplante o al vivero provisional para su mantenimiento.
<i>MAE 24.- No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.</i>	En el predio del proyecto no existen dolinas, cenotes y cavernas, por lo que no se modificarán escénicamente ni físicamente.
<i>MAE 25.- No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliación de los cenotes y la remoción de la vegetación, salvo en caso de rescate, previo estudio de impacto ambiental.</i>	En el predio del proyecto no existen cenotes, asimismo, no se tiene contemplado para ninguna etapa del proyecto el dragado, relleno, excavaciones, ampliación de cenote alguno.
<i>MAE 26.- Se prohíbe el desmonte, despalme o modificaciones a la topografía en un radio de 50 m. alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas.</i>	En el predio del proyecto no existen cenotes. Asimismo, no existen formaciones con características de dolinas al interior del predio. De igual manera no existen cavernas dentro del terreno, por tanto no se viola este criterio con motivo del desarrollo de las obras del proyecto.
<i>MAE 27.- La utilización de cavernas y cenotes estará sujeta a una evaluación de impacto ambiental y estudios ecológicos que permitan generar medidas que garanticen el mantenimiento de la biodiversidad; promoviendo además la autorización para su uso ante la Comisión Nacional del Agua.</i>	En el predio del proyecto no existen cenotes. De igual manera no existen cavernas dentro del terreno, por tanto no se viola este criterio con motivo del desarrollo de las obras del proyecto.
<i>MAE 29.- Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de fauna silvestre.</i>	Las actividades de rescate de flora y fauna se realizarán solamente en los lugares donde se llevarán a cabo las obras contempladas, respetando y protegiendo en sus colindancias los ejemplares de especies de importancia ambiental.
<i>MAE 30.- En zonas inundables no se permite la alteración de los drenajes naturales principales.</i>	En el predio del proyecto no existe la presencia de zonas inundables; por lo que, no se contraviene el presente criterio ecológico.
<i>MAE 31.- Las obras autorizadas sobre manglares deberán garantizar el flujo y refluo superficial del agua a través de un estudio geohidrológico.</i>	En el predio del proyecto no existe la presencia de ecosistemas de manglar; por lo que, no se contraviene el presente criterio ecológico.
<i>MAE 32.- Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.</i>	En el predio del proyecto no existe la presencia de escurrimientos pluviales; por lo que, no se contraviene el presente criterio ecológico.
<i>MAE 33.- Se promoverá el control integrado en el manejo de plagas, tecnologías, espacio y disposición final, de envases de plaguicidas.</i>	La empresa promovente considera el uso de especies nativas y/o propias de la región para el ornamentado de áreas verdes y jardinadas. Con esta medida se garantiza el no uso, o uso mínimo de plaguicidas para el manejo de plagas.
<i>MAE 34.- En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se deberá restaurar el área explotada con vegetación nativa.</i>	Debido a las características propias del proyecto, no le es aplicable el criterio.
<i>MAE 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.</i>	Debido a las características propias del proyecto, no le es aplicable el criterio.
<i>MAE 36.- En la restauración de bancos de</i>	Debido a las características propias del proyecto, no

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>préstamo de material pétreo, la reforestación podrá incorporar ejemplares obtenidos de rescate de vegetación del desplante de los desarrollos turísticos.</i>	le es aplicable el criterio.
<i>MAE 37.- En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, se deberá asegurar la reproducción de la vegetación plantada, reponiendo en su caso, los ejemplares que no sobrevivan.</i>	Debido a las características propias del proyecto, no le es aplicable el criterio.
<i>MAE 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 de jardines.</i>	Durante la etapa de operación del proyecto las aguas residuales serán colectadas y conducidas a una planta de tratamiento del proyecto, la cual será instalada en el área de servicios del proyecto y ocupará una superficie aproximada de 110.69 m <sup>2</sup> , con una capacidad para tratar 110 m <sup>3</sup> /día, las cuales proponemos que sea mediante un tratamiento biológico anóxico- aerobio.
<i>MAE 43.- Se deberá restaurar la estructura original de la costa.</i>	Debido a las características propias del proyecto, no le es aplicable el criterio.
<i>MAE 46.- 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>	Debido a las características propias del proyecto, no le es aplicable el criterio.
<i>MAE 47.- El aprovechamiento de los cuerpos de agua se deberá justificar con estudios geohidrológicos aprobados por la Comisión Nacional del Agua.</i>	Las obras y actividades del proyecto, no contemplan el aprovechamiento de cuerpos de agua; por lo que, no se contraviene el presente criterio.
<i>MAE 48.- Solo se permite la utilización de fertilizantes orgánicos, herbicidas y plaguicidas biodegradables en malezas, zonas arboladas, derechos de vía y áreas verdes.</i>	De forma general el retiro de maleza o plagas se realizará de forma manual, solamente de ser necesario se utilizarán productos agroquímicos de baja toxicidad ambiental y siempre biodegradables, regulados por la COFEPRIS, dado que el criterio aplicable permite la utilización de fertilizantes orgánicos, herbicidas y plaguicidas biodegradables en malezas, zonas arboladas, derechos de vía y áreas verdes.
<i>MAE 49.- En las áreas verdes solo se permite sembrar especies de vegetación nativa.</i>	La empresa promovente verificará, y reportará a la autoridad, el cumplimiento estricto de este criterio mediante el Programa de Rescate y Reubicación de flora.
<i>MAE 51.- En las inmediaciones de áreas urbanas que hayan sido afectadas por desmontes o por sobreexplotación forestal, se deberán establecer programas continuos de reforestación con especies nativas.</i>	De manera previa no se han ejecutado actividades de desmonte; sin embargo, para la ejecución del proyecto se prevé la remoción de 54,850.08 m <sup>2</sup> de vegetación de selva mediana subperennifolia cumpliendo en todo momento con el CMS permitido.
<i>MAE 52.- La reforestación en áreas urbanas y turísticas deberá realizarse con flora nativa, o aquella tropical que no afecte a esta misma vegetación, que no perjudique el Desarrollo Urbano y que sea acorde al paisaje caribeño.</i>	La empresa promovente verificará el cumplimiento estricto de este criterio mediante el Programa de Rescate y Reubicación de flora.

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>MAE 53.- Se prohíbe la utilización de fuego o productos químicos para la eliminación de la cobertura vegetal y/o quema de desechos vegetales producto del desmonte.</i>	El proyecto no considera el uso de fuego o productos químicos para la eliminación de cobertura vegetal durante la etapa de preparación del sitio, ésta se realizará de manera manual y con el uso de maquinaria ligera.
<i>MAE 54.- Las áreas que se afecten sin autorización, por incendios, movimientos de tierra, productos o actividades que eliminen y/o modifiquen la cobertura vegetal no podrán ser comercializados o aprovechados para ningún uso en un plazo de 10 años y deberán ser reforestados con plantas nativas por sus propietarios, previa notificación al municipio.</i>	El predio no tiene desmontes ni áreas que hayan sido impactadas por incendios forestales, movimientos de tierra, productos o actividades que eliminen y/o modifiquen la cobertura vegetal, por lo que no se contraponen este criterio.
<i>MAE 55.- Se prohíbe la acuicultura en cuerpos de agua naturales.</i>	Esta actividad no está considerada por el proyecto, ya que se trata de un proyecto turístico.
<b>TURISMO</b>	
<i>TU 4.- En las zonas urbanas solo se permitirán los usos turísticos en las zonas y con las densidades que al respecto les establezca su programa de desarrollo urbano, en el cual la zona turística no podrá exceder el 10% de la superficie de la unidad de gestión ambiental, comprendiendo en ésta los campos de golf con desarrollo inmobiliario.</i>	El proyecto se ajusta al criterio toda vez que pretende la operación de infraestructura turística, ajustando la densidad neta del proyecto (175 viviendas unifamiliares y 47 viviendas plurifamiliares) a lo establecido en el PDU-CPT, que señala una densidad neta de 37 unidades por hectárea.
<i>TU 10.- Las actividades recreativas deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.</i>	Durante las diversas etapas del proyecto, los residuos líquidos y sólidos serán manejados de forma programada y ordenada a través del Programa de Manejo de Residuos.
<i>TU 11.- Las actividades recreativas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.</i>	Se colocarán letreros alusivos de cuidado de la flora-fauna y de manejo de residuos y en la medida de lo posible se orientará a los turistas y prestadores de servicios, sobre la importancia del cuidado de los ecosistemas de la región.
<i>TU 12.- En el espeleobuceo no se permitirá molestar, capturar o lastimar a la fauna cavernícola ni modificar, ni alterar o contaminar el ambiente de la caverna.</i>	En el predio del proyecto no existen cenotes; por tanto, no se viola este criterio con motivo del desarrollo de las obras del proyecto.
<i>TU 15.- Las edificaciones no deberán rebasar la altura promedio de la vegetación arbórea del Corredor que es de 12.0 m.</i>	Tal y como se ha mencionado, el proyecto contempla el cabal cumplimiento con el PDU, incluyendo lo referente a la altura permitida de 3 niveles.
<i>TU 16.- La construcción de hoteles e infraestructura asociada ocupará como máximo el 30% del frente de playa del predio que se pretenda desarrollar.</i>	El predio del proyecto no tiene colindancia con la playa; por lo que dicho criterio no le es aplicable dado que no se pretende construir infraestructura en la playa.
<i>TU 21.- En los casos en que las zonas aptas para el turismo colinden con alguna área natural protegida, deberán establecerse zonas de amortiguamiento entre ambas, a partir del límite del área natural protegida hacia la zona de aprovechamiento.</i>	El predio del proyecto NO colinda con algún Área Natural Protegida; por lo que, el presente criterio ecológico no le es aplicable.
<i>TU 22.- En el desarrollo de los proyectos Turísticos, se deberán mantener los ecosistemas</i>	En las áreas delimitadas y consideradas para el desmonte, se implementará una campaña



**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<p><i>excepcionales tales como formaciones arrecifales, selvas subperennifolias, manglares, cenotes y caletas, entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna incluidos en la NOM 059.</i></p>	<p>coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo. Esto con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica, aquellos ejemplares que son susceptibles de ser rescatados, especialmente los que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una vez identificados los ejemplares, se implementará la técnica de rescate más apropiada, tal como el rescate <i>in situ</i> y su inmediato traslado a la zona final de ubicación o al vivero que se construya, considerando la especie y su talla. Los ejemplares rescatados serán transportados a su sitio definitivo de trasplante o al vivero provisional para su mantenimiento.</p> <p>Cabe señalar que en el predio del proyecto no existen cenotes y el ecosistema de manglar se conservará en su totalidad.</p>
<p><i>TU 23.- Excepto lo mencionado en el criterio TU 22, en las actividades y los desarrollos turísticos, el área no desmontada quedará distribuida perimetralmente alrededor del predio y del conjunto de las edificaciones e infraestructura construidas.</i></p>	<p>El diseño del proyecto da cumplimiento a este criterio, ya que su conceptualización final atendió a aplicación de los criterios urbanísticos establecidos en el PDU del centro de Población de Tulum en los cuales se señalan restricciones laterales, traseras y posteriores, cuya superficie quedará como área verde.</p>
<p><i>TU 24.- En las actividades y desarrollos turísticos, el cuidado conservación y mantenimiento de la vegetación del área no desmontada es obligación de los dueños del desarrollo o responsable de las actividades mencionadas, y en caso de no cumplir dicha obligación, se aplicarán las sanciones correspondientes conforme a la normatividad aplicable vigente.</i></p>	<p>Se colocarán letreros alusivos de cuidado de la flora y fauna silvestres, al manejo de residuos y en lo posible se orientará a los turistas y prestadores de servicios, sobre la importancia del cuidado de los ecosistemas de la región.</p>
<p><i>TU 34.- Los prestadores de servicios turísticos o comerciales y los instructores o guías, deberán proporcionar a los usuarios las condiciones de seguridad necesarias para realizar las actividades para las cuales contraten sus servicios, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia.</i></p>	<p>En la etapa de preparación del sitio las empresas responsables proveerán a sus empleados de las condiciones de seguridad de acuerdo a la legislación aplicable en la materia.</p>
<p><i>TU 43.- En las Zonas Arqueológicas solo se permite la construcción de obras, infraestructura o desarrollo avaladas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.</i></p>	<p>El predio del proyecto de acuerdo a la caracterización del mismo NO presenta zonas arqueológicas.</p>
<p><i>TU 44.- Antes de efectuar cualquier tipo de desarrollo e infraestructura se deberá efectuar un reconocimiento arqueológico y notificar al Instituto Nacional de Antropología e Historia de cualquier vestigio o sacbé (camino blanco maya) que se encuentre.</i></p>	<p>En caso de detectarse este tipo de infraestructura ancestral, el proyecto someterá a la consideración del INAH su aval para la construcción de la infraestructura planteada por el desarrollo turístico.</p>
<p><i>TU 45.- Se consideran como equivalentes:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una villa a 2.5 cuartos de hotel.</li> <li>• Un departamento, estudio o llave hotelera a 2.0 cuartos de hotel.</li> </ul>	<p>El proyecto se ajusta a lo establecido en el PDU y pretende desarrollar (175 viviendas unifamiliares y 47 viviendas plurifamiliares) permitidas por este instrumento conforme a los usos de suelo MS/MB y</p>

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Un cuarto de clínica hotel a 2.0 cuartos de hotel</i></li> <li>• <i>Un camper sencillo y cuarto de motel a 2.0 cuartos de hotel.</i></li> <li>• <i>Un cuarto de motel a 1 cuarto de hotel.</i></li> <li>• <i>Una Junior suite a 1.5 cuarto de hotel.</i></li> <li>• <i>Una suite a 2 cuartos de hotel.</i></li> </ul> <p><i>Se define como cuarto hotelero tipo al espacio de alojamiento destinado a la operación de renta por noche, cuyos espacios permiten brindar al huésped servicios sanitarios, área dormitorio para dos personas, guarda de equipaje y área de estar; no incluirá locales para preparación o almacenamiento de alimentos y bebidas. La cuantificación del total de cuartos turísticos incluye las habitaciones necesarias del personal de servicio, sin que esto incremente su número total.</i></p>	<p>H3* aplicable a la zona en donde este se encuentra.</p>
<b>ACTIVIDADES FORESTALES</b>	
<p><i>AF 7.- La ubicación de las áreas para actividades productivas, que tiendan a la prestación de servicios y al establecimiento de infraestructura serán precisadas a través de Programas Parciales de Desarrollo Urbano.</i></p>	<p>El proyecto se ajusta a lo establecido en el PDU de Tulum al pretender desarrollar infraestructura turística, en atención al desarrollo sustentable y en cumplimiento de la normatividad aplicable en los tres órdenes de gobierno.</p>
<p><i>AF 10.- Para el caso de las zonas de captación de agua, su protección deberá considerarse una prioridad.</i></p>	<p>El predio no presenta corrientes superficiales (ríos o arroyos); por lo que, no se contraviene el presente criterio ecológico.</p>
<b>INDUSTRIA</b>	
<p><i>I 2.- Se permitirá el establecimiento condicionado de la actividad industrial artesanal de bajo impacto, que no genere humos, niveles elevados de ruidos, desechos químicos, polvos ni olores, de bajo consumo de agua, altamente eficiente en el consumo de energía con las siguientes restricciones: tipo de industria: artesanal; intensidad de uso 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 y/o conservación.</i></p>	<p>Debido a las características propias del proyecto, no le es aplicable el criterio.</p>
<p><i>I 3.- Se permitirá el establecimiento condicionado de la actividad industrial ligera y de riesgo bajo que no genere humos, niveles elevados de ruidos, 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 riesgo bajo, manufacturas menores, maquila de ropa, almacenes, bodegas y mayoreos, talleres de</i></p>	<p>Debido a las características propias del proyecto, no le es aplicable el criterio.</p>

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

<b>Criterio Ecológico</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>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>	
<i>I 4.- Las zonas industriales y talleres ubicados dentro de las zonas urbanas, deberán contar con zonas de amortiguamiento, delimitadas por barreras naturales o artificiales que disminuyan los efectos de ruido y contaminación ambiental, incluida la visual.</i>	Debido a las características propias del proyecto, no le es aplicable el criterio.

El predio del proyecto se encuentra regulado por el **Plan Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030**, bajo los usos de suelo Comercial Mixto (MS/MB) y Habitacional (H3\*).

**Cuadro 3.5. Normatividad Zonas Mixtas**

Conceptos		Densidad		Lote tipo		Coeficientes		Alturas		Estacionamiento		Restricciones (metros lineales)				
Clave y Usos	Tipo	Habitantes por hectárea	Viviendas en terrenos mínimos	Lote tipo (metros cuadrados)	Frete mínimo del terreno (mts.)	De ocupación del suelo	De utilización del suelo	Metros	Niveles (pisos)	Cajones por unidad	% de frente jardinado	frontal	lateral	posterior	vía pública	
		<b>Usos Mixtos</b>														
MS/M B	Plurifamiliar Vertical Intensidad Media	D. Media Alta	148	37	300	8	0.50	1.20	12	3	2	35	5	2	3	5

**Cuadro 3.11. Normas Generales y Restricciones de Edificación**

Conceptos		Densidad		Lote tipo		coeficientes de aprovechamiento		Alturas		Estacionamiento		Restricciones (metros lineales)					
Claves y usos	Cuartos por hectárea	Habitantes por hectárea	Viviendas por hectárea	Superficie mínima terreno (mtz)	Frete mínimo del terreno (mts)	Coefficiente de ocupación del suelo	Coefficiente de utilización del suelo	Metros	Niveles (pisos)	Cajones por unidad	% de frente jardinado	Frontal	Lateral	Posterior	Vía pública	Zona Federal Marítimo Terrestre (mts.)	
		<b>Habitacionales y mixtos</b>															
H3*	Unifamiliar /Plurifamiliar	D. Media Alta	148	37	180	10	0.60	1.70	12	3	RC	45	5	2	3	5	-

Cabe señalar que, se autorizó el cambio de uso de suelo municipal para el predio del proyecto de H3- (Habitacional) a un uso de suelo H3\* (Habitacional), dicha modificación fue publicada el día 03 de abril del 2018 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo (Anexo 5).

En adición a lo anterior, tal y como fue referido con anterioridad en el presente documento, con fecha 18 de julio de 2018, la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ecología, mediante el oficio número DGDUE/E/319/2018 (Anexo 1), acordó precedente la Viabilidad y Factibilidad Ambiental solicitada por la promovente; por medio de la cual, se llevó a cabo el desarrollo del proyecto, cuyos parámetros urbanísticos se citan a continuación:

(...)

CONCEPTO		USO DE SUELO ACTUAL PDU VIGENTE		USO DE SUELO SOLICITADO DE ACUERDO CON PDU VIGENTE	
		MS/MB	H3	MS/MB	H3*
<i>Uso de Suelo</i>					
<i>Área del Terreno</i>		<b>12,615.47</b>	<b>47,387.13</b>	<b>12,615.47</b>	<b>47,387.13</b>
<i>Superficie Global</i>		60,002.60		60,002.60	
<i>Hab/Ha</i>		150	96	150	148
<i>Viv/Ha</i>		38	24	38	37
<i>Lote Tipo</i>		180	270	180	180
<i>Frente mínimo del terreno</i>		10.00	9.00	10.00	10.00
<i>Coefficientes</i>	<i>Ocupación de suelo</i>	0.60	0.45	0.60	0.60
	<i>Utilización del suelo</i>	1.70	1.10	1.70	1.70
<i>Restricciones Mínimas</i>	<i>Frente</i>	5.00	5.00	5.00	5.00
	<i>Lateral</i>	2.00	2.00	2.00	2.00
	<i>Posterior</i>	3.00	3.00	3.00	3.00
	<i>Vía Pública</i>	5.00	5.00	5.00	5.00
<i>Altura Máxima</i>	<i>Metros</i>	12.00	12.00	12.00	12.00
	<i>Niveles</i>	3.00	3.00	3.00	3.00

*El 40% de la superficie del terreno restante una vez aplicado el Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) deberá estar libre de construcciones techadas, solo se permite la creación de áreas verdes o vialidades interiores y estacionamientos siempre y cuando sean construidos con material permeable que garanticen la infiltración de aguas pluviales.*

*Que el proyecto para la actualización del Uso de Suelo de 47,387.13 m<sup>2</sup> equivalente al 78.98% del Predio con una superficie global de 60,002.60 m<sup>2</sup> en comento de H3 a H3\* para su mejor aprovechamiento se encuentra ampliamente justificado en virtud de que cumple con las estrategias y Políticas de Desarrollo Urbano y acciones enumeradas en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030, publicado en el periódico oficial de Quintana Roo el 09 de abril de 2008.*

Derivado de lo anterior, a continuación, se describen a detalle los usos de suelo aplicables al predio del proyecto; así como, el cumplimiento de las obras y actividades del proyecto con los parámetros urbanísticos establecidos en el PDU-CPT 2006-2030.

**Usos Mixtos – MS /MB**

*Son zonas con mezcla de diferentes usos y actividades que pueden coexistir desarrollando funciones complementarias o compatibles y se generan a través de corredores urbanos y en parte o en la totalidad de las unidades territoriales definidos en planes y programas correspondientes. Estos usos se han clasificado en diferentes escalas: barrial, distrital, central y regional. Para el caso de la Ciudad de Tulum se ha propuesto usos mixtos que comprenden usos habitacionales combinados con usos comerciales y de servicios en la escala barrial, distrital y central.*

*La escala barrial comprende la habitación como predominante pero compatible con usos comerciales y de servicios barriales constituidos en los centros de barrio y en vías principales; por otro lado, la escala distrital se localiza dentro de un distrito urbano o en el conjunto de varios barrios y se proponen alrededor de los subcentros urbanos o en corredores urbanos en donde se prevé usos comerciales y servicios de mayor impacto con actividades de baja incidencia en el medio ambiente. En la última escala, la habitación deja de ser predominante y los usos comerciales y de servicios son de carácter urbano general que sirven a la totalidad del centro de población y se constituyen en los centros y subcentros urbanos y en corredores centrales que deberán presentar estudios de impacto urbano y paisajísticos en aquellos proyectos de dimensiones regionales.*

A continuación, el uso de suelo “comercial mixto” acota la construcción de desarrollos quedando de la siguiente manera:

<b>CONCEPTO</b>		<b>PARÁMETROS</b>
<i>Uso de Suelo</i>		<b>MS/MB</b>
<i>Área del Terreno</i>		<b>12,615.47</b>
<i>Hab/Ha</i>		150
<i>Viv/Ha</i>		38
<i>Lote Tipo</i>		180
<i>Frente mínimo del terreno</i>		10.00
<i>Coefficientes</i>	<i>Ocupación de suelo</i>	0.60
	<i>Utilización del suelo</i>	1.70
<i>Restricciones Mínimas</i>	<i>Frente</i>	5.00
	<i>Lateral</i>	2.00
	<i>Posterior</i>	3.00
	<i>Vía Pública</i>	5.00
<i>Altura Máxima</i>	<i>Metros</i>	12.00
	<i>Niveles</i>	3.00

**Uso Habitacional Densidad media Alta 37 viviendas/hectárea. Clave H3\***

Aprovechamientos habitacionales de densidad media alta en áreas urbanas a consolidar que optimizarán áreas actuales en proceso de saturación urbana con infraestructura urbana, servicios y vías de comunicación existentes con densidades más altas. Se vinculan con usos habitacionales de alta densidad, centro urbano y equipamientos regionales.

Se localizan colindantes al Centro Urbano de Tulum, hacia el suroeste definidas a mediano y largo plazo y al noroeste sobre la Carretera Tulum-Cancún.

Tal y como se mencionó con anterioridad, con fecha 3 de abril de 2018 se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo (Anexo 5) las modificaciones para el uso de suelo H3\* quedando de la siguiente manera:

CONCEPTO		PARÁMETRO
Uso de Suelo		H3*
Área del Terreno		47,387.13
Hab/Ha		148
Viv/Ha		37
Lote Tipo		180
Frente mínimo del terreno		10.00
Coeficientes	Ocupación de suelo	0.60
	Utilización del suelo	1.70
Restricciones Mínimas	Frente	5.00
	Lateral	2.00
	Posterior	3.00
	Vía Pública	5.00
Altura Máxima	Metros	12.00
	Niveles	3.00

Derivado de lo anterior, se presentan los valores máximos permitidos por el PDU con respecto a las superficies propuestas para el proyecto, en ambos usos de suelo, los cuales se resumen en la siguiente tabla:

Concepto	Uso de Suelo de Acuerdo con el PDU Vigente		Valor máximo aplicable al uso de suelo según el PDU(m <sup>2</sup> )	Valor máximo propuesto para el proyecto (m <sup>2</sup> )		Total	Cumplimiento con el PDU
	MS/MB	H3*		MS/MB	H3*		
Superficie	60,002.60		---	MS/MB	H3*	---	---
Viv/ha	37		222	47 viviendas	175 viviendas	222	Cumple
Coeficiente	0.60	0.60	36,001.56	2,090.29	33,266.85	35,817.83	Cumple

Concepto	Uso de Suelo de Acuerdo con el PDU Vigente		Valor máximo aplicable al uso de suelo según el PDU(m <sup>2</sup> )	Valor máximo propuesto para el proyecto (m <sup>2</sup> )		Total	Cumplimiento con el PDU
	MS/MB	H3*	---	MS/MB	H3*		
Superficie de Ocupación del Suelo	60,002.60		---			---	---
Coeficiente de Utilización del Suelo	1.70	1.70	<b>102,004.42</b>	3,553.493	56,553.645	<b>60,890.311</b>	<b>Cumple</b>

Nota: Los valores totales propuestos tienen considerados las áreas destinadas a la PTAR y Amenidades

Tal y como se puede apreciar en la tabla arriba referida, el proyecto está por debajo de los parámetros urbanísticos aplicables.

Es importante señalar que, se tiene una superficie de 5,152.52 m<sup>2</sup> como áreas verdes y 19,032.25 m<sup>2</sup> serán de obras cubiertas con materiales permeables (Vialidades, Estacionamientos y Andadores); dicha superficie se considera dentro del 40% de la superficie del terreno que se encuentran libre de construcciones techadas, donde se permite llevar a cabo áreas verdes o vialidades interiores y estacionamientos garantizando la infiltración de aguas pluviales.

En relación con las Restricciones Mínimas establecidas por el PDU, es importante señalar que el predio del proyecto cumple con dichas restricciones, las cuales se pueden observar en el plano general del proyecto (Anexo 3); dichas restricciones frontales, traseras y laterales, quedarán como superficie de conservación.

Del mismo modo, con respecto a la Altura Máxima, todos los edificios tendrán como máximo 3 niveles y 12 metros de altura; por lo que, se respetará en todo momento las restricciones establecidas en el PDU.

De este modo, el proyecto no se contrapone a las especificaciones del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030, por lo cual, esa H. Autoridad no tiene limitante alguna para otorgar al promovente la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental.

### III.2.9. Normas Oficiales Mexicanas.

Los artículos 5° Fracción V, y 36 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, confieren a la Federación, por conducto de la SEMARNAT, facultades para expedir normas oficiales mexicanas en materia ambiental y para el

aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, con sujeción al procedimiento que para dichos efectos se establece en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Las Normas Oficiales Mexicanas que aplican en el proceso de instrumentación del Proyecto son:

Regulación	Vinculación del Proyecto
<b>CALIDAD DEL AGUA (AGUAS RESIDUALES)</b>	
<p>NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.</p>	<p>Durante la construcción se instalarán sanitarios portátiles tipo SANIRENT a razón de uno por cada 10 trabajadores. El mantenimiento y limpieza de los sanitarios estará a cargo de la empresa que se contrate para tal fin y se le solicitará que la disposición de los residuos sea de la forma adecuada de acuerdo a la naturaleza de los mismos y a la normatividad aplicable.</p> <p>Contemplando un consumo individual de 3 m<sup>3</sup> de litros agua por semana para las actividades de construcción y riego, se estima un volumen diario de 2.58 m<sup>3</sup> correspondiente a la generación de aguas negras, provenientes de los servicios, las cuales serán conducidas a la PTAR.</p>
<p>NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en los sistemas de alcantarillado urbano y municipal.</p>	<p>Cabe mencionar que, el agua que se utilizará para las etapas de preparación del sitio y construcción, se obtendrá a través de la interconexión con el sistema de aguas de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA), mediante una tubería de 16"</p> <p>Contemplando un consumo individual de 3 m<sup>3</sup> de litros agua por semana para las actividades de construcción y riego, se estima un volumen diario de 2.58 m<sup>3</sup> correspondiente a la generación de aguas negras, provenientes de los servicios, las cuales serán conducidas a la PTAR y posteriormente se utilizará dicha agua para riego de áreas verdes.</p>
<p>NOM-003-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen o.</p>	<p>Contemplando un consumo individual de 3 m<sup>3</sup> de litros agua por semana para las actividades de construcción y riego, se estima un volumen diario de 2.58 m<sup>3</sup> correspondiente a la generación de aguas negras, provenientes de los servicios, las cuales serán conducidas a la PTAR y posteriormente se utilizará dicha agua para riego de áreas verdes.</p>
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>	
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.</p>	<p>Durante la construcción y operación del proyecto se producirán cantidades mínimas de residuos peligrosos, los cuales serán dispuestos, en su caso, a través de los servicios de una empresa especializada en el manejo, transporte y disposición de este tipo de residuos. Se exigirá a los contratistas que hacerse cargo del manejo y disposición de los residuos peligrosos que generen durante la etapa de preparación del sitio y construcción cumpliendo y verificando que cumplan con los permisos Municipales y Estatales correspondientes y registros que garanticen su cumplimiento. Una vez en operación se manejarán los residuos conforme lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos.</p>



Regulación	Vinculación del Proyecto
<b>EMISIONES A LA ATMÓSFERA</b>	
NOM-081-ECOL-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Debido a las características propias del proyecto, <b>NO</b> se contemplan actividades que implique exceder los límites máximos permisibles de la presente norma. En todo momento se deberá respetar los límites máximos permisibles de ruido perimetral de las zonas de trabajo de 68 dbA de las 06:00 hrs a las 22:00 hrs y de 65 dbA de las 22:00 hrs a las 06:00 hrs
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.	Debido a que en la zona de estudio no se cuenta con un programa de verificación vehicular obligatorio (PVVO), se recomendará a los responsables del manejo de transporte, maquinaria y equipos de combustión interna que mantengan sus vehículos y maquinarias en condiciones óptimas de operación, vigilando que todos los vehículos de combustión interna, así como la maquinaria se encuentre en buenas condiciones, para que cumplan con los niveles máximos permisibles de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire.
<b>PROTECCIÓN DE ESPECIES – FLORA Y FAUNA</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.	<p>En las áreas delimitadas y consideradas para el desmonte, se implementará una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo. Esto con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica, aquellos ejemplares que son susceptibles de ser rescatados, especialmente los que encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (palmas). Una vez identificados los ejemplares, se implementará la técnica de rescate más apropiada considerando la especie y su talla. Los ejemplares rescatados serán transportados a su sitio definitivo de trasplante o al vivero provisional para su mantenimiento.</p> <p>Por otra parte, los animales que se llegasen a encontrar en el lugar se alejaran una vez iniciado los trabajos, solamente los animales de lento desplazamiento serán reubicados para no interferir con sus procesos biológicos.</p>

### III.2.10. Áreas Naturales Protegidas (ANP).

Aproximadamente el 25% de la superficie total de Quintana Roo se encuentra bajo algún esquema de protección ecológica, con el propósito de conservar los recursos naturales y la impresionante diversidad biológica del Estado. Las reservas ecológicas protegidas más importantes del Estado son:

- *Área de protección de flora y fauna de Uaymil,*
- *Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an,*
- *Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro,*
- *Reserva Especial de la Biosfera de Isla Contoy,*

- *Parque Nacional de Tulum,*
- *Parque marino nacional Arrecifes de Cozumel,*
- *Arrecifes de Puerto Morelos,*
- *Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres,*
- *Punta Cancún y Nizuc,*
- *Unidad de evaluación y monitoreo de la biodiversidad San Felipe Bacalar,*
- *Parque urbano de Kabah,*
- *Parque natural Laguna de Chankanab,*
- *Área de protección de flora y fauna silvestre y acuática de Laguna Colombia,*
- *Zona sujeta a conservación ecológica el Santuario de manatí en la Bahía de Chetumal,*
- *Reserva privada El Edén y,*
- *Reserva de U Yumil C'Eh (El paraje del señor de los venados).*

Es importante mencionar que el predio **NO** se encuentra dentro de ningún área natural protegida (ANP).

### **III.2.11. Sitios RAMSAR.**

La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, conocida en forma abreviada como Convenio de Ramsar, fue firmada en la ciudad del mismo nombre, en Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. Su principal objetivo es la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo.

La lista RAMSAR de Humedales de importancia internacional incluye en la actualidad más de 1,200 lugares (sitios RAMSAR) que cubren un área de 1'119,000 Km<sup>2</sup>. El país con un mayor número de sitios es el Reino Unido con 169; la nación con la mayor superficie de humedales listados es Canadá con más de 130,000 Km<sup>2</sup>.

Cabe mencionar que **NO** se encuentra ningún sitio RAMSAR cerca del área de influencia del Proyecto.

### **III.2.12. Zonas Prioritarias.**

El proyecto, se localiza en una región en la que se tiene una importante representación de áreas declaradas importantes para su conservación, tales como Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS), Regiones

Hidrológicas Prioritarias (RHP's), Regiones Marinas Prioritarias (RMP's) y Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's).

Con base en la información consultada en el sitio web de la CONABIO, en este apartado se presenta una breve reseña de las características asociadas a las distintas áreas declaradas importantes para su conservación y que se distribuyen al interior de la cuenca hidrológica forestal del proyecto.

### **Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS).**

Corredor Central Vallarta-Punta Laguna. Se ubica en una zona de remanentes de selvas medianas subperennifolias y Akalchés (selvas inundables) continuos. Es el área más norteña de ocurrencia de especies incluidas en la NOM-059 y CIPAMEX con registros recientes, como *Ciccaba nigrolineata*. Funciona además como un corredor de enlace entre la Reserva de Sian Ka'an en Quintana Roo y el estado de Yucatán. En la zona existen colonias del mono araña (población restringida a Punta Laguna). Actualmente se llevan a cabo estudios de comportamiento en el área.

Ticul-Punto Put. Se localiza en la unión de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Colinda al sur con la reserva de la biosfera de Calakmul, Campeche y en su parte occidental incluye a la Sierra de Ticul la cual corre hacia el sur del estado de Yucatán por la región conocida como los chenes en la parte central de Campeche, llegando a unirse con otra sierra en la región de Xujil. Se considera importante por la variedad de aves que se encuentran en su hábitat que es primordialmente la selva baja, hábitat que no está debidamente protegido en alguna otra región de la Península de Yucatán. Se considera una región orográfica única. El Punto Put alberga la única área que contiene selva mediana subcaducifolia en buen estado de conservación, además de parches de selva baja caducifolia.

La composición florística y la estratificación de la vegetación propician zonas de refugio, alimentación y reproducción de las aves, así como de otras especies. Las condiciones climáticas anuales lo hacen ser una opción para el descanso de aves migratorias de primavera y otoño. En el área se presentan dos cuerpos de agua importantes como el lago de Chichankanab y la Esmeralda, considerados los más importantes de la Península de Yucatán. En cuanto a la avifauna tiene 232 especies incluyendo especies catalogadas en peligro, amenazadas o raras.

Cabe mencionar que **NO** se encuentra ninguna AICA cerca del área de influencia del Proyecto.

### **Regiones Terrestres Prioritarias (RTPS).**

Dzilam-Río Lagartos- Yum Balam. Comprende los humedales del norte de Yucatán; posee un alto valor tanto biogeográfico como ecosistémico y constituye un área homogénea desde el punto de vista topográfico. El principal tipo de vegetación representado en esta región es el manglar. Dentro de esta RTP se incluyen dos ANP: Isla Holbox y Río Lagartos.

Zonas Forestales de Quintana Roo. Posé las masas forestales continuas y bajo manejo probablemente de mayor importancia del México tropical. La existencia de esta región es relevante por su papel como corredor biológico y por favorecer la presencia de especies propias del ecosistema de selva mediana subperennifolia en extensiones grandes y con alto grado de conservación. El tipo de vegetación predominante es de selva mediana subperennifolia. Debido a que la topografía es muy homogénea, el patrón ecosistémico obedece básicamente al gradiente latitudinal que se presenta en la península de Yucatán.

Cabe mencionar que **NO** se encuentra ninguna RTP cerca del área de influencia del Proyecto.

### **Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPS).**

Anillo de Cenotes. Presenta una alta biodiversidad, la cual se encuentra amenazada por la modificación del entorno debido a la extracción inmoderada de agua y deforestación, sobrepastoreo, destrucción de dunas costeras por efecto de la industria salinera, construcción de carreteras, bordos y diques, azolve, desecación y desarrollo de infraestructura portuaria. Incendios producidos por prácticas de tumba, roza y quema y actividad ganadera. Crecimiento urbano que ocasiona relleno de zonas inundables y destrucción del manglar.

Contoy. Incluye a los poblados de Quintana Roo Cabo Catoche, Isla Holbox, Contoy, Punta Arena, Kantunil. Su problemática se relaciona con la modificación del entorno por la presencia de asentamientos irregulares y sobrepastoreo por ganado. Zona fuertemente perturbada por ciclones, quemas no controladas, explotación forestal y pesca sin manejo adecuado. La región constituye una importante fuente de abastecimiento de agua y recursos forestales

Corredor Cancún-Tulum. Se localiza en el Estado de Quintana Roo e incluye a las localidades de Cancún, Playa del Carmen, Puerto Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha. Su problemática se relaciona con la necesidad de restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas

residuales. Se desconoce la influencia de afloramientos de agua en la zona de la laguna de Nichupté. Están considerados Parques Nacionales Punta Cancún, Punta Nizuc y Tulum. El Parque Nacional Tulum está siendo afectado por la construcción urbana, el saqueo de material vegetal, la construcción de un tren turístico, la presencia de puestos comerciales de artesanías para los turistas y la gran cantidad de basura arrojada a las zonas de manglar y de selva mediana subperennifolia.

Cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra inmerso en la RHP denominada Cenotes Tulum-Coba. Incluye a los poblados de Tulum y Coba del estado de Quintana Roo. Su problemática se relaciona con la modificación del entorno con motivo del turismo excesivo y la deforestación y contaminación por aguas residuales.

### **Regiones Marina Prioritarias (RMPS).**

#### **64. TULUM-XPUHA**

Descripción: cenotes, caletas, arrecifes, dunas.

Biodiversidad: moluscos, poliquetos, corales, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja. Endemismo de vegetación en dunas y manglares (*Echites yucatanensis*, *Vallesia antillana*, *Rhacoma gaumeri*, *Caesalpinia yucatanensis*, *Hampea trilobata*, *Coccothrinax readii*, *Thrinax radiata*, *Coccoloba ortizii*, *Hymenocallis caribaea*, *Ziziplus yucatanensis*, *Passiflora xiikzodz*, *Chamaesyce cozumelensis*, *Matelea yucatanensis*, *Solanum yucatanum*), peces (*Ophisternon infernale*, *Ogilbia pearsei*, *Astyanax altior*), *Speleonectes tulumensis*. Zona de reproducción y refugio de manatí, tortugas y peces ciegos (hábitat permanente).

Aspectos económicos: zona de pesca media, artesanal y cooperativa. Grandes desarrollos hoteleros y áreas turísticas crecientes; intenso ecoturismo.

Problemática:

- Modificación del entorno: dragas, relleno de áreas inundables, deforestación. 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.

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

La integración de este Capítulo tiene como objetivo el dar cumplimiento a lo dispuesto por la Fracción IV del Artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece que las Manifestaciones de Impacto Ambiental en su modalidad Particular deberán contener la siguiente información:

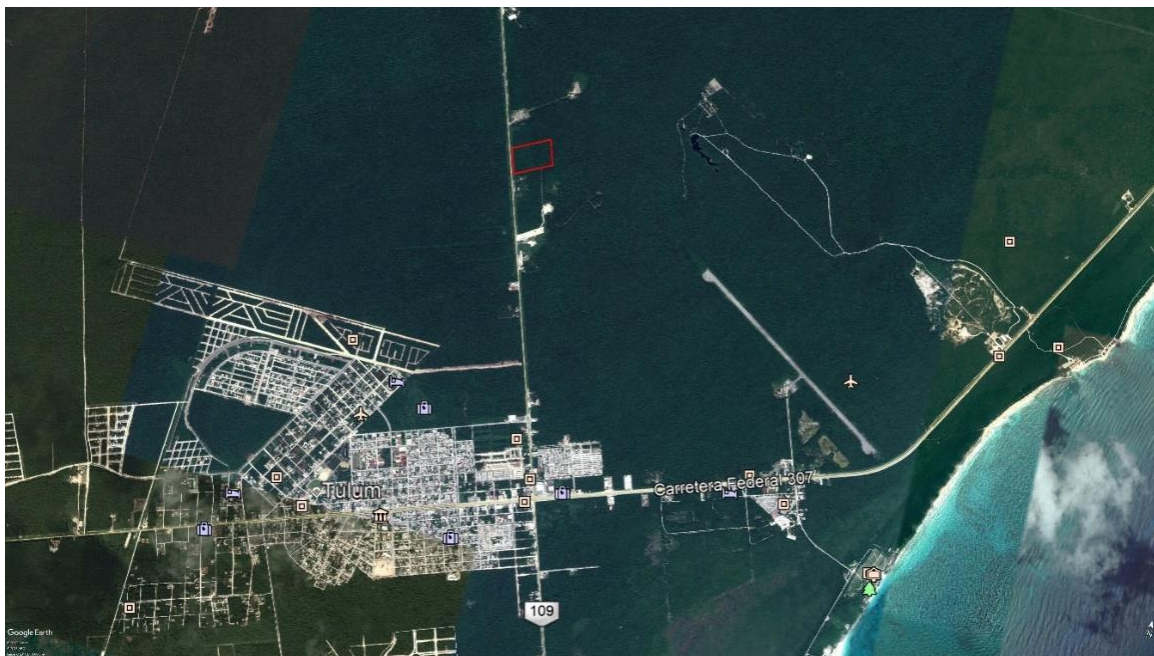
Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto.

De conformidad con lo anterior, en este apartado se ofrece una caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, social, económico y cultural, describiendo y analizando, en forma integral, los componentes a nivel del Sistema Ambiental entendiéndose éste como “El espacio geográfico conformado por un ecosistema o conjunto de ecosistemas, comprendidos como unidades funcionales, cuya interacción comprende los subsistemas culturales, económicos y sociales”.

Lo anterior, con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales, de las principales problemáticas ambientales, con el propósito de conseguir un diagnóstico integral del SA, en donde se identifiquen y analicen las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural, y el grado de conservación del mismo.

##### **Área de influencia del proyecto.**

El proyecto se ubicará en la SMZ 000, Manzana 005, Lote 033-01, Región 15 del Centro de Población de Tulum. Municipio de Tulum, Quintana Roo.



*Figura IV.1. Localización del predio del proyecto (polígono rojo), localidad de Tulum, Municipio de Tulum.*

El predio del proyecto colinda con la carretera Tulum- Coba; es importante señalar que, en los predios colindantes con el proyecto no se encuentran construcciones, únicamente se aprecia vegetación en su periferia.

### **Delimitación del Área de Estudio.**

El área de estudio debe considerarse como el área mínima indispensable de delimitación natural de los ecosistemas, que nos permita valorar los posibles impactos que se producirán las obras y actividades del proyecto, así como analizar la planeación, el manejo y el uso de los recursos naturales que se encuentran en el entorno.

El Sistema Ambiental (SA) se delimita reconociendo la uniformidad y continuidad de los indicadores ambientales (clima, geomorfología, suelo, agua, flora, fauna, paisaje, población e infraestructura), además también se consideran la altimetría o hipsimetría y topografía (vaguadas). La importancia ambiental de la delimitación nos permite describir las características biofísicas, con el fin de establecer la vocación del uso del suelo e identificar los impactos puntuales, acumulativos y residuales que permitan establecer las medidas de mitigación de acuerdo a las necesidades ambientales por la modificación del uso de suelo.

La delimitación del SA es importante para que la SEMARNAT evalúe las manifestaciones de impacto ambiental de conformidad con el Artículo 44 del Reglamento que indica: “Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar: I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación”.

Para efecto de la delimitación del SA existen diversos criterios y metodologías aplicadas tales como:

- Por ecosistemas homogéneos.
- Por zonificaciones de instrumentos de política ambiental (UGA´s) en caso de que existan programas territoriales de ordenamiento ecológico.
- Por los límites de usos del suelo existentes y el avance de fronteras de perturbación antrópica.
- Por el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas.
- Por el alcance del efecto de un impacto ambiental significativo o relevante.

La delimitación tiene por objeto, entonces, tener un espacio finito y concordante con la dimensión del proyecto que se valora, sobre el cual sea posible realizar una descripción clara y fiel de los elementos del SA incluyendo el componente humano como eje en el cual se consideran aspectos económicos y sociales bajo la visión que son estos rectores relevantes de las transformaciones que ocurren en el medio a una escala de tiempo ecológica que, por su amplitud, concuerda con una visión histórica de los cambios observables en el medio. La realización de una delimitación del SA permite identificar y enunciar problemas ambientales asociados a su evolución, como medio y espacio que acoge un proyecto.

En este contexto teórico, la delimitación del SA se realizó considerando la naturaleza del proyecto, su dimensión, el sitio que ha de recibirlo y sus posibles interacciones con los procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos.

Los criterios y procesos para llevar a cabo la delimitación del SA son:

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum e incide dentro de la Unidades de Gestión Ambiental (UGA 4), cuya política ambiental es de Aprovechamiento. Las UGA´s se definen como las áreas en las que están zonificados polígonos del área sujeta a Ordenamiento, definidas por rasgos geomorfológicos y ecológicos específicos, georeferenciados, en condiciones de homogeneidad. En este sentido se



consideró de relevancia establecer como principal criterio de delimitación del SA, la UGA correspondiente al área donde se pretende emplazar el proyecto.

Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum (2006-2030), el cual determina mediante los usos de suelo buscar lograr una diversidad y eficiencia de los mismos y se evitara el desarrollo de esquemas segregados o unifuncionales, así como las tendencias a la suburbanización extensiva, fomentando el equilibrio de los usos habitacionales con los productivos que no representen riesgos o daños a la salud de la población y se evitara que se afecten áreas con valor ambiental. Al proyecto le es aplicable los usos de suelo Comercial Mixto (MS/MB) y Habitacional (H3\*).

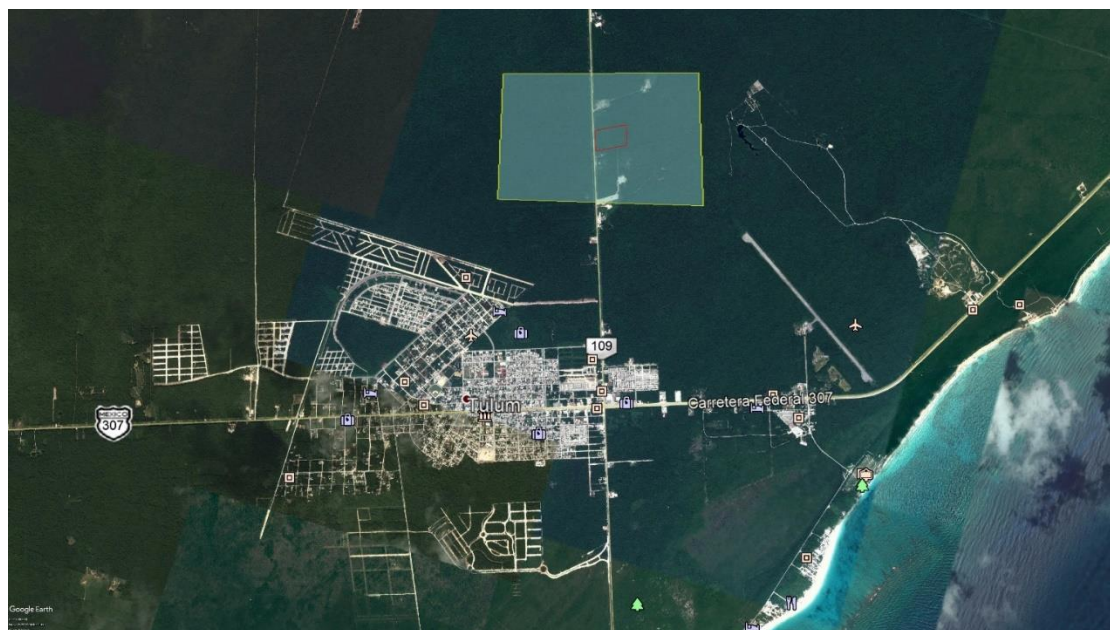
Se realizó un análisis espacial utilizando una imagen satelital de la plataforma GEOEYE-1, con una resolución de 50 cm por pixel para la banda pancromática y de 1 m para las bandas multiespectrales (rojo, azul, verde y un infrarrojo cercano). Las bandas de la escena fueron georeferidas en proyección UTM-16N, Datum WGS año 1984 con un nivel de procesamiento estándar 2A y en formato Geo TIFF. La imagen fue adquirida a través de la empresa Digitalglobe, para este proyecto.

Sobre esa imagen remota se construyó un Sistema de Información Geográfico (SIG) base, empleando el software ESRI ArcGIS V.10, proyectado en el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator Zona 16 Norte (UTM Z16 N).

A este SIG base le fueron incorporadas diferentes capas de información y la evaluación para la definición del SA se realizó mediante el proceso de fotointerpretación de la imagen satelital sobre capas vectoriales en el SIG, con las consecuentes corroboraciones de campo.

Tomando en cuenta lo anterior, el SA, así planteado, guarda homogeneidad y consistencia a nivel de la geoforma costera, incluyendo los factores socioeconómicos de la zona, por lo que sus delimitaciones conceptuales resultan prácticas para efecto de considerar la poligonal que puede establecer el SA.

Con base en lo anterior, se estableció un SA con una superficie aproximada de 243 has.



*Figura IV. 2. Sistema Ambiental delimitado para el proyecto (amarillo), en rojo se indica el predio del proyecto.*

### **Condiciones del predio del Proyecto**

En este capítulo se describen las características del medio abiótico y biótico presentes en el predio del proyecto con la finalidad de definir el escenario ambiental en el cual se desarrollará el Proyecto propuesto y evaluar los efectos que su implementación podrá representar sobre el medio.

De acuerdo a la factibilidad de uso de suelo otorgada por la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del H. Ayuntamiento de Tulum corresponde al Lote 033-1, Manzana 005, Región 015, del centro de población cuenta con clave catastral no. 109 015 000 005 033-01y una superficie total de 60,002.60 m<sup>2</sup>.

Cuenta con una superficie total de 60,002.60 m<sup>2</sup> (6.00 has), actualmente se encuentra con cubierta forestal correspondiente a selva mediana subperennifolia vegetación secundaria arbórea y hasta el momento no se ha ejecutado ninguna obra en esta superficie, además colinda con la carretera Tulum – Coba.



Figura IV.3 Ubicación del Proyecto

### IV.3.1. ASPECTOS ABIÓTICOS.

#### 4.1 Medio abiótico

##### 4.1.1 Tipo de clima



La costa del estado de Quintana Roo se encuentra influenciada principalmente por la presencia de los vientos dominantes del este provenientes del Mar Caribe, el cual mantiene temperaturas superficiales por arriba de los 25°C durante todo el año. Los vientos en la región tienen una alta humedad específica y la temperatura media se mantiene por encima de los 20°C durante el año.

De acuerdo con los reportes de la Comisión Nacional del Agua (información correspondiente al año 2009), y el Estudios Hidrológico del Estado de Quintana Roo, (INEGI, 2002) la porción norte del estado tomando como referencia la ciudad de Tulum, le confiere características de velocidad de los vientos como sigue:

Tabla 4.1 Datos de velocidad de los vientos proporcionados por CNA, (2009).

Playa del Carmen	Velocidad de los vientos en km/h		
Lugar cercano al proyecto	Mínima	Máxima	Promedio
	0.01	23.26	9.82

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Climática de Köppen modificado por García (1981) y a los Estudios Hidrológicos del Estado de Quintana Roo, (INEGI, 2002), se tiene que al predio del proyecto le corresponde el subtipo de clima Aw2(x'), el más húmedo de los cálidos subhúmedos, con temperatura media anual de 26°C, isotermal, con una precipitación anual de 1200 a 1300 mm. Distribuyéndose en una franja costera occidental desde Playa del Carmen, hasta Tulum, que básicamente se encuentra en el límite de la cuenca 32A y prolongándose hasta Xcalak.

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.

#### 4.1.1.1. Temperatura promedio.

Desde hace más de 20 años el registro de los parámetros atmosféricos de temperatura y precipitación que prevalecen en la zona más cercana al proyecto en la Riviera Maya, se lleva a 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>5</sup>.

Es importante mencionar que los datos aquí representados corresponden a la información más actualizada (2010), proporcionada por dicha dependencia y en el que registran datos específicos entre otros de precipitación mensual y temperatura media, correspondiente al año 2010.

Tabla 4.2 Registro de temperatura y precipitación promedio de la estación Meteorológica Tulum 2010

Por lo que de acuerdo con los valores se tiene en la tabla 5.2 el mes más frío en la región corresponde a diciembre con 20.1°C; mientras que agosto es el más cálido por lo que se alcanzan los 28.3 °C. La oscilación térmica anual (diferencia en temperatura entre el mes más frío y el mes más caliente) es de 8.2, 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 25.8 °C.

<sup>5</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)

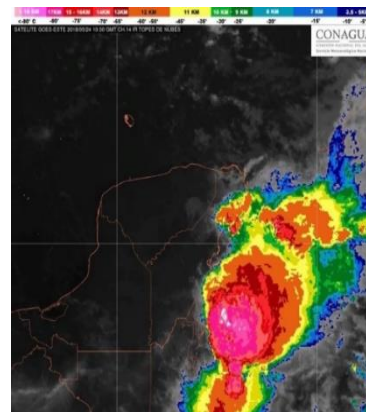
#### 4.1.1.2. Precipitación.

Los datos de precipitación registrados por la Estación Meteorológica Tulum 2010 se presentan en la siguiente Tabla. 5.2 De esta forma, en la región se manifiesta una precipitación promedio anual que alcanza arriba de los 1200 mm. En particular para este año 2010 se registra un promedio de 1,643.5 mm año extremadamente lluvioso. Asimismo, se registra a diciembre como el mes más seco con 0.0 mm; mientras que mayo es el mes más lluvioso con 380.0 mm. El índice de Lang (relación que existe entre la precipitación total anual y la temperatura media anual) nos indica un grado de humedad intermedio entre los climas Ax'(w) presentes en Quintana Roo.

#### 4.1.1.3 Vientos (huracanes, entre otros eventos extremos).

De acuerdo anual de la CNA (2009), la porción norte del Estado de Quintana Roo (perteneciente a la cuenca 32A presento una velocidad de los vientos promedio de 9.82 km/h, con una velocidad máxima registrada de 23.26 km/h y una mínima de 0.01 km/h.

Durante el verano, en el Mar Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión, que dan lugar a las tormentas tropicales, y dependiendo de la energía acumulada se puede formar un ciclón o un huracán.



Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes. La temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca de junio a noviembre, y ocasionalmente pueden presentarse fuera de temporada.

Septiembre es el mes en que se registra la mayor actividad de este tipo de fenómenos. Entre los meses de agosto a octubre se origina el 80% de los huracanes de la temporada, y en septiembre tiene lugar el 40% de los que alcanzan las categorías mayores y con efecto más destructivo (Morales, 1993).

La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten y van de los 120 a los 300 km/h, con ráfagas incluso superiores a ésta última.

En particular para el estado, existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el Caribe afecten la zona costera y en particular la Riviera Maya ya que generalmente esta se encuentra en su radio de acción y aun cuando estos no tocan tierra y pasan por el canal de Yucatán, el efecto de sus vientos y oleaje provocan fuerte erosión en las costas del estado.

El huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había

impactado esta zona hasta antes del paso del Huracán Wilma en 2005, el cual causó grandes pérdidas materiales y al medio ambiente debido a los potentes vientos y su duración.

En 1955, Janet afectó las costas del estado. Sus efectos se dejaron ver claramente en la erosión de las playas y la afectación de la vegetación. En casos más recientemente al finalizar la temporada de huracanes en 1998, el huracán Mitch aun cuando su trayectoria no tuvo incidencia directa en el estado sus efectos sobre la costa fueron fuertemente significativos, debido al oleaje de tormenta que se generó. Igualmente, el huracán Emily y Wilma afectó las costas de Quintana Roo en el 2005, principalmente desde Tulum a Cancún y el Dean en el 2007, la zona de Majahual.

En la tabla siguiente se presentan los huracanes más recientes (2000 al 2017) con influencia en el Territorio Estatal.

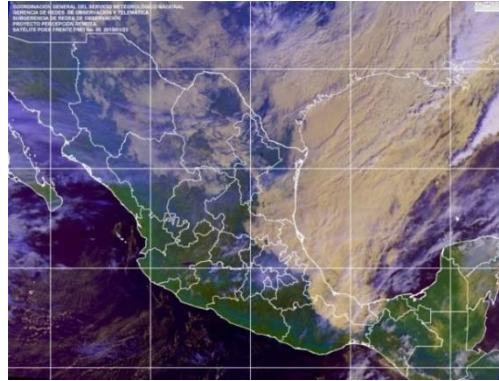
*Tabla 4.2. Huracanes que han afectado las costas del estado de Quintana Roo en los últimos años.*

Año	Nombre	Etapa y Categoría	Lugar de entrada a tierra	Periodo	V. máxima (Km/h)
2012	Ernesto	H1	Othón P. Blanco y Bacalar	Del 1 al 10 de agosto	140
2011	Don	TT	Benito guares	Del 27 al 30 de julio	83
	Harvey	TT	Othón P. Blanco y Bacalar	Del 19 al 22 de agosto	91
	Rina	H2	Felipe Carrillo Puerto, Cozumel, Isla Mujeres y Benito Juárez	Del 23 al 28 de octubre	174
2010	Karl	H3	Al norte del poblado de calderitas	Del 14 al 18 de septiembre	195
2008	Dolly	H2	Cozumel y Cancún	Del 20 al 24 de julio	160
	Arthur	H2	Suroeste de Chetumal	Del 31 de mayo al 2 de junio	160
2007	Dean	H5	Majahual	Del 13 al 23 de agosto	270
2005	Wilma	H5	Cozumel y Puerto Morelos	Del 15 al 28 de octubre	324
	Emily	H5	Cozumel y Playa del Carmen	Del 10 al 21 julio	269
2000	Keith	H1	La Unión	Del 28 de sept al 6 de octubre.	140

<http://proteccioncivil.groo.gob.mx/portal/HistoricoCiclones.php>

**Nortes.**

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

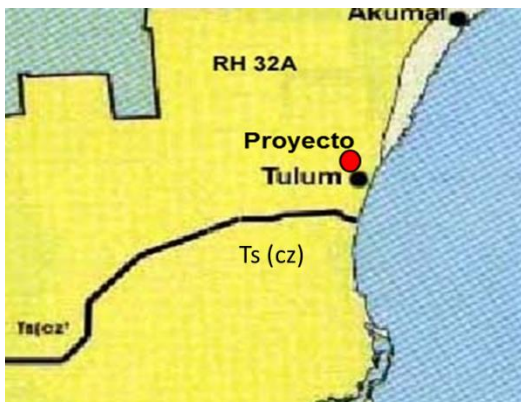


No obstante, su arribo a la zona se manifiesta por medio de la formación de masas húmedas y frías provenientes de la región polar del continente y el norte del océano Atlántico. De esta forma, en la época invernal en que se manifiestan los días despejados pueden reducirse hasta un 50%, debido a que estos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

**4.2.1 Geología y geomorfología**

**4.2.1.1 Geología**

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



La porción norte del estado, en donde se ubica la Riviera Maya, (zona del proyecto) las capas geológicas superiores sobreyacen a calizas fosilíferas del Eoceno Medio (52-43 millones de años) y sedimentos de tipo arcillosos y

depósitos evaporíticos que rellenaron depresiones existentes durante el Terciario Superior y el Cuaternario (en los últimos 23 millones de años).

En el área de estudio afloran rocas calcáreas del pleistoceno coronadas en la parte oeste y este (costa) por una capa discontinua de caliza compacta (caliche) y en la parte central del predio, por arenas, arcillas y lodos calcáreos de espesor variable. Los rasgos estructurales principales consisten en depresiones cársticas sobre ejes de fracturamiento con orientaciones NE-SW y SW-NE.

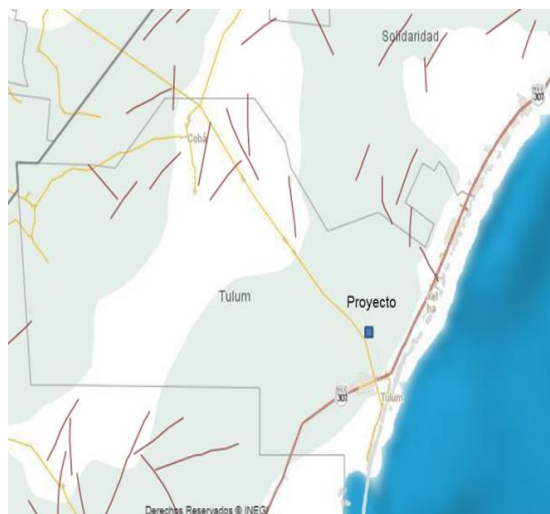
#### Litología.

La constitución geológica del norte del estado de Quintana Roo, al igual que en toda la Península de Yucatán, es de tipo calcáreo y de relativamente, reciente emersión, con elevado contenido de rocas sedimentarias marinas calizas, con abundante pedacería y fragmentos diminutos de conchas, coral y arena gruesa de origen biogénico.

Esta región está situada sobre un lecho calcáreo que data del Pleistoceno Tardío (hace 20,000 – 25,000 años). A lo largo de la costa, el lecho rocoso está cubierto por un depósito de material poco firme conformado por arena en las playas en el litoral- y lodos con un alto contenido de materia orgánica en los humedales detrás de la costa, ambos se formaron durante el presente ciclo de sedimentación (desde el Holoceno hace 5,000 años hasta la actualidad).

El área de estudio corresponde al Cuaternario Q(cz) que está representado por calizas coquíniferas de ambiente de litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar; suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobreyacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas.

El predio, está conformado por depósitos carbonatados del Cuaternario principalmente del Pleistoceno y superficialmente por arenas compactas a semicompactas, limos y suelos orgánicos coronados en algunos sitios por caliza recristalizada compacta (caliche) de poco espesor. Se identifican en superficie rasgos fisiográficos característicos de zonas cársticas como dolinas, re hoyadas, cenotes y cavidades; estructuras originadas sobre ejes de fracturamiento y/o en sus intersecciones. Los principales ejes de fracturamiento en dirección NW-SE.



Respecto al subsuelo, el área de estudio está conformada primeramente por una capa de arenas y limos de grano fino con un espesor entre 2 y 3 m, en algunos sitios estos materiales están coronados por una delgada capa de caliche. Le subyace una capa de



calcarenitas semicompactas a compactas con horizontes potentes de caliza recristalizada compacta con espesores entre 8 y 18 m, mayor hacia el N-NE, disminuyendo hacia el S-SW. Por debajo de las calcarenitas se identifican calizas arrecifales compactas con rasgos de disolución y espesores entre 15 y 17 m. Hacia el Oeste se cortaron por debajo de las calizas arrecifales, una unidad de calizas recristalizadas compactas moderadamente fracturadas

**4.3.1 Suelo.**

Tomando como base la cartografía del INEGI, (escala de 1:250,000) que clasifica los suelos de México con base en el sistema FAO/UNESCO (1970) modificado por la Dirección General de Geografía en el predio del proyecto se reconoce la asociación de suelo E+I/2/L (Leptosol réndzico).

Tabla 4.4 tipo de suelo del predio del proyecto

Clave	Textura	Fase física	Unidad predominante	Unidad secundaria
E+I/2/L	Media	Lítica	Rendzina	Litosol

A continuación, se hace una breve descripción de las unidades de suelo identificadas en el predio del Proyecto.



Rendzina. - cubre la mayor extensión peninsular y junto con los suelos litosol y luvisol es considerado de gran importancia; ocupa el centro, norte y sur de la península de Yucatán, llegando a la frontera con Guatemala; abarca la mayor parte de los estados de Quintana Roo y Yucatán. La vegetación está constituida principalmente por selvas.

Litosol. - suelos de amplia distribución, se les encuentra en todos los climas, sin desarrollo, con profundidades de 10 cm, tiene características muy variables, según el material que lo forme, se le encuentra cubriendo en la zona norte de Campeche, centro y norte de Quintana Roo, parte central y norte de Yucatán y algunas islas como la de Alacranes. En él encontramos selva baja caducifolia, baja caducifolia espinosa, mediana subcaducifolia, mediana subperennifolia y algunos manglares achaparrados.

La asociación de suelo identificada en el predio (E+I/2) se caracteriza por distribuirse principalmente en la parte norte del estado, son suelos de textura media con alta permeabilidad que en algunos casos se distingue por ser de migajón arenoso con aproximadamente el 10% de arcilla y en otras por ser de migajón arcilloso con aproximadamente el 30%, presentan alta pedregosidad o afloramiento de coraza calcárea, son suelos que varían de color de café claro a casi negro.

Debido a su escaso espesor y a su alta pedregosidad, estos suelos presentan altas restricciones para su uso con fines agrícolas, debido a que afectan el crecimiento de las

plantas, sin embargo, por sus características presentan buen drenaje que favorece la del agua.

En el predio se observa el afloramiento de roca distribuida en forma regular con presencia de poca materia orgánica sobre la cual se ha establecido la vegetación de selva mediana

#### **4.4.1 Topografía y pendiente media.**

El perfil topográfico del área en donde se pretende el desarrollo del Proyecto corresponde a una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente del 5% descendente hacia el nivel del mar (oriente), la cual se considera como poco significativa con un relieve de pequeñas a micro ondulaciones, en términos generales muestra una superficie rocosa y carece en su extensión de un sistema de drenaje superficial

#### **4.5.1 Pendiente Media**

La zona noroestete del municipio de Tulum presenta en su parte media y oriental depresiones pequeñas de escaso relieve, casi planas, con altitudes de hasta 20 msnm, con relativo decremento hacia la costa. Acorde a estas características, la zona de estudio es sensiblemente plana a ondulada y se ubica dentro de la cota con pendiente menor al 5% considerándose esta como poca significativa. Por otra parte, este rasgo es de gran importancia ya que en toda la región no existen ríos ni corrientes superficiales.

La zona donde se ubica el predio se distingue por una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de una ligera pendiente (del 5%) descendente hacia el nivel del mar (oriente), con un relieve de pequeñas a micro ondulaciones, muestra en términos generales una superficie rocosa y carece en su extensión de un sistema de drenaje superficial.

#### **Relieve**

Quintana Roo presenta una composición geológica más o menos homogénea en toda su extensión. Además, es relevante mencionar las condiciones del relieve y las características del comportamiento hidrológico superficial y subterráneo que muestran una serie de relaciones recíprocas que resulta prácticamente imposible hablar de un solo aspecto.

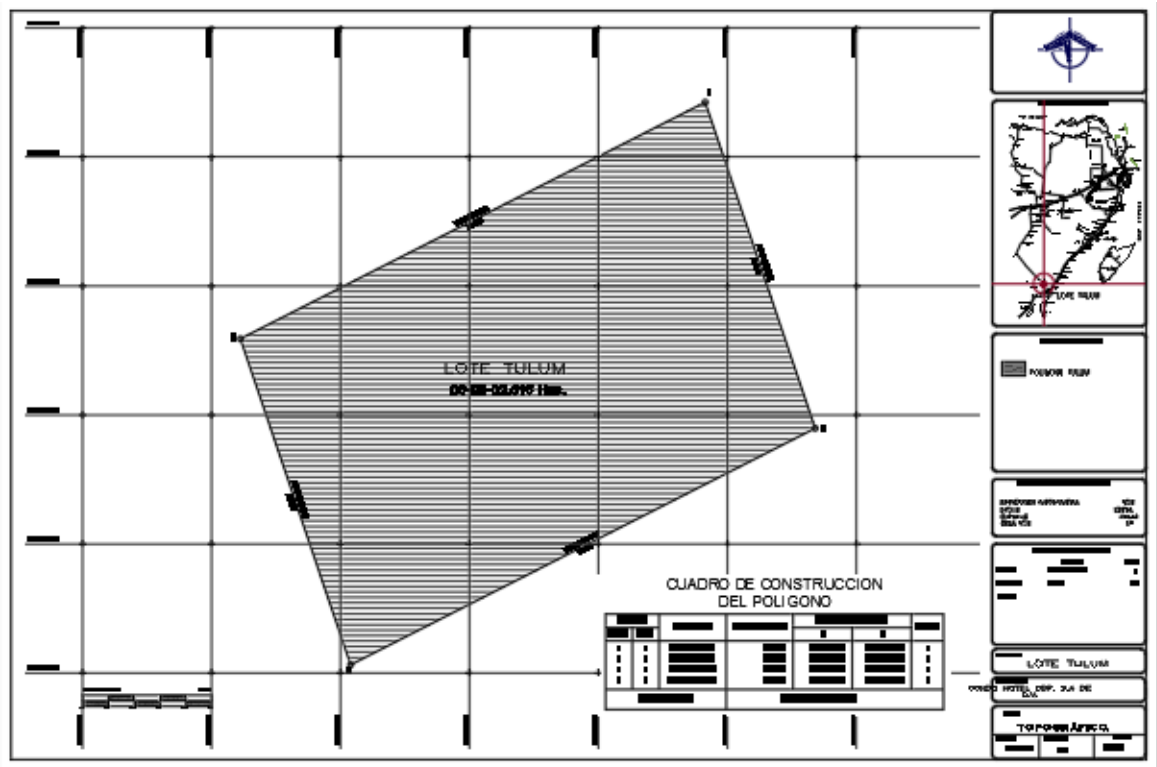
Hacia el noroeste de la entidad el relieve desciende con una ligera pendiente hacia el oriente, presenta alturas máximas de 22 msnm en su parte suroeste; muestra un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones, característico de la carsticidad de la roca caliza que lo conforma, representando desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, en algunas de las cuales asoma la superficie freática (cenotes), presenta también áreas inundables, localizándose las más extensas de ellas en la porción norte del estado.

Por la parte centro oriental del estado se caracteriza por su relieve escalonado, descendente de poniente a oriente con reducida elevación sobre el nivel del mar, en esta

área existen cenotes de gran tamaño varias lagunas y vastas áreas inundables algunas de las cuales permanecen cubiertas por el agua casi todo el año.

De acuerdo al plano topográfico presentado en este estudio se tiene que el polígono mismo que tiene forma irregular presenta únicamente micro- elevaciones que le dan la apariencia de una superficie ondulada a sensiblemente plana. Además de acuerdo con el INE-SEMARNAT (2007) a esta región se le define como llanuras planas que se caracterizan por alcanzar una pendiente entre el 0-2.5%.

Figura IV.4. Plano topográfico del predio del proyecto



#### 4.5.2. Hidrografía

Desde el punto de vista geohidrológico en la región, se consideran como representativas las definiciones de los acuíferos hechos por EXYCO (1990). En la siguiente figura, se muestran los fracturamientos principales y secundarios del estado de Quintana Roo y se definen las direcciones de flujo basado en la geología estructural. A su vez estas direcciones de flujo son corroboradas y



validadas mediante métodos geohidrológicos. (CAPAGHCI.C.2010)

De acuerdo a los estudios hidrológicos del estado (INEGI 2002), y la Comisión Nacional del Agua, la zona correspondiente a la Región Hidrológica 32, Cuenca 32A (subcuenca d), se caracteriza por tener precipitaciones promedio del orden de los 1300 mm anuales, aunque para el año de referencia (2010) este es de aproximadamente 1600 mm, así como por la inexistencia de corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y el relieve del mismo que es sensiblemente plano (0.5%), considerándola como poco significativa.

Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas.

El área del proyecto se localiza en una región cárstica de calizas o dolomitas que tienen drenaje subterráneo debido a la disolución de la roca. Las condiciones geológicas con la precipitación actúan en conjunto con la disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo y que ha creado de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos.

Estos procesos determinan que en la región no existan ríos subterráneos y que todo el drenaje sea subterráneo dirigiéndose desde los sitios de recarga hacia la descarga litoral de manera prácticamente radial.

De esta manera, el drenaje subterráneo constituye una red que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas; por otra, parte la hidrología superficial del predio del proyecto a simple vista no se aprecia debido a que el agua de lluvia que cae en la temporada se infiltra al subsuelo favoreciendo el establecimiento de la vegetación natural.

#### **4.5.3 Vegetación**

El predio se ubica en el tramo carretero Tulum – Coba de acuerdo a la factibilidad de uso de suelo otorgada por la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del H. Ayuntamiento de Tulum corresponde al Lote 033-1, Manzana 005, Región 015, del centro de población cuenta con clave catastral no. 109 015 000 005 033-01y una superficie total de 60,002.60 m<sup>2</sup>.

Comprende una selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea y arbustiva donde los elementos componentes principales son el chechem (*Metopium brownei*), y el tzalam (*Lysiloma latisiliquum* además de la presencia del chacá (*Bursera simaruba*), esta vegetación en general tiene alturas de entre 8 y 10 m y posiblemente algunos individuos alcancen los 12 m y diámetros entre 5 y 30 cm.

Así también se menciona que esta asociación vegetal ha sufrido del impacto de los diversos fenómenos naturales (Gilberto 1988) que con el paso de los años han afectado

a la región y en específico la Riviera Maya, es por ello que puede observarse la presencia de árboles caídos, muertos en pie y en mucho de los casos descopados. Finalmente se menciona la poca presencia de especies consideradas en la NOM 059-SEMARNAT-2010 bajo algún estatus de protección como es la palma nakas (*Coccothrinax readii*) así mismo los impactos ocasionados en años anteriores por los huracanes se hacen presente en la vegetación.

**Tipos de vegetación y distribución en el área del proyecto.**

La vegetación del predio del proyecto está constituida por asociaciones vegetales de clima cálido. Asimismo, estas asociaciones se distribuyen acordes con la geomorfología de la Península de Yucatán, es decir, que se manifiestan a manera de amplias franjas dependientes de la antigüedad geológica de los mantos rocosos y de la disponibilidad de los recursos hídricos.

Por otra parte, el predio donde se pretende el establecimiento del proyecto se ubica cerca de la costa del mar Caribe, por ello se ve influenciado por los fenómenos hidrometeorológicos que afectan año con año dicha región. No obstante, de los efectos negativos que se han ocasionado en la vegetación de la región, se debe hacer mención que es posible determinar los patrones de distribución de los distintos ecosistemas que se distribuyen en la zona, puesto que estos permanecen en el área en un proceso de recuperación.

Caracterización del predio.

Tabla 4.3. Tipos de vegetación del predio.

Caracterización del conjunto de predios.	Superficie (has)	% del total
Selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea	6	100
<b>Total</b>	<b>6 has</b>	<b>100</b>

Figura IV.5. Imagen Google Earth 2016.



Figura IV.6. Serie VI INEGI 2017, Carta de uso de suelo y vegetación

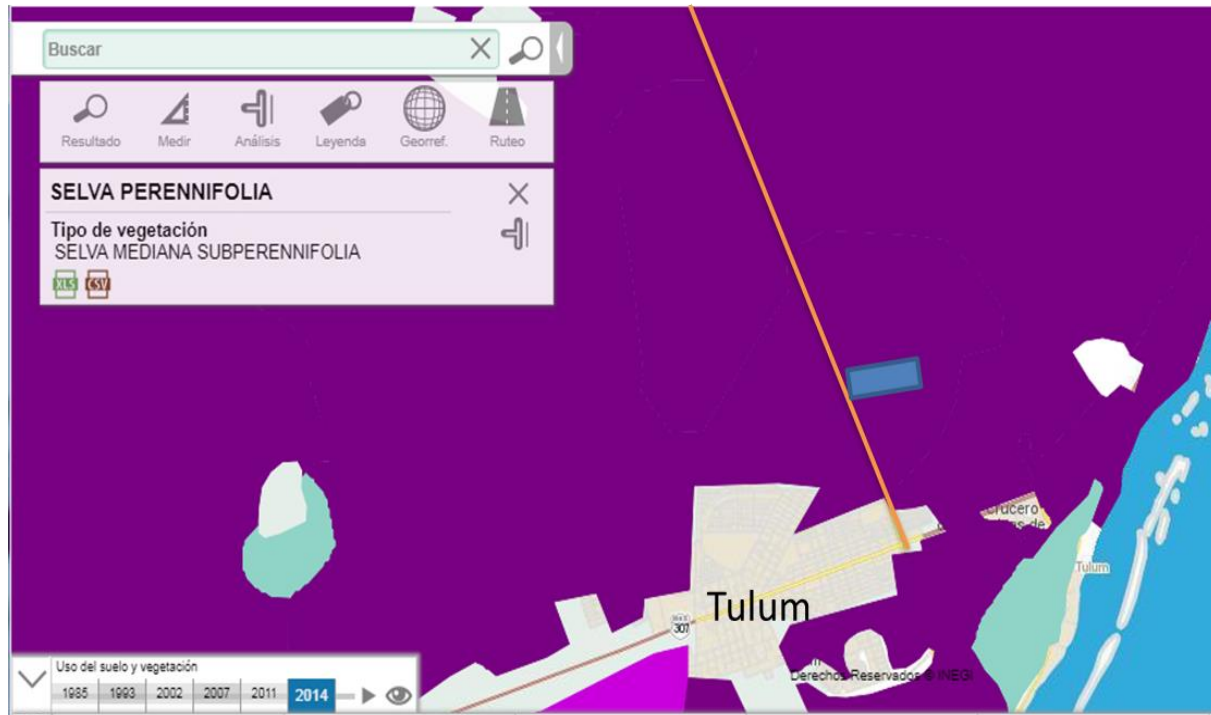
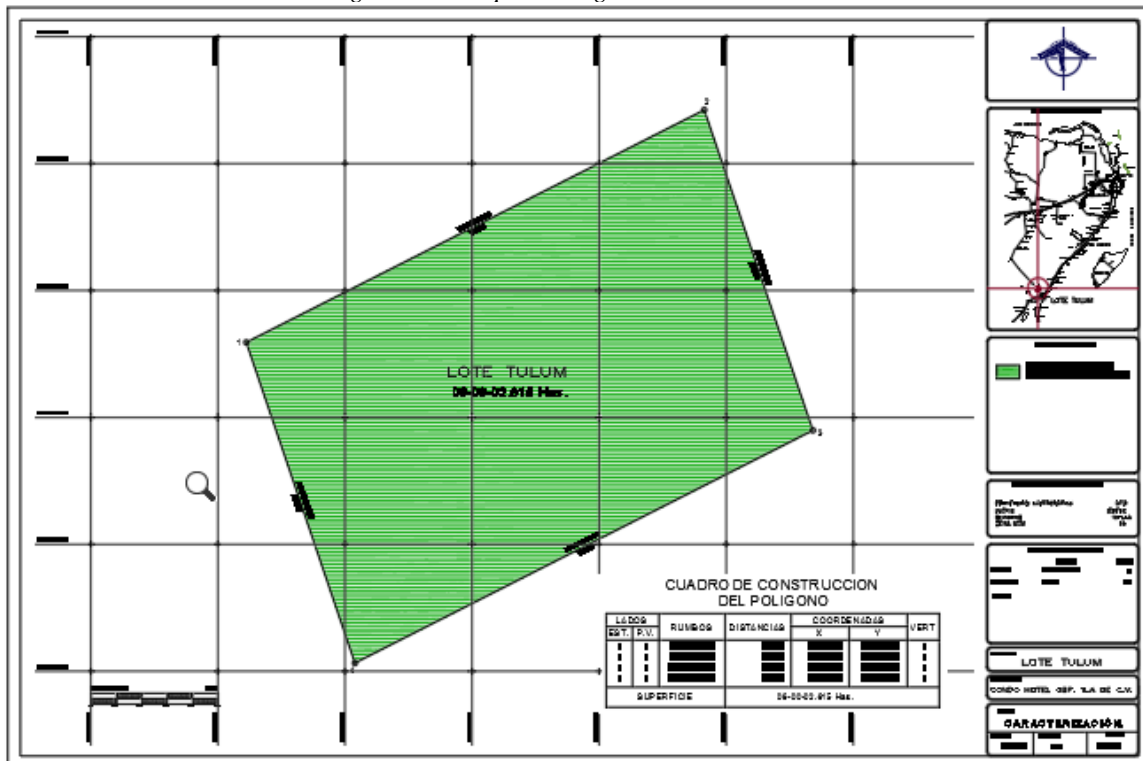


Figura. IV.7. Tipos de vegetación del área de estudio



**Selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea en el predio.**

De acuerdo al PDU el predio del proyecto se ubica en el tramo carretero Tulum – Coba (área urbana de la ciudad de Tulum) y de acuerdo a la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie VI, INEGI 2017. Y por observaciones propias realizadas en campo, la vegetación que cubre el predio corresponde una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (es decir **selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea**) y que fue seriamente modificada por diferentes actividades entre ellas la agropecuaria a través de los años. Mismas que fueron abandonadas hace muchos años, por lo que desde entonces ha prosperado una asociación selvática. No obstante, esta misma ha sido objeto de modificaciones de carácter natural debido a los efectos de los distintos fenómenos atmosféricos de tipo extraordinario que se han manifestado en la región (Beulah, 1967, Gilberto, 1988, Wilma 2005, entre otros). De esta manera, se considera que este ecosistema en sí, corresponde a una fase o etapa sucesional avanzada de recuperación (selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea en buen estado de conservación).

En congruencia con los parámetros de altura sobre los estratos que se manifiestan en la guía de interpretación de la serie V (INEGI), para este tipo de vegetación esta se ha definido como selva mediana debido a que tiene una dominancia de elementos que alcanzan hasta 10 m, de altura y posiblemente existen árboles un poco más altos que sobresalen del dosel, así mismo sea aplicado el término subperennifolia debido a que entre el 25 al 50% de las especies tiran sus hojas durante la temporada seca del año (Pennington y Sarukhán 1968).



Actualmente se observa a esta zona como una selva mediana con vegetación secundaria arbórea con alturas de 8 a 10 m y posiblemente algunos individuos alcancen los 12 m y diámetros entre 5 y 30 cm. donde los elementos componentes principales son el chechem (*Metopium brownei*), y el tzalam (*Lysiloma latisiliquum* además de la presencia del chacá (*Bursera simaruba*), esta vegetación en general tiene alturas de

entre 8 y 10 m y posiblemente algunos individuos alcancen los 12 m y diámetros entre 5 y 30 cm. y además de la poca presencia de la palma nakas (*Coccothrinax readii*) especie considerada por la NOM-059-SEMARNAT-2010. y la presencia de algunos relictos de chicozapote (*Manilkara zapota*).

Así mismo los impactos ocasionados en años anteriores por los huracanes se hacen presentes en la vegetación, es por ello que puede observarse la presencia de árboles caídos, muertos en pie y en mucho de los casos descopados. Así como la presión que ejerce la población circundante de lado de los desarrollos colindantes y las colonias cercanas, el cual se refleja en la extracción de madera de diámetros delgados, la extracción de tierra para jardín.

Esta asociación vegetal en el área de estudio se constituye como una comunidad de tipo arbóreo-arbustiva, de esta manera, se considera que este ecosistema en sí, corresponde a una fase o etapa sucesional avanzada de recuperación (selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea en buen estado de conservación), la altura en general varía entre los 8 y 10 m. En general, presenta una estructura semiabierta, en donde la gran mayoría de los elementos arbóreos que la integran se ubican dentro de las categorías de 5 a 3 cm de DAP y con árboles mucho más corpulentos, pero de tipo aislado.



Esta asociación presenta un estrato medio-alto (arbóreo) de entre 8 a 10 m de altura en donde se observan individuos de las especies de chicozapote (*Manilkara zapota*), chechem (*Metopium brownei*), chaca (*Bursera simaruba*), tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), jabín (*Piscidia piscipula*) entre otros, así también el ficus (*Ficus conifolia*) que generalmente se presenta con dos o tres individuos por surco. La estructura horizontal se complementa con un estrato arbustivo entre 3.1 a 7.9 m, con presencia de especies como, mahahua (*Hampea trilobata*), kitanche (*Caesalpinia gaumeri*), laurel (*Nectandra sanguinea*), tastab (*Guettarda combsi*), cocoite (*Gliricidia sepium*), bop (*Coccoloba spicata*) perezcutz (*Crotón glabellus*), sacbo (*Coccoloba*

*diversifolia*), sabal (*Sabal yapa*) entre otros, finalmente se tiene el estrato herbáceo-arbustivo que va de nivel del suelo hasta los 2.9 mts compuesto por la regeneración de los adultos presente así como el pomolché (*Jatropha gaumeri*), el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*), el Akitz (*Thevetia gaumeri*) el tulipancillo (*Malvaviscus arboreus*) el xiat (*Chamaedorea seifrizii*) además de la presencia de bejucos

Una característica adicional de esta vegetación es la poca presencia de la palma nakas (*Coccothrinax readii*), especie considerada por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es importante mencionar para el predio de estudio durante los recorridos para la toma de datos de vegetación, **no se observó la presencia de epifitas (orquídeas) y/o bromelias debido posiblemente a que dicha vegetación no reúne las condiciones de humedad para su establecimiento.**



**Principales causas de deterioro de la vegetación y del suelo, así como grados de erosión presente.**

La principal causa del deterioro de la vegetación en la zona norte del Estado de Quintana Roo, (cuena 32A y específicamente en la zona de la Riviera Maya donde se ubica el predio del proyecto), se puede mencionar la afectación constante por huracanes ya que esta zona se encuentra expuesta a la manifestación de intemperismos severos (tormentas y huracanes). En el caso de los huracanes se tiene el registro del huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona y que cambió drásticamente la vegetación.

Po otra parte se menciona que aun con todo el deterioro que sufre la vegetación en la zona por el paso de estos fenómenos, esta se encuentra en franco proceso de recuperación por lo que el suelo no se queda sin cubierta vegetal ya que los árboles de la selva son corpulentos y sus frondosas copas se extienden como un techo alto bajo el cual crecen árboles más pequeños, arbustos, helechos, orquídeas, enredaderas y plantas de grandes hojas, ello amortigua directamente la caída del agua de lluvia que finalmente baja por sus tallos y hojas evitando así formar escurrimiento de gran tamaño que contribuya a un grado fuerte de erosión, es por esta razón que se considera sin degradación aparente, además que el relieve de la zona del predio es una porción prácticamente plana y de acuerdo al INEGI (estudios hidrológicos de Quintana Roo 2002 ), con una ligera pendiente del 0.5%, considerándola como poco significativa.

**Composición florística**

La selva mediana presente en el predio tiene como elemento dominante en su composición florística al chechem (*Metopium brownei*), y el tzalam (*Lysiloma latisiliquum* además de la presencia del chacá (*Bursera simaruba*), esta vegetación en general tiene alturas de entre 8 y 10 m y posiblemente algunos individuos alcancen los 12 m y diámetros entre 5 y 30 cm. y además de la poca presencia de la palma nakas (*Coccothrinax readii*) especie considerada por la NOM-059-SEMARNAT-2010.y la presencia de algunos relictos de chicozapote (*Manilkara zapota*).

De acuerdo al listado florístico presentado por estratos, esta asociación se caracteriza por la presencia de al menos 29 especies distribuidas en 22 familias sobresaliendo las especies perennifolias como el chicozapote (*Manilkara zapota*), entre otros. Además de aquellos elementos caducifolios como son la chaca (*Bursera simaruba*), chechem (*Metopium brownei*), entre otros.



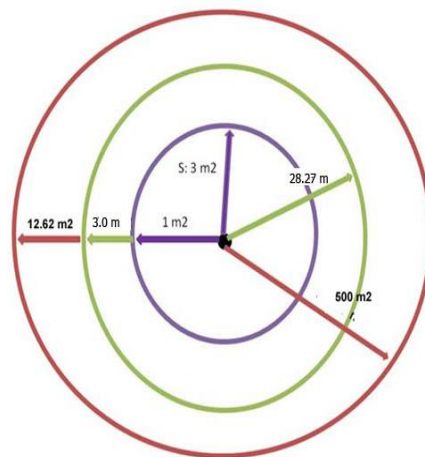
Los factores físicos que condicionan la distribución de esta asociación corresponden a la presencia de suelos ligeramente evolucionados, rocosos, así como presencia de

materia orgánica en descomposición. El suelo en el área es de tipo tzeke (*Leptosol réndzico*), con afloramiento de roca, por lo que presenta muy fácil drenaje aún durante la época lluviosa del año.

Es importante mencionar para el predio de estudio durante los recorridos para la toma de datos de vegetación, **no se observó la presencia de epifitas y/o bromelias** debido posiblemente a que dicha vegetación no reúne las condiciones de humedad para su establecimiento. Por otra parte, los últimos acontecimientos ciclónicos que afectaron la zona, la temporada pasada causaron afectaciones el cual se ve reflejado con la caída de ramas, copas y de los árboles.

**Metodología detallada para el muestreo de vegetación de los tres estratos del área del proyecto.**

La toma de datos de campo se realizó de acuerdo a las características de la asociación vegetal presente, es decir, para la vegetación de selva mediana subperennifolia presente en el predio se levantaron 10 sitios circulares de 500 m<sup>2</sup> cada uno distribuidos en dos líneas de muestreo. Esto dividido de la siguiente manera:



Para tal fin se utilizó un muestreo sistemático aplicando la técnica de muestreo por sitios circulares concéntricos con diferentes superficies (todos dentro de un mismo círculo) el cual suman una superficie total de 500 m<sup>2</sup> es decir para el estrato arbóreo se utilizó el círculo con un radio de 12.62m a partir del centro dando una total de 500 m<sup>2</sup>, para el estrato arbustivo se utilizó un círculo con un radio de 3 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 28.27m<sup>2</sup> y para el estrato herbáceo se utilizó un círculo de 1m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 3. m<sup>2</sup>.

En cada sitio se tomaron los parámetros siguientes:

- a) Sitio de 500 m<sup>2</sup> todos aquellos arboles por especie con DAP (diámetro a la altura del pecho) de 10 cm en adelante.
  - b) Sitio de 28.27 m<sup>2</sup> Todos aquellos arbustos por especie con diámetros entre 5 y 9.9 cm.
  - c) Sitio de 3 m<sup>2</sup> Se contabilizaron los individuos por especie con diámetros de 1 hasta 4.9 cm.
  - d) Se anotó el nombre común de las especies presentes en el levantamiento de datos.
- d) El Proceso de la información se realizó a través del programa Selva versión 2001 editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP, sureste).

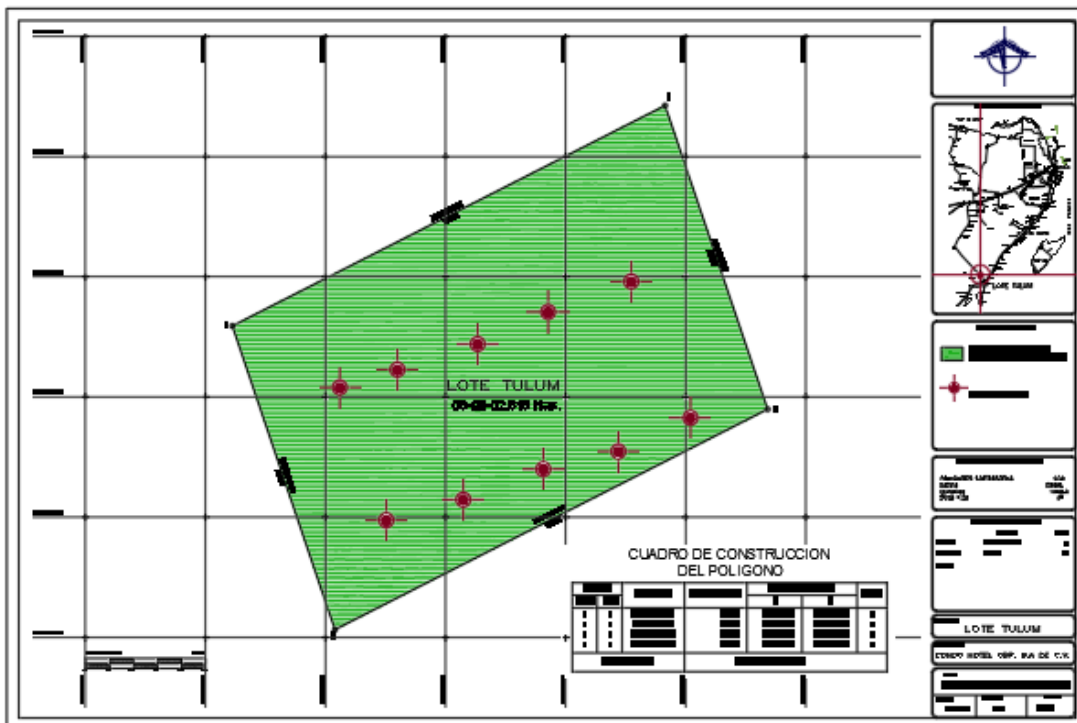
PLAN MAESTRO TAO TULUM

Tabla 4.4. Coordenadas de los sitios de muestreos.

No. Sitio	Coordenadas UTM		No. Sitio	Coordenadas UTM	
L1S1	451913	2237623	L2S1	451884	2237706
L1S2	451961	2237636	L2S2	451920	2237717
L1S3	452011	2237655	L2S3	451970	2237733
L1S4	452058	2237666	L2S4	452014	2237753
L1S5	452103	2237687	L2S5	452066	2237772



Figura IV.8. Plano de sitios de muestreo



PLAN MAESTRO TAO TULUM

Tabla 4.5. Especies presente en el predio del proyecto por estratos

Nombre común	Nombre científico	Familia
<b>Estrato arbóreo</b>		
Álamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	<i>Moraceae</i>
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	<i>Burseraceae</i>
Chacteviga	<i>Caesalpinia platyloba</i>	<i>Fabaceae</i>
Chechem	<i>Metopium brownei</i>	<i>Anacardiaceae</i>
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	<i>Sapotaceae</i>
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	<i>Fabaceae</i>
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	<i>Fabaceae</i>
Ruda	<i>Ruta chalapensis</i>	<i>Rutaceae</i>
Silil	<i>Diospyrus cuneata</i>	<i>Ebenaceae</i>
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	<i>Hippocrataceae</i>
Tzalam	<i>Liysiloma latisiliquum</i>	<i>Fabaceae</i>
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	<i>Verbenaceae</i>
Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	<i>Sapotaceae</i>
Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	<i>Sapotaceae</i>
Subintel	<i>Gutterda elliptica</i>	<i>Rubiaceae</i>
<b>Estrato arbustivo</b>		
Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	<i>Apocinaceae</i>
Dzidzilche	<i>Gimnapodium floribundum</i>	<i>Poligonaceae</i>
Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	<i>Euphorbiaceae</i>
Laurel	<i>Nectandra ambigens</i>	<i>Lauraceae</i>
Mahahua	<i>Hampea trilobata</i>	<i>Malvaceae</i>
Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	<i>Arecaceae</i>
Pata de vaca	<i>Bahuinia divaricata</i>	<i>Fabaceae</i>
Peres-kuch	<i>Croton glabellus</i>	<i>Euphorbiaceae</i>
Nance agrio	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	<i>Malpighiaceae</i>
<b>Estrato herbáceo</b>		
Serjania	<i>Serjania yucatanensis</i>	<i>Sapindaceae</i>
Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	<i>Bromeliaceae</i>
Sac'ak	<i>Arrabidea podopogon</i>	<i>Bignoniaceae</i>
Pasto	<i>Eutachys petraea.</i>	<i>Poaceae</i>
Ekíx	<i>Cydista potosina</i>	<i>Bignoniaceae</i>

**Listado florístico por tipo de vegetación identificando aquellas especies en categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Tabla 4.6.- Especies con categoría de riesgo del predio y distribución de acuerdo a la NOM-059.

Nombre científico	Nombre común	Estrato	Categoría de riesgo y distribución de acuerdo a la NOM-059-2010
<i>Coccothrinax readii</i>	Palma Nakas	Herbáceo y Arbustivo	Amenazada endémica

Análisis de la vegetación del área del proyecto, contemplando los tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) a través de los índices de diversidad (preferentemente valor de importancia e índice de diversidad de Shannon-Wiener), asimismo se calcula el índice de equitatividad.

La diversidad de un ecosistema depende de dos factores, el número de especies presente y el equilibrio demográfico entre ellas. Entre dos ecosistemas hipotéticos formados por especies demográficamente idénticas (el mismo número de individuos de cada una, algo que nunca aparece en la realidad) consideraríamos más diverso al que presentara un número de especies mayor. Por otra parte, entre dos ecosistemas que tienen el mismo número de especies, consideraremos más diverso al que presenta menos diferencias en el número de individuos de unas y otras especies.

¿Cómo se mide?

La diversidad de las especies se mide basándose en dos ideas: la riqueza de especies y la equidad de las especies. La riqueza de especies se refiere al número total de especies. A veces, los biólogos se interesan únicamente en la riqueza de especies, y la utilizan como medida única de la biodiversidad. La equidad de las especies mide la similitud de abundancia de las especies, en otras palabras, ¿todas las especies son igualmente abundantes, o sus abundancias están sesgadas, es decir, unas pocas muy abundantes, y otras escasas

Para medir la diversidad existen **varios índices** que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas. Para este caso se utilizó el índice de Shannon & Wiener.

**Índice de Shannon – Weaver**

**Índice de Shannon - Weaver** es una de las medidas de diversidad relacionadas con la teoría de información. Estas medidas parten del supuesto de que una comunidad (ensamblaje de organismos presentes en un hábitat) es análoga a un sistema termodinámico en la cual existe un número finito de individuos (análogo a cantidad de energía), los cuales pueden ocupar un número -también finito- de categorías (especies, análogo de estados).

La estadística para describir esta situación: un sistema con un número finito de individuos y de categorías (especies); sin restricciones en cuanto al número de especies

ni de individuos por categoría (especie), está dada por la Fórmula de Brillouin; equivale a la incertidumbre acerca de la identidad de un elemento tomado al azar de una colección de N elementos distribuidos en sus categorías, sin importar el número de elementos por categoría ni el número de categorías. Dicha incertidumbre aumenta con el número de categorías (riqueza) y disminuye cuando la mayoría de los elementos pertenecen a una misma categoría.

### Índice de Shannon

El **índice de Shannon**, de **Shannon-Weaver** o de **Shannon-Wiener** se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica.<sup>1</sup> Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

Donde:

- número de especies (la riqueza de especies).
- $P_i$  proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ):  $n_i / N$
- $N_i$  número de individuos de la especie  $i$
- $N$  Número de todos los individuos de todas las especies
- **Log<sub>2</sub> la fórmula utiliza el logaritmo base 2**

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*)

El concepto de **uniformidad** se deriva fácilmente de las consideraciones teóricas de las fórmulas descritas para  $H$  y  $H'$ .

Si  $n_1 = n_2 = n_3 = n_i \dots = n$ , entonces:  
 $N = s \sum n_i = sN$   
 $H_{max} = \ln s$

Esto permite cuantificar qué tanto la diversidad estimada ( $\hat{H}$ ) para una situación dada se desvía del máximo teórico ( $H$ ) -que ocurre cuando todas las especies son igualmente abundantes. Es lo que se denomina **equidad** o **uniformidad** ( $J$ ); en algunos escritos técnicos en castellano se emplea el desafortunado término *equitabilidad* o peor *ecuitabilidad*. Esto es, en el mejor de los casos, un anglicismo debido a los malos hábitos del profesor estadounidense Monte Lloyd.

Los Valores de este índice van de 1 a 5, siendo un valor pobre el 1 y máxima diversidad el 5. En general se considera un ecosistema pobre cuando los valores no alcanza de 3 en adelante. En este caso se ha verificado la metodología correspondiente y se presenta lo siguiente:

**Índice de Diversidad de Shannon-Wiener y de Equitatividad (J) para cada estrato**

Los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon \_Weiner, se realizó mediante el programa computarizado especializado conocido como BioDiversity Pro versión 2.0, escrito por Neil McAleece y diseñado por PJD Lambshead, GLJ Paterson and, JD Gage, The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science, Derechos Reservados 1997.

Se tomaron 18 sitios de muestreos para los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon \_Weiner, se realizó por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad (J). Estos muestreos se llevaron a cabo en tres estratos: herbáceo; arbustivo y arbóreo; en función de la forma biológica de las especies. La superficie del levantamiento de datos para el cálculo de los índices fue de una superficie de 3 m<sup>2</sup>, 28 m<sup>2</sup> y 500 m<sup>2</sup> en cada uno de los sitios y los resultados son los siguientes:

Se tomaron cuatro sitios de los muestreos para los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon \_Weiner, se realizó por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad (J). Estos muestreos se llevaron a cabo en tres estratos: **herbáceo**; corresponde a especies a nivel del suelo hasta los 2.9 mts de altura, **el arbustivo**; que corresponde a especies de 3 a 5.9 mts y **el arbóreo**; que va de 6 a 8 mts de altura. La superficie del levantamiento de datos para el cálculo de los índices fue de 4 sitios de cada estrato con una superficie de 3 m<sup>2</sup>, 28 m<sup>2</sup> y 500 m<sup>2</sup> en cada uno de los sitios y los resultados son los siguientes:

Tabla 4.7. Diversidad de Shannon \_Weiner, y el valor de Equitatividad (J) para los tres estratos del predio del proyecto.

<b>Estrato arbóreo</b>			
#	N. Común	N. Científico	Total
1	Álamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	10
2	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	16
3	Chacteviga	<i>Caesalpinia platyloba</i>	1
4	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	37
5	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	3

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

#	N. Común	N. Científico	Total
6	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	7
7	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	2
8	Ruda	<i>Ruta chalapensis</i>	1
9	Silil	<i>Diospyrus cuneata</i>	1
10	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	2
11	Tzalam	<i>Liysiloma latisiliquum</i>	54
12	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	2
13	Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	6
14	Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	3
15	Subintel	<i>Gutterda elliptica</i>	2
<b>Total</b>			<b>147</b>

**Estrato arbóreo.** Resultados de la prueba de Diversidad de Shannon y de Equidad (J)

Index	Total
Shannon H' Log Base 2.	2,755
Shannon Hmax Log Base 2.	3,907
Shannon J'	0,705

De acuerdo a los datos obtenidos se tiene que este estrato presenta baja diversidad ya que el resultado obtenido es de 2.75 y esto es entendible en virtud de que la vegetación de esta zona ha sido modificada en años anteriores al encontrarse colindante con la carretera Tulum – Coba. En cuenta a los datos de “J” sus valores también se consideran altos con 0.705 y la razón es la misma.

**Estrato arbustivo**

#	N. Común	N. Científico	Total
1	Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	2
2	Dzidzilche	<i>Gimnopodium floribundum</i>	8
3	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	1
4	Laurel	<i>Nectandra ambigens</i>	3
5	Mahahua	<i>Hampea trilobata</i>	2
6	Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	6
7	Pata de vaca	<i>Bahuinia divaricata</i>	2
8	Peres-kuch	<i>Croton glabellus</i>	2
9	Nance agrio	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	12
<b>Total</b>			<b>38</b>



**Estrato Arbustivo.** Resultados de la prueba de Diversidad de Shannon y de Equidad (J)

Index	Total
Shannon H' Log Base 2.	2,74
Shannon Hmax Log Base 2.	3,17
Shannon J'	0,865

Los resultados de la prueba nos indican que el estrato arbustivo presenta una baja diversidad, (2.74) si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son muy diversos y de bajo de este valor el estrato es pobre de acuerdo a lo observado en campo en este estrato se encuentra un número menor de especies comparado con el arbóreo y que estas especies están en proceso de la conformación de la selva, y no tienen todavía diámetros que sobrepasen los 20 cm y sus alturas son muy uniformes. En cuanto a su equitatividad ésta es alta ya que se obtuvieron valores de 0.865.

**Estrato herbáceo**

#.	N. Común	N. Científico	Total
1	Serjania	<i>Serjania yucatanensis</i>	4
2	Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	1
3	Sac'ak	<i>Arrabidea podopogon</i>	8
4	Pasto	<i>Eutachys petraea.</i>	3
5	Ekix	<i>Cydista potosina</i>	3
<b>Total</b>			<b>19</b>

**Estrato herbáceo.** Resultados de la prueba de Diversidad de Shannon y de Equidad (J)

Index	Total
Shannon H' Log Base 2.	2,063
Shannon Hmax Log Base 2.	2,322
Shannon J'	0,889

Los resultados de la prueba nos indican que el estrato herbáceo presenta una baja diversidad (2.063), si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son muy diversos y debajo de este valor el estrato es pobre. Estos resultados son razonables en virtud a que el tipo de vegetación existente en el predio es una selva mediana subperennifolia en etapa arbórea, en tanto que las especies herbáceas son escasas y en cuanto a su equitatividad, está se encuentra en 0.889 lo que indica que las especies tienden a ser similares.

✓ **Análisis del estudio realizado para determinar el Índice de Valor de Importancia IVI**

El Índice de Valor de Importancia (IVI), fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool *et al* (1977), Cox (1981), Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983) y Corella *et al* (2001). Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

✓ **IVI=Dominancia Relativa+Densidad Relativa+Frecuencia Relativa.**

Para este caso **específicamente del área de estudio**, se realizaron la aplicación de cada una de las fórmulas de cada uno de estos parámetros de los estratos (Herbáceo, arbustivo y Arbóreo) y los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 4.8. Índice de Valor de Importancia para los tres estratos del predio del proyecto.

**Estrato arbóreo.**

#	N. Común	N. Científico	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
1	Álamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	19,812	6,8027	11,3208	37,9356
2	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	8,805	10,8844	11,3208	31,0105
3	Chacteviga	<i>Caesalpinia platyloba</i>	3,302	0,6803	1,8868	5,8691
4	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	21,133	25,1701	18,8679	65,1710
5	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	3,552	2,0408	3,7736	9,3659
6	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	4,755	4,7619	7,5472	17,0640
7	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	1,438	1,3605	3,7736	6,5723
8	Ruda	<i>Ruta chalapensis</i>	1,468	0,6803	1,8868	4,0346
9	Silil	<i>Diospyrus cuneata</i>	1,189	0,6803	1,8868	3,7558
10	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	2,377	1,3605	3,7736	7,5116
11	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	15,982	36,7347	16,9811	69,6976
12	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	6,604	1,3605	3,7736	11,7382
13	Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	5,327	4,0816	5,6604	15,0693
14	Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	2,377	2,0408	3,7736	8,1919
15	Subintel	<i>Gutterda elliptica</i>	1,878	1,3605	3,7736	7,0126
<b>Total</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

En este estrato se encontró con los valores más altos al Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 69.69 seguido por el chechem (*Metopium brownei*) con 65.17 y en segundo lugar el Álamo (*Ficus cotinifolia*) con 37.93.

**Estrato Arbustivo.**

#	N. Común	N. Científico	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
1	Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>	16,650	5,2632	9,5238	31,4365
2	Dzidzilche	<i>Ginnopodium floribundun</i>	14,800	21,0526	19,0476	54,8998
3	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	5,036	2,6316	4,7619	12,4295
4	Laurel	<i>Nectandra ambigens</i>	2,569	7,8947	4,7619	15,2260
5	Mahahua	<i>Hampea trilobata</i>	7,400	5,2632	9,5238	22,1868
6	Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	10,277	15,7895	19,0476	45,1146
7	Pata de vaca	<i>Bahuinia divaricata</i>	2,569	5,2632	4,7619	12,5944
8	Peres-kuch	<i>Croton glabellus</i>	7,400	5,2632	9,5238	22,1868
9	Sacpa o Nance agrio	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	33,299	31,5789	19,0476	83,9256
<b>Total</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

En este estrato las tres especies con más valor de importancia fueron el Sacpa (*Byrsonima bucidaefolia*) con 83.92 , seguido por el dzidzilche (*Ginnopodium floribundun*) con 54.89 y en tercer lugar la palma nakas (*Coccothrinax readii*) con 45.11, como puede observarse estas tres especies son muy comunes y no tienen ningún problema de adaptación en estos terrenos, por lo que las especies se encuentran muy bien representadas en éste estrato y aun cuando una de estas especies se encuentra en la Norma Oficial el promovente propone un programa de rescate y reubicación.

**Estrato herbáceo.**

#	N. Común	N. Científico	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
1	Serjania	<i>Serjania yucatanensis</i>	0,233	21,0526	22,2222	43,5078
2	Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	0,116	5,2632	11,1111	16,4907
3	Sac'ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	82,826	42,1053	44,4444	169,3762
4	Pasto	<i>Eutachys petraea.</i>	11,647	15,7895	11,1111	38,5481
5	Ekíx	<i>Cydista potosina</i>	5,177	15,7895	11,1111	32,0772
			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, se tiene que en el estrato herbáceo las tres especies más importantes son el bejuco Sac'ak (*Arrabidaea podopogon*) con 169.37, y en segundo lugar a la Serjania yucatanensis con 43.50 y en tercer lugar a la pasto (*Eutachys petraea*) con 38.54, estas tres especies son muy comunes encontrarlos en estas zonas de selva del estado por lo que son características y a pesar que serán removidas, está no se pone en riesgo ya que se contempla dentro de un programa de rescate.

#### 4.5.4 Fauna

##### **Listados de fauna de los cuatro grupos de vertebrados superiores (mamíferos, aves, anfibios y reptiles), con sus respectivos datos de abundancia relativa e índices de diversidad para la superficie del área proyecto.**

La selva de Quintana Roo, ha sido de alguna manera modificada en su estructura natural al realizarse el sistema agrícola tradicional de Roza-Tumba-Quema, además del gran número de huracanes e incendios forestales que han impactado a lo largo de todo el estado, durante décadas, a pesar de todo esto, esta vegetación mantiene una diversidad de especies de flora y fauna importantes para el equilibrio ecológico del ecosistema.

##### **Metodología**

Tomando en consideración la ubicación geográfica del predio del proyecto, el índice de ruido por el flujo vehicular del tramo carretero Tulum -Coba y la superficie del mismo, se considera baja la presencia de especies de fauna en general (anfibios, aves, reptiles y mamíferos), por lo que para conocer el tipo de hábitat y el estado de conservación del mismo, así como las especies consideradas bajo algún estatus contemplado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área, se llevó a cabo, el estudio correspondiente:



Para la caracterización de la misma y elaborar la lista de las especies con presencia en el área de estudio, se hizo una revisión bibliográfica, posteriormente se visitó el área de estudio para conocer el tipo de hábitat existente y hacer una lista de la fauna observada.

Se realizaron recorridos de observación en tres transectos (T1 al T2) durante 3 días, con una distancia de 150 m cada uno, con

la finalidad de tener evidencia de la posible fauna en el predio del proyecto, adicionalmente se instaló una serie de trampas de las denominadas Sherman y Tomahawk con la intención de capturar roedores y mamíferos de talla chica y mediana, además de recopilar una amplia información de la fauna existente. También se emplearon binoculares cámara fotográfica y guías de campo ilustradas de reptiles, aves y mamíferos. Se contó con GPS Garmin 60 empleando el Datum WGS-84 para documentar la posición geográfica de los diferentes transectos.

Los dos transectos son los siguientes:

Tabla 4.9. Relación de coordenadas por transectos.

Transectos	Coordenadas UTM XY		Longitud de cada transecto
	Inicial	Final	
1	451913, 2237623	452011, 2237655	150 m
2	451884, 2237706	451970, 2237733	

### Avifauna.

Las Aves se muestrearon durante 3 días, siguiendo el método de transecto sobre las brechas realizadas de aproximadamente 150 metros cada una de longitud y a través de conteos por contacto visual en distancia limitada (Ralph, J & M Scott, 1981). De esta manera, se realizaron los muestreos teniendo como ayuda el uso de binoculares y guías de campo de aves de la región. (Aves comunes de la Península de Yucatán 2008). De antemano, se reconoce que durante las primeras horas de la mañana es cuando se registran la mayor cantidad de aves y que en las horas del mediodía estos organismos bajan notoriamente su actividad y la reinician al atardecer una vez que las condiciones ambientales son menos extremas.

### Mamíferos.

Para el caso de los mamíferos se realizaron recorridos y monitoreos puntuales a lo largo de los dos transectos durante 3 días y se registraron las observaciones directas las cuales incluyen: animales vistos, escuchados u oídos, así como observaciones indirectas como son: huellas, excretas, rascaderos, comederos, etc. (Gates, 1983). Adicionalmente se instaló una serie de trampas de las denominadas Sherman (5 en total) y Tomahawk (2 en total) con la intención de capturar roedores y mamíferos de talla chica y mediana, además de recopilar una amplia información de la fauna existente a través de la entrevista con los trabajadores del proyecto. También se emplearon binoculares cámara fotográfica y guías de campo ilustradas de reptiles, aves y mamíferos de la península de Yucatán (guía completa 2008). De esta manera, se monitorearon para conocer la preferencia de las especies. En el caso de las huellas, estas fueron medidas y comparadas con un manual de identificación (huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México 2000).

Se contó con GPS Garmin 60 empleando el Datum WGS-84 para documentar la posición geográfica de los diferentes transectos.

Tabla 4.10- Relación de coordenadas

Ubicación	Coordenadas UTM		Ubicación	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
Coordenadas UTM (Sherman)			coordenadas UTM (Tomahawk)		
1	451913,	2237623	1	451961	2237636
2	451884	2237706	2	451920	2237717

Ubicación	Coordenadas UTM		Ubicación	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
3	452011,	2237655			
4	451970,	2237733			
5	452058	2237666			

### Anfibios y Reptiles.

Para el registro de anfibios y reptiles de la zona, se empleó el método de búsqueda generalizada que consiste en recorrer la zona de estudio en un tiempo determinado revisando acumulaciones de hojarasca, troncos, piedras, así como los arbustos de denso follaje del área, teniendo como ayuda el uso de guías de campo de anfibios y reptiles de la región. (Anfibios y reptiles de Sian Ka'an 2008). Los muestreos se efectuaron sobre los mismos dos transectos existentes durante 3 días, y se llevó a cabo en dos diferentes horarios con el fin de registrar especies diurnas y nocturnas, los recorridos se efectuaron a partir de las 7:00 a.m. a 9:00 a.m.; y 7:00 p.m. a 9:00 p.m. Los registros se efectuaron por medio de registros visuales, búsqueda directa y la utilización de los ganchos herpetológicos. Para el caso de anfibios se incluyó el registro auditivo, ya que estos tienen un canto característico.

### Resultados

Aun cuando el panorama para la fauna no es el adecuado, dado las condiciones de contaminación principalmente por ruido de los desarrollos colindantes y el tamaño del mismo y después de aplicar la metodología correspondiente se tiene que el grupo con mayor número de especies registradas es el de las Aves con 8 especies, mientras que los Mamíferos con 3 especies, los Reptiles con 4 y finalmente los anfibios no hubo observaciones

Tabla 4.11. Listado faunístico por grupo presente en el área del proyecto.

Clases	Géneros	Especies
Aves	8	8
Mamíferos	3	3
Reptiles	4	4
Anfibios	0	0

Tabla 4.12. Relación de fauna presente en el área del proyecto.

#	Familia	N. Común	N. Científico
<b>AVES</b>			
1	Cathartidae	Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>
2	Corvidae	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>
3	Columbidae	Tortola rojiza	<i>Columbina talpacoti</i>
4	Columbidae	Paloma aliblanca	<i>Zenaida asiática</i>
5	Tyraniidae	Xtakay	<i>Tyrannus melancholicus</i>
6	Mimidae	Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>
7	Mimidae	Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>

PLAN MAESTRO TAO TULUM

#	Familia	N. Común	N. Científico
8	Cracidae	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>
<b>MAMIFEROS</b>			
1	Didelphidae	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>
2	Canidae	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>
3	Procyonidae	Tejón	<i>Nasua narica</i>
<b>REPTILES</b>			
1	Geoemydidae	Tortuga mojina	<i>Rhinoclemmys aerolata</i>
	Corytophanidae	Tolok	<i>Basiliscus vittatus</i>
	Iguanidae	Iguana rayada	<i>Ctenosaura similis</i>
2	Colubridae	Bejuquilla	<i>Oxybelis aeneus</i>
<b>ANFIBIOS</b>			
0	0	0	0

**Listado de especies de fauna de cada grupo faunístico con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 del predio.**

Tabla 4.13. Listado de especies de fauna de cada grupo faunístico con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Aves</i>			
0	0	0	0
<i>Mamíferos</i>			
0	0	0	0
<i>Reptiles</i>			
Iguanidae	Ctenosaura similis	Iguana negra	Amenazada (A) no endémica
Geoemydidae	Rhinoclemmys aerolata	Tortuga mojina	Amenazada no endémica
<i>Anfibios</i>			
0	0	0	0

**Listados de fauna (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), con sus respectivos datos de índices de diversidad y de abundancia relativa para la superficie del proyecto (Selva mediana subperennifolia).**

Tabla 4.14.- Listados de fauna (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), con sus respectivos datos de índices de diversidad.

<b>Aves</b>			
	N. Común	N. Científico	Total
1	Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>	8
2	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	13
3	Tortola rojiza	<i>Columbina talpacoti</i>	14
4	Paloma aliblanca	<i>Zenaida asiática</i>	2
5	Xtakay	<i>Tyrannus melancholicus</i>	4

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

	<i>N. Común</i>	<i>N. Científico</i>	<b>Total</b>
6	Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	11
7	Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	11
8	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	1
<b>Total</b>			<b>64</b>

**Aves**

Index	<b>Total</b>
Shannon H' Log Base 2.	<b>2.69505967</b>
Shannon Hmax Log Base 2.	<b>3</b>
Shannon J'	<b>-0.89835322</b>

Como se puede apreciar los resultados obtenidos nos indican que el grupo de las aves es pobre en diversidad (2.69), si se toma en cuenta que arriba de valores de 3 en adelante se considera como una buena. Esto es entendible ya que el predio se ubica colindante a la carretera Tulum – Coba, Por otra parte, se menciona que las aves no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchas son de paso y que muchas por sí solas se alejan al menor ruido. En cuanto al valor de “J”, este es de 0.898 lo que se considera alto, lo que nos indica que hay equitatividad entre las especies.

**Mamíferos**

#	<b>N. Común</b>	<b>N. Científico</b>	<b>Total</b>
1	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>	3
2	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1
3	Tejón	<i>Nasua narica</i>	4
<b>Total</b>			<b>8</b>

**Mamíferos**

Index	<b>Total</b>
Shannon H' Log Base 2.	<b>1.40563906</b>
Shannon Hmax Log Base 2.	<b>1.5849625</b>
Shannon J'	<b>-0.88685951</b>

Los resultados obtenidos en este grupo que fue de 1.40 lo que nos indica que no se considera la zona como de buena diversidad y es justificable ya que el predio se ubica colindante a la carretera Tulum – Coba, y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona por lo que no es fácil poder observar, por otra parte se observó a turista caminando y en sus bicicletas en el área de la carretera y esto ocasiona en gran medida que se observen pocas especies, además hay que tomar en cuenta que los mamíferos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso por la constante búsqueda de alimento. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.88) ya que las pocas especies tienden a la homogeneidad.



**Reptiles**

#	N. Común	N. Científico	Total
1	Tortuga mojina	<i>Rhinoclemmys aerolata</i>	2
2	Tolok	<i>Basiliscus vittatus</i>	9
3	Iguana rayada	<i>Ctenosaura similis</i>	11
4	Bejuquilla	<i>Oxybelis aeneus</i>	1
<b>Total</b>			<b>23</b>

Index	Total
Shannon H' Log Base 2.	<b>1.54168922</b>
Shannon Hmax Log Base 2.	<b>2</b>
Shannon J'	<b>0.77084461</b>

Este grupo también se considera poco diverso y los resultados obtenidos fue de 1.54 por lo que el panorama es similar que el anterior y los datos de “J” nos indican que el grupo tiende a la equitatividad (0.77).

**Anfibios**

#	N. Común	N. Científico	Total
	0	0	0
<b>Total</b>			<b>0</b>

**Anfibios**

Index	Total
Shannon H' Log Base 2.	0
Shannon Hmax Log Base 2.	0
Shannon J'	0

Este grupo no hay datos ya que durante el muestreo se observaron **Abundancia Relativa (por grupo de fauna).**

Los valores de abundancia relativa por grupo de fauna se muestran en la Tabla siguiente, en la que se han incluido a todos los grupos de fauna silvestre observados en el predio de interés.

Tabla 4.15. Valores de abundancia relativa por grupo de fauna para el predio del proyecto.

**Aves**

#	N. Común	N. Científico	Abundancia Relativa
1	Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>	12,5
2	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	20,3125
3	Tortola rojiza	<i>Columbina talpacoti</i>	21,875
4	Paloma aliblanca	<i>Zenaida asiática</i>	3,125
5	Xtakay	<i>Tyrannus melancholicus</i>	6,25

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

#	N. Común	N. Científico	Abundancia Relativa
6	Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	17,1875
7	Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	17,1875
8	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	1,5625
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>

Las abundancias relativas de las especies de aves no son homogéneas, siendo las tres especies con más alto valor la Tortola rojiza (*Columbina talpacoti*) con 21.81 seguido por la Chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) con 20.31 y en tercer lugar el Cenzontle tropical (*Mimus gilvus*) y el Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) ambos con 17.85

**Mamíferos**

#	N. Común	N. Científico	Abundancia Relativa
1	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>	37,5
2	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	12,5
3	Tejón	<i>Nasua narica</i>	50
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>

En el caso de los mamíferos se observa que la única especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el tejón (*Nasua narica*) con 50.0 seguido por el Tlacuache (*Didelphis marsupialis*) con 37.5, y en tercer lugar la Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con 12.5 al menos las dos primeras especies se adaptan bien a la presencia humana y en algunos casos cuando no son molestados sus poblaciones se incrementan rápidamente llegado a ser una molestia.

**Reptiles**

No.	N. Común	N. Científico	Abundancia Relativa
1	Tortuga mojina	<i>Rhinoclemmys aerolata</i>	8,695652174
2	Tolok	<i>Basiliscus vittatus</i>	39,13043478
3	Iguana rayada	<i>Ctenosaura similis</i>	47,82608696
4	Bejuquilla	<i>Oxybelis aeneus</i>	4,347826087
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>

El grupo de los reptiles es muy difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día. En relación a la abundancia relativa se puede ver a la Iguana negra (*Ctenosaura similis*) con el valor de 47.82 y finalmente se tiene al toloque (*Basiliscus vittatus*) con 39.13.

<b>Anfibios</b>			
#	N. Común	N. Científico	Abundancia Relativa
1	0	0	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>			<b>0</b>

#### IV.3.4. Medio Socioeconómico.

##### Demografía.

El área donde se localiza el sitio de estudio pertenece al municipio de Tulum, Quintana Roo. Tiene como cabecera municipal a la población de Tulum, por lo que tiene una gran afluencia de habitantes de los municipios colindantes, además de las visitas de los extranjeros por la belleza natural de sus costas y sus atractivos arqueológicos e históricos.

Los resultados del censo de INEGI 2010, indican que Quintana Roo cuenta con una población total de 1, 325,578 habitantes de los cuales 673,220 son hombres y 652,358 son mujeres.

El municipio de Tulum forma parte de la región denominada Caribe Norte, al oriente del Estado de Quintana Roo. De los cuatro municipios que conforman esta región, Tulum, junto con Solidaridad, son los que presentan la tasa más alta de crecimiento poblacional, que duplicó en los últimos 10 años.

Este crecimiento tan alto de la población municipal arroja una tasa media de crecimiento anual del 16.2% en el lapso comprendido entre 2000 y 2005, perspectiva en la cual se nos revela la importancia de este municipio dentro de la región y su potencial de desarrollo, tan sólo Playa del Carmen, paso de una localidad de más de 40 mil habitantes a 100 mil habitantes, igualando a la capital del Estado en solo 5 años; la tendencia en Tulum es similar a Playa del Carmen con el incremento de su población de 6 mil habitantes a casi 15 mil habitantes en solo 5 años.

MUNICIPIO	CABECERA MUNICIPAL	HABITANTES (AÑO 2010)
Cozumel	Cozumel	79 535
Felipe Carrillo Puerto	Felipe Carrillo Puerto	75 026
Isla Mujeres	Isla Mujeres	16 203
Othón P. Blanco	Chetumal	244 553
Benito Juárez	Cancún	661 176
José María Morelos	José María Morelos	36 179
Lázaro Cárdenas	Kantunilkín	25 333
Solidaridad	Playa del Carmen	159 310
Tulum	Tulum	28 263

*Fuente:*

<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/qroo/poblacion/default.aspx?tema=me&e=23>

En la actualidad, según el censo realizado en el 2010, el municipio de Tulum cuenta con una población total de 28,263 habitantes que representa el 2.13% de la población total del Estado, de los cuales 14,714 son hombres y 13,549 son mujeres. Del período 95-2000, tuvo una tasa de crecimiento de 2.14%.

La población en este municipio de 1980 a la actualidad se ha mantenido a una tasa de crecimiento estable. Para el año 2008 se registraron 564 nacimientos (284 hombres y 280 mujeres) y 51 defunciones (37 hombres y 14 mujeres), ver Tabla siguiente:

ESTADÍSTICA	MUNICIPIO DE TULUM	QUINTANA ROO
Población total, 2010	28,263	1,325,578
Población total hombres, 2010	14,714	673,220
Población total mujeres, 2010	13,549	652,358
Relación hombres-mujeres, 2010	108.6	103.2
Hogares con jefe hombre, 2010	6,053	280,790
Hogares con jefe mujer, 2010	1,429	82,276
Tamaño promedio de los hogares, 2010	3.7	3.6
Nacimientos, 2008	564	29,311
Nacimientos hombres, 2008	284	14,866
Nacimientos mujeres, 2008	280	14,445
Defunciones generales, 2009	51	4,097
Defunciones generales hombres, 2009	37	2,534
Defunciones generales mujeres, 2009	14	1,560
Tasa de mortalidad infantil, 2000	No disponible	23.6
Matrimonios, 2008	74	10,914
Divorcios, 2008	0	1,704

### Natalidad y mortalidad.

El notable crecimiento de la población del municipio de Tulum se refleja en una alta tasa de crecimiento media anual intercensal que entre 1990 y 1995 alcanzó, según INEGI, un 19.4% y entre 1995 y el año 2000 un 20.4%, estos porcentajes contrastan con la media estatal que para los mismos periodos alcanza un 6.5% y 5.2%, respectivamente. La alta tasa de crecimiento municipal se debe a su vez, a una alta tasa de fecundidad general, una baja tasa de mortalidad y a un elevado proceso de inmigración al municipio. Según datos presentados por el INEGI (2001), el municipio de Tulum presentó en 1995 una tasa de fecundidad general de 140.5 y de 118.3 en el año 2000 cuando a nivel estatal se alcanzaban tasas de 107.2 y 104.4, respectivamente.

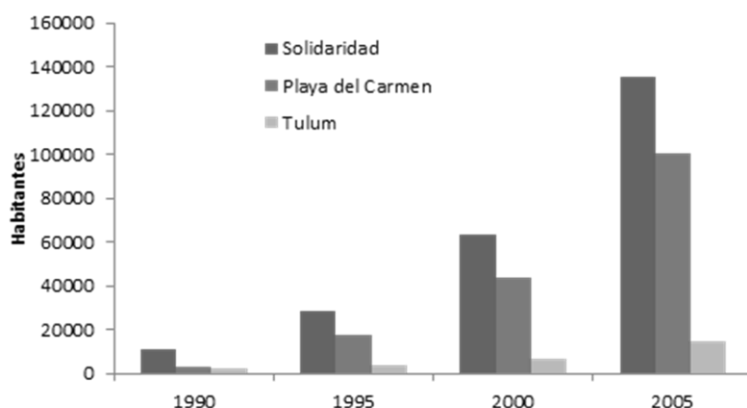


Figura IV.9. Crecimiento demográfico del municipio Tulum.

Además, presenta una tasa bruta de mortalidad para el municipio de 5.0 en 1995 y de 2.7 en el año 2000. Para tener elemento comparativo se señala que el indicador que presenta el XII Censo General de Población y Vivienda según el cual un 7.91% del total de los hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 años y más han fallecido, mientras la media estatal es de 8.13%.

#### Procesos migratorios.

El Estado de Quintana Roo, cuya población total en el año 2000 era de 874,963 habitantes, es la entidad federativa que tiene el saldo neto migratorio más alto de todo el país. En efecto, 55.4% de los habitantes de Quintana Roo no nacieron en la entidad; por ello resulta interesante profundizar en los procesos migratorios y el patrón de poblamiento del Estado.

El patrón de poblamiento de Quintana Roo se ha caracterizado por una concentración- dispersión y bajas densidades poblacionales. El 85% de los poblados existentes hoy día tienen menos de 50 habitantes y en el otro extremo, el 60% de la población total vive en tres de los centros turísticos más importantes del Estado: Cancún, Playa del Carmen y Cozumel.

A finales de los años sesenta, la creación de Cancún, Municipio de Benito Juárez, como polo de desarrollo turístico, generó un punto de atracción, cuya dinámica económica lo colocó como la segunda Ciudad más importante de la Península de Yucatán. El desarrollo turístico de la zona norte de Quintana Roo ha constituido un poderoso imán creador de fuentes de trabajo y empleos provocando una permanente corriente migratoria procedente –en orden de importancia- de Yucatán, Veracruz, el Distrito Federal, Tabasco, Chiapas y Campeche.

El elemento que polariza la migración en Quintana Roo es la oferta de trabajo. De todas las entidades de la República provienen inmigrantes atraídos por el

mercado de trabajo, en busca de nuevas condiciones de vida. Cozumel e Isla Mujeres fueron impulsados con la creación de Cancún y ahora se observa un fenómeno similar en Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad: la acelerada construcción de cuartos hoteleros en el corredor turístico hacia Tulum en poco tiempo igualará la oferta turística de Cancún, para convertirse ambos en un destino único de 50,000 cuartos hoteleros.

Una de las características distintivas de Quintana Roo es la presencia de sucesivos mestizajes y la recepción de grupos colonizadores. Las corrientes migratorias no sólo han procedido del interior de nuestro país. Quintana Roo dio abrigo y recibió en forma cálida a los refugiados guatemaltecos que en la década de los ochenta ingresaron al país, ubicándolos en los campamentos de los Lirios (2,056 refugiados) y Maya-Balam (3,686 refugiados), al sur del Estado, ver (Figura IV.11).

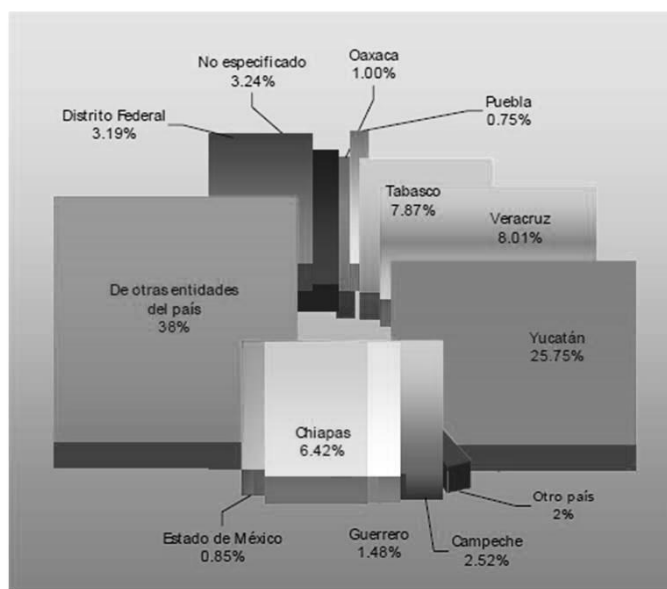


Figura IV.10. Población migrante en el municipio de Solidaridad (INEGI 2000).

### Grupos étnicos.

Quintana Roo cuenta con una población mayor de 5 años de 173,592 que hablan alguna lengua indígena, de estos solo el 0.05% hablan español. En el municipio de Solidaridad, hasta 1995, existía una población de 9,832 habitantes que hablan una lengua indígena y son mayores de 5 años, estos corresponden al 34% de la población total, de los que sobresale en forma significativa la población de origen maya, etnia autóctona de la región. Quintana Roo se encuentra dentro de los estados con mayor presencia de grupos étnicos, ya que esta población equivale al 41.9% de la población total.

LENGUA INDÍGENA	POBLACIÓN	LENGUA INDÍGENA	POBLACIÓN
Tzetzal	4	Tzotzil	29
Yaqui	1	Zapoteco	22
Zoque	4	No especificada	53
Chol	5	Mixteco	2
Chontal	4	Náhuatl	35
Chontal (Tabasco)	1	Otomí	1
Maya	9,651	Popoloca	1
Mazateco	3	Totonaco	16

Fuente: INEGI 2005, Censo de Población y Vivienda.

*Población económicamente activa.*

La población económicamente activa en Quintana Roo equivale a 352,014 habitantes donde el 70% son hombres y 30% son mujeres, que en conjunto representan el 40% de la población total estatal. Por otro lado, la población económicamente activa en Playa del Carmen es de 10,900 individuos, que corresponde al 38% de la población total municipal, indicador que se encuentra en muy adecuado nivel.

La estructura de población ocupada, se encuentra que 14.9% se dedicaba a la artesanía y como obreros, lo anterior es explicable dado que el corredor turístico se encuentra en franco proceso de construcción. Otro rubro donde se emplea la población son los comerciantes independientes con un 13%, seguido de trabajadores de servicios personales con 12.6%, trabajadores agropecuarios con 10.4% y oficinistas con 8.4%.

*Tipo de centro poblacional conforme al esquema de sistema de ciudades.*

El Consejo Nacional de Población ubica al Estado de Quintana Roo en el Subsistema de ciudades Cancún-Chetumal, donde la actividad turística ha generado un gran dinamismo en la parte Norte del territorio estatal. Entre el Sistema de Ciudades del Estado de Quintana Roo se encuentra, el Eje Tulum – Coba, el cual está establecido y funge como un Sistema de Enlace Regional entre las zonas más desarrolladas del Estado (Norte y Sur) con la región Maya Central. Actualmente Tulum funge como centro de población y cabecera municipal.

*Actividad turística.*

El crecimiento más impactante en la actividad turística de la Riviera Maya se ha dado en los últimos 6 años, cuando prácticamente duplicó su afluencia ante la puesta en operación de más de 21,105 cuartos de hotel hasta diciembre de 2002, para llegar al cierre 2005 a 28,435 cuartos hoteleros, así como por la ampliación a cuatro carriles de la carretera federal 307 en su tramo Cancún-Playa del Carmen, y el mejoramiento de la sección Playa del Carmen-Tulum lo que ha

facilitado la transportación y distribución desde el aeropuerto de Cancún hasta la parte final del Corredor. La afluencia de turismo receptivo a la Riviera Maya registra la dinámica de crecimiento más alta del país, con el 31.6% promedio anual desde 1997 hasta el año 2001. Actualmente este promedio ha crecido alrededor del 21%.

La Riviera Maya experimenta un incremento de visitantes extranjeros debido a la amplia gama de establecimientos y servicios turísticos con grandes áreas de vegetación en sus alrededores, en comparación con Cancún, que mantiene una oferta de alojamiento y servicios con una mayor concentración de edificaciones y menos áreas de vegetación.

#### Asentamientos irregulares.

Los asentamientos irregulares o en proceso de regularización en cuanto a tenencia de la tierra no son significativos dentro del polígono designado para el crecimiento urbano.

#### Zonas de valor patrimonial, histórico y fisonómico.

La zona arqueológica se localiza a 128 km al sur de la ciudad de Cancún, en el Estado de Quintana Roo. Tulum es un Parque Nacional con 644 hectáreas de extensión. Es la ciudad Maya más grande construida en la costa, se considera, además, que su nombre original fue *Zama*, que quiere decir “Amanecer”.

La ciudad prehispánica se encuentra construida sobre un acantilado frente al Mar Caribe; sus restos se extienden seis kilómetros a lo largo de la costa. El centro de la zona está protegido por la muralla y lo forman edificios público-administrativos, cívicos y religiosos. La muralla corre por los lados norte, sur y oeste; en tanto que por el lado este limita con el mar. Por fuera de la fortificación se concentran las zonas de habitación.



También se puede hacer referencia a la llamada estructura 59 la cual muestra rasgos arquitectónicos característicos del periodo Clásico. Sin embargo, los estudios realizados hasta la fecha demuestran una ocupación más bien tardía. Se observa que la región, en general, estuvo densamente poblada para el Postclásico Tardío.



Durante su apogeo, Tulum, fungió como un importante punto costero que vinculaba el comercio marítimo con el terrestre, el cual llegó a desempeñar un papel preponderante en su economía. La fuerte actividad comercial a nivel regional como con lugares distantes se hace evidente con algunos restos arqueológicos como *sílex* y vasijas cerámicas de la península; obsidiana y jade de Guatemala, y cascabeles y anillos de cobre del altiplano mexicano.

#### Habitación y vivienda.

El uso habitacional regular es escaso en la incipiente población, apenas unas cuantas manzanas que ocupan una superficie de 8.27 hectáreas. En las que disponen de habitación para trabajadores flotantes de la industria de la construcción y turística. Son casas habitación de uno y dos niveles con muros de bloc de cemento y losas coladas con concreto armado, cartón y/o palapa, así mismo ante la carencia de infraestructura adecuada la vivienda se ve devaluada en su calidad y desarrollo.

#### Situación comercial y de servicios.

Algunos de éstos se localizan sobre la carretera federal No. 307 y por el camino hacia el centro del asentamiento urbano. Este renglón se encuentra estructurado prioritariamente en función de la industria turística y de las necesidades básicas de los escasos habitantes fijos y flotantes.

#### Medios de comunicación.

- a) **Vías de acceso:** El corredor turístico Cancún-Tulum abarca desde Cancún hasta el poblado de Tulum, y es comunicado por vía terrestre por medio de la carretera federal No. 307 cuyo trazo bordea la zona costera y a partir de Tulum se interna en la península hasta llegar a Chetumal. El tramo de carretera Cancún-Playa del Carmen es una autopista de cuatro carriles cada uno, lo que permite un fácil y seguro desplazamiento de los turistas hacia cualquier destino en la región. Por vía aérea, se puede arribar usando el aeropuerto internacional de Cancún localizado a aproximadamente 50 km del proyecto y por la isla de Cozumel, frente al poblado de Playa del Carmen.
- b) **Teléfono:** Existe una amplia gama de red telefónica en la cabecera municipal de donde se obtendrán líneas para el proyecto. Cabe destacar que existe capacidad suficiente para cubrir la demanda de las obras del proyecto.
- c) **Telégrafos, correos:** En Playa del Carmen, existen oficinas de telégrafos, correos, fax y otros medios de comunicación, que cubren los requerimientos de la población total y la demanda del desarrollo.
- d) **Transporte terrestre:** Existen recorridos de autobuses de líneas comerciales locales y nacionales en los tramos de Cancún-Tulum y Cancún-Chetumal.

Servicios públicos.

- a) **Agua:** el H. Ayuntamiento de Tulum, así como, en particular, la localidad de Tulum en donde se pretende ubicar el proyecto, ya cuenta con servicios de agua potable.
- b) **Combustible:** los únicos combustibles que demandará el proyecto, serán para los vehículos automotores y se abastecerán en los expendios localizados en las inmediaciones de la zona, además de gas LP para cocinar y calentar agua, mismo que será abastecido por distribuidores regionales.
- c) **Electricidad:** con el inicio de obras del proyecto, se mejorará la red de electricidad, en forma aérea, desde la carretera hasta las inmediaciones del proyecto.

Educación.

Quintana Roo cuenta con 516 escuelas para preescolar con un total de 32,267 alumnos y 1,294 profesores; 696 primarias con 127,358 alumnos y 4,437 profesores; a nivel secundaria 224 planteles con 41,476 alumnos y 2,811 profesores; 6 planteles de nivel técnico, 71 de bachillerato, 12 universitarios y 5 de postgrado.

En Cancún y en Playa del Carmen existen planteles educativos suficientes para abastecer la demanda de la población en los niveles preescolar, primaria, secundaria y bachillerato. El Estado de Quintana Roo ha realizado un notable esfuerzo en las últimas dos décadas para disminuir el analfabetismo y elevar el grado promedio de escolaridad en Quintana Roo. En 1980 el grado promedio de escolaridad era de 2.3; en 1990 se elevó a 6.3.

Según cifras del ciclo escolar 2002-2003, el Estado de Quintana Roo ocupa el noveno lugar a nivel nacional con un grado promedio de escolaridad de 8.3 años, superior a los 7.8 de la media nacional; el analfabetismo se ha reducido a un 6.5%, también arriba de la media nacional de 8.8 y la matrícula total aumentó un 4.9%, 13 mil 315 alumnos más que en el ciclo anterior. De acuerdo a la Secretaría de Educación y Cultura estatal, el mayor crecimiento de la matrícula se dio en los municipios de Solidaridad y Benito Juárez con el 11.0 y 5.8% respectivamente.

La localización y estado de las escuelas públicas presenta deficiencias tanto en el número de unidades, en su aspecto físico y en su equipamiento, así como en los niveles de escolaridad disponibles.

Para el 2007 Tulum contaba con: 4 jardines de niños, 2 escuelas primarias, 1 escuela secundaria, 1 preparatoria y colegio de bachilleres, un CECyT y el

proyecto para construir un ICAT. El principal lugar con riqueza cultural en Tulum es la Zona Arqueológica conocida como Centro Ceremonial. Así mismo se localizan tres bibliotecas que dan servicio a los residentes.

### Salud.

Quintana Roo cuenta con un total de 199 unidades médicas, donde 13 son hospitales y 186 son unidades de consulta externa con personal médico estimado de 1,236, donde 408 son especialistas y el resto son médicos generales.

La cobertura que ofrece este sistema no es suficiente para la población que radica en Tulum, existe carencia de estos servicios, un grave problema de déficit de equipo y recursos operativos y de un servicio más especializado para la población y para turistas ya que no existe y se tiene que recurrir a la ciudad de Playa del Carmen o Cancún. Existe un Centro de Salud, sus instalaciones son de carácter gubernamental y no existen clínicas, laboratorios, consultorios y de especialidades de carácter privado existentes. No obstante, a ellos no cuenta con ninguna unidad de salud considerada de primer nivel, sea esta pública o privada.

En la ciudad se corre un serio peligro de salud, el 30% de las viviendas no están conectadas a ningún sistema de drenaje, el 66% cuenta con fosa séptica y el 1% directamente a fosas o grietas. No obstante que se cuenta con un número considerable de viviendas que cuentan con fosas sépticas, estas no se encuentran debidamente construidas, ya que son colocadas aprovechando grietas y cenotes, sin un sistema de cuidado para no contaminar mantos acuíferos.

### Componentes de la estructura urbana.

**Comunicación:** El trazo urbano de Tulum está conformado por una irregularidad en la Zona Centro, el resto se caracteriza por una red ortogonal con ejes de comunicación terrestre de norte-sur y oriente-poniente, siendo uno de los ejes primario la carretera 307, así como un crecimiento hacia el poniente sobre los terrenos del ejido. Tulum presenta dos ejes carreteros: la carretera federal 307 Chetumal- Puerto Juárez paralela al mar y la otra perpendicular al mar que parte como camino a Punta Allen y se convierte en la carretera a Coba y Mérida.

Los puntos más significativos son la carretera federal 307, por su función original de vía regional y la carretera a Coba y Mérida, por ser vía de comunicación alterna y de llegada al centro de población. Para llegar por aire se encuentra el aeropuerto Internacional de Cancún situado a 115 km. Existe el proyecto para un segundo aeropuerto en la Riviera Maya, situado en Tulum. También, la comunicación aérea se realiza con un aeródromo para aviones de

corto alcance, que hacen el servicio entre Playa del Carmen y otros centros turísticos situados a corta distancia, sobre todo Cozumel.

Para la comunicación marítima existe una terminal en Playa del Carmen con un muelle para las embarcaciones de ruta a Cozumel y para el servicio de tenders a los cruceros turísticos internacionales que llegan frecuentemente. En Punta Venado, situado a 12 km de Playa del Carmen se tiene una terminal para transbordadores que realiza la transportación de carga y pasajeros a Cozumel, además del servicio de exportación de materiales pétreos a los Estados Unidos por una empresa privada. El servicio de telégrafos se presta en Playa del Carmen, cabecera municipal.

Para el servicio postal operan administraciones de correos en Playa del Carmen y Tulum. El servicio de telefonía automática y telefonía celular opera en Playa del Carmen. Playa del Carmen cuenta con una estación comercial de radio con cobertura en todo el municipio, además que se escuchan las estaciones de Cancún, Cozumel y Yucatán. Opera el servicio de televisión por cable en la cabecera municipal y en Tulum, así como las cadenas nacionales de televisión. No se edita ningún periódico local, pero circulan los periódicos estatales y nacionales.

La Estructura urbana de Tulum presenta los siguientes elementos:

1. Asentamientos de vivienda oeste, noroeste y suroeste de la Carretera federal 307 en la zona ejidal.
2. Asentamiento de vivienda norte: Colonia nueva desarrollada por el INFOVIR, en sus polígonos de reserva urbana.
3. Centro de población. Presenta usos mixtos, concentrándose de forma más significativa en la parte antigua los de comercio y servicios relacionados con el turismo, en el resto se alojan los de comercio y servicio.
4. Equipamiento urbano. La mayoría está emplazada en la zona central y más antigua del asentamiento poblacional, tales como educación salud, comunicación, deporte, administración pública y servicios urbanos a una escala local.
5. Transporte Público. Se concentra en la zona central a lo largo de la carretera 307, el parador de autobuses foráneos y en las inmediaciones de la zona arqueológica.
6. Centros de culto públicos. Existen en la zona central y más antigua del asentamiento original.
7. Playa. Atractivo importante de la localidad, uso ecológico de baja densidad ofrece una oferta de sol, mar, selva y arqueología del centro de población. Se encuentra alejada de los asentamientos urbanos.

8. Zona de monumentos arqueológicos de Tulum. Ubicado en la parte oriental, sobre la línea de playa es uno de los atractivos turísticos más importantes del centro de población y de la Riviera Maya.

9. Tendencia de crecimiento urbano hacia la zona sureste en ambos lados de la Carretera federal 307.

No obstante, el crecimiento de la población observado en las últimas décadas, no se lograron identificar centros de barrio; sin embargo, en los nuevos proyectos ubicados al norponiente si se han contemplado. El asentamiento original se inició en la parte central del poblado, mediante una traza irregular misma que se desdobra y continúa hasta los extremos de la localidad. En el área central todavía se localizan lotes baldíos, sin embargo, la tendencia de crecimiento se está dando sobre las parcelas ejidales, los terrenos del INFOVIR y privados teniendo una gran demanda la venta de los lotes.

#### **IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.**

El crecimiento acelerado en el corredor Cancún-Tulum, ha provocado grandes transformaciones en el entorno natural, el cual se expresa en el cambio de uso de suelo, pérdida de la cobertura de la selva tropical y manglares, afectación a los hábitats naturales, alteración del ciclo hidrológico y penetración de la cuña salina, efectos adversos que han intensificado los cambios en los procesos geohidrológicos, en la conservación de la biodiversidad y en la calidad de vida de las poblaciones local y migrante.

Basados en la descripción del medio abiótico y biótico que se presenta, a continuación se realiza un diagnóstico integral de estas condiciones ambientales con respecto al proyecto que se presenta, considerando que estas condiciones tienen estrecha relación con las zonas colindantes y con la región, misma que está destinada para el desarrollo urbano y en la zona se presentan ya desarrollos turísticos e inmobiliarios consolidados, por lo que se han presentado cambios de uso de suelo en terrenos forestales lo que evidentemente afecta la presencia de fauna silvestre en la zona y la consecuente pérdida de corredores naturales y de la biodiversidad.

La zona en la que se enclava el proyecto, está sometida a un proceso de desarrollo turístico e inmobiliario que, debido a la aplicación regular de diversos instrumentos de ordenación territorial y urbana, tienden a alcanzar la sustentabilidad de ésta.

En sus alrededores se encuentran terrenos sin desarrollar, manteniendo elementos naturales, así como fraccionamientos, desarrollos turísticos y una amplia oferta de servicios proporcionadas por la comunidad de Tulum.

El crecimiento del número de habitaciones y la demanda turística al alza, hacen altamente dinámica esta región. Particularmente, el estado del ambiente en el predio donde pretende llevarse a cabo en el proyecto se puede calificar de regular a bueno, con base en los estudios específicos que se realizaron para elaborar el presente manifiesto de impacto ambiental. Ello, se observa en la calidad de las aguas subterráneas y en su disponibilidad para ser aprovechadas; en la estructura y composición de la vegetación natural, representada por la presencia de selva tropical;; en la diversidad de la fauna silvestre reportada y detectada y en la calidad de vida de las poblaciones residentes en las localidades de Akumal, Chemuyil y Tulum, donde si bien la cobertura de servicios urbanos como agua potable, drenaje y recolección y disposición final de basura es limitada, todavía no llega a ser crítica, ya que la contaminación que generan aún no es percibida tanto por los visitantes, como por las propias comunidades residentes.

Cabe mencionar que el proyecto considera la conservación de 5,152.52 m<sup>2</sup>, donde no se realizará actividad alguna. Por lo que se considera que las condiciones del predio se habrán de mantener para el desarrollo natural de la biodiversidad del sitio. Por lo tanto, el germoplasma y la biodiversidad quedan garantizados al dejarse una importante cantidad de vegetación sin desmontar, limitando el área de influencia a las zonas de desmonte del proyecto.

Por otro lado, la fauna silvestre registrada en campo es típica de la zona y se presenta en grado medio en cuanto a la variedad de las mismas, esto a pesar de la gran presión urbana que actualmente reciben los ambientes donde estos animales cohabitan. Esta fauna silvestre registrada en el predio es representativa de la región, principalmente aquellas más adaptadas o más comunes.

Tomando en consideración los criterios antes mencionados para delimitar el área de estudio, se considera que el área de influencia del sistema ambiental en donde pretende desarrollarse el proyecto se circunscribe a la denominada como zona del proyecto, la cual comparte características propias de fragmentación del sistema ambiental, modificación de los componentes florísticos, faunísticos e hidrológicos naturales de la microcuenca hacia un sistema netamente turístico-urbano. El proyecto de construcción y operación del proyecto prácticamente **NO** modificará el contexto ambiental del área de influencia del sistema analizado.

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

### METODOLOGÍA PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Metodológicamente, los pasos a seguir para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que podría generar la ejecución del proyecto, fueron de manera general, los siguientes:

- El análisis de la información utilizada para la caracterización y diagnóstico ambiental del proyecto, para determinar los indicadores ambientales o de estado.
- Determinación de las relaciones causa-efecto entre las acciones y los factores del medio, para determinar indicadores de presión.
- Definición de área de influencia del proyecto y posterior descripción y estudio del mismo.
- Elaboración de matrices de efectos y de la matriz de importancia.
- Determinación de la magnitud del impacto sobre cada factor.
- Estimación cuantitativa de impactos sobre los factores del medio y valoración final de los impactos que la actividad produce en su conjunto.
- Conclusiones.

#### V.1.1. INDICADORES AMBIENTALES.

A fin de determinar cuáles son los indicadores de presión del proyecto sobre el sistema ambiental se consideró la metodología del modelo Presión-Estado-Respuesta (PER), promovido por la OCDE (1977). A continuación, se realiza una breve descripción del método de PER, misma que comprende tres tipos de indicadores ambientales:

- Indicadores de presiones ambientales causadas por el hombre.
- Indicadores de las condiciones o calidad del ambiente y los recursos naturales.
- Indicadores de las respuestas de la sociedad a las presiones sobre el ambiente.

El modelo PER se basa en las causas que dan origen a la situación, presupone relaciones de acción y respuesta entre la actividad económica y el medio ambiente, y trata de responder preguntas simples como:

*¿Qué está afectando el ambiente?*

*¿Cuál es el estado actual del medio ambiente?*

*¿Qué estamos haciendo para mitigar o resolver los problemas ambientales?*

- Los indicadores de presión describen las presiones ejercidas sobre el ambiente por las actividades humanas. Estos indicadores se clasifican en dos grupos: de presión directa y de presión indirecta. Los primeros corresponden a las externalidades creadas por las actividades humanas, por ejemplo, el volumen de residuos generados y la emisión de contaminantes atmosféricos. Los segundos corresponden a tendencias en las actividades que crean externalidades ambientales, como, por ejemplo, las características de la planta vehicular e industrial (OECD, 1996; Salazar, 1999).

- Los indicadores de estado se refieren a la calidad del ambiente, así como a la cantidad y estado de los recursos naturales. Este tipo de indicadores incluye los efectos a la salud de la población y a los ecosistemas causados por el deterioro de la calidad ambiental.
- Los indicadores de respuesta presentan los esfuerzos realizados por la sociedad o por las autoridades para reducir o mitigar la degradación del ambiente. Estos indicadores son de los que menos avance se tiene, ya que la complejidad de medir cuantitativamente como una acción de respuesta contribuye a la solución de un problema ambiental (SEMARNAP, 1999).

Es importante mencionar que la metodología PER, será adaptada en el presente estudio para caracterizar a los efectos negativos, misma que puede ser de utilidad para determinar los indicadores ambientales de éxito del proyecto. El método que se aplicó se muestra en la Figura V.1.

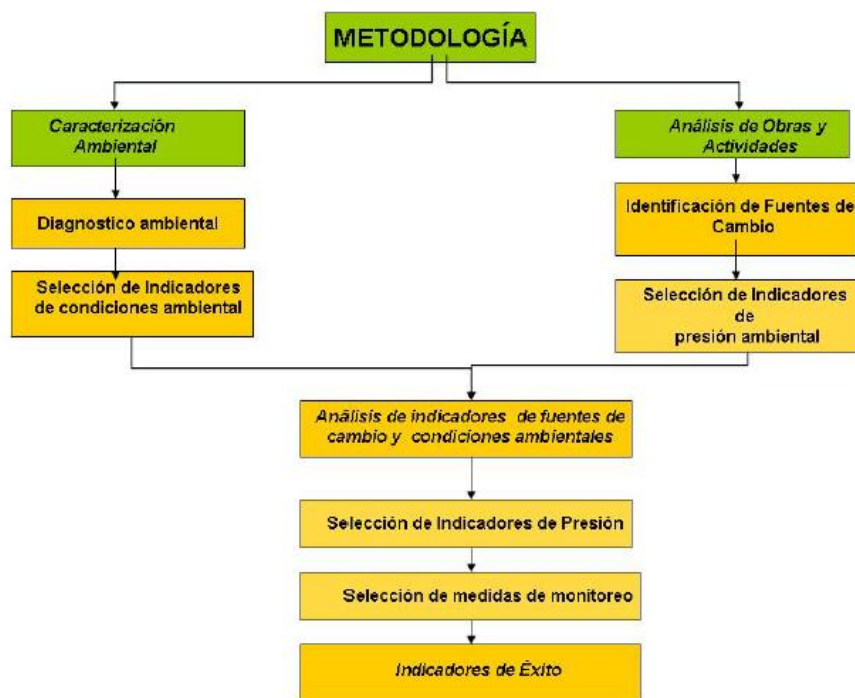


Figura V.1. Diagrama de Flujo del método utilizado para la determinación de indicadores.

### V.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS INDICADORES POR NIVELES.

El Instituto de Recursos Internacionales (WRI por sus siglas en inglés), propone para la determinación de los indicadores, dividirlos en tres tipos (Hammond, *et. al.*, 1995):

- Los que analizan la oferta ambiental: permiten detectar la existencia de recursos.
- Los que analizan la sensibilidad o vulnerabilidad ambiental: detectan procesos de degradación ambiental.
- Los que analizan la producción: establecen los problemas de rendimiento cuando se analizan los procesos naturales con base en recursos naturales.



Asimismo, para la determinación de indicadores, se tomó en cuenta las recomendaciones que propone la OCDE, (1996), los cuales deben tener características que les permitan ser funcionales, entendibles y aplicables a cuestiones prácticas:

- Proporcionar una visión de las condiciones ambientales, presiones ambientales o respuestas de la sociedad.
- Ser sencillo y fácil de interpretar.
- Ser aplicable a escala nacional o regional, según sea el caso.
- Proporcionar una base para las comparaciones internacionales.
- Debe existir un valor de referencia contra el cual se pueda comparar el valor del indicador, facilitando así su interpretación en términos relativos.
- Debe tener congruencia teórica y consistencia científica.
- Debe basarse en consensos internacionales.
- Debe ser capaz de relacionarse con modelos económicos.
- Los datos utilizados deben generarse con una "razonable" relación costo/beneficio.
- Los datos utilizados deben ser de calidad, estar bien documentados y validados.
- Los datos utilizados deben poder actualizarse a intervalos regulares.

De acuerdo a las características de los indicadores, se establece un orden jerárquico, el cual discrimina las relaciones entre las categorías establecidas, y permite determinar la tipología del ecosistema, manifestándose por la interacción de indicadores a diferentes niveles (Salazar, 1999):

### **Indicadores de Tercer Nivel.**

Son los indicadores de macro escala: Abióticos, Bióticos y Socioeconómicos; son conocidos como subcomponentes del sistema ambiental.

### **Indicadores de Segundo Nivel.**

Son indicadores que definen patrones de importancia en el área estudiada y agrupan indicadores específicos de primer nivel, son conocidos como los diferentes factores de cada uno de los subcomponentes. Los indicadores de segundo nivel son: medio geológico, medio geomorfológico, medio climatológico, medio hidrológico, medio edáfico, vegetación, fauna, medio social, medio económico, medio cultural, medio demográfico, medio paisajístico.

### **Indicadores de Primer Nivel o Específicos.**

Son cuantificables y cualificables, se caracterizan porque determinan patrones espaciales y funcionales de los ecosistemas, definiendo unidades ecológicas y de paisaje. A estos indicadores se les debe aplicar un análisis de influencia - dependencia, con el objeto de identificar cuáles son los más importantes y cuáles son los más vulnerables dentro del ecosistema. La siguiente tabla esquematiza los tres niveles a los que se ha hecho referencia, partiendo de los componentes o indicadores de tercer nivel hasta llegar a los indicadores específicos o de primer nivel:

COMPONENTES (NIVEL III)	FACTORES (NIVEL II)	INDICADORES (NIVEL I)
Medio Abiótico	Suelo	Condiciones geomecánicas. Grado de erosión.

COMPONENTES (NIVEL III)	FACTORES (NIVEL II)	INDICADORES (NIVEL I)
	Agua	Temperatura. Sólidos Totales.
	Aire	Niveles de NO <sub>x</sub> . Niveles de CO <sub>2</sub> .
Medio Biótico	Flora	Índice de diversidad. Biomasa. Abundancia.
	Fauna	Índice de diversidad. Distribución.
Socioeconómico	Medio Cultural	Escolaridad.
	Nivel de vida	Salarios básicos. Vivienda.

Estableciendo los indicadores para cada factor y para cada componente, las unidades de medida quedan definidas y delimitadas en virtud de la definición del propio indicador. Existen diferentes métodos para poder determinar que indicadores son los que tienen una mayor influencia en el medio en estudio (matriz del ecosistema, análisis influencia-dependencia, etc.), sin embargo, en todos los casos se requiere que esta información esté sustentada en valores cuantificables, con una metodología estandarizada y que se cuente con la información base, que permita realizar un seguimiento durante la realización y operación del proyecto en estudio (Salazar, 1999).

Considerando lo anterior, es que el presente estudio, tanto en su fase de diagnóstico, como de identificación y evaluación de impactos ambientales, considera indicadores de Nivel II (Salazar, 1999), basados tanto en la información medioambiental, como socioeconómica del medio, pasando posteriormente a indicadores de Nivel I dentro de la misma metodología de evaluación de Impacto Ambiental.

Los indicadores Nivel II nos permitirán tener una base comparativa con el diagnóstico del medio ambiente realizado, mientras que los indicadores de Nivel I proporcionarán un escenario o un esquema más fino de los posibles efectos del proyecto y permitirán en consecuencia proponer parámetros confiables de control y monitoreo durante la operación del proyecto en estudio.

### V.1.3. LISTA DE INDICADORES DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

A continuación, se señalan los principales indicadores seleccionados para la presente evaluación de impacto ambiental:

#### 1. Físico y Químicos.

- **Agua superficial y subterránea.** Para ambos casos, se consideran tanto la Cantidad como la Calidad y los diferentes eventos que podrían influir en ambos factores, a lo largo de las diferentes fases del proyecto, p. e., derrames de lubricantes durante la fase de construcción, cantidad de agua utilizada durante el proceso productivo, etc.
- **Suelo.** Para este caso, se consideran todos aquellos eventos que puedan afectar el suelo, como la Compactación, la Erosión y la posible Contaminación del mismo. Asimismo, se considera la Compatibilidad del uso del suelo, con el proyecto propuesto.

- **Atmósfera.** Cantidad de Emisiones generadas a la atmósfera durante las diferentes etapas del proyecto: construcción, operación, etc.
- **Ruido.** Se consideran básicamente dos indicadores de evaluación, la Intensidad y la Duración en las diferentes etapas del proyecto.

2. *Biológicos.*

- **Flora y Fauna.** Para ambos casos, se consideran tres indicadores de evaluación: La Diversidad, referida al número de especies totales, y la cual en ocasiones puede ser evaluada numéricamente mediante el Índice de Shannon; la Distribución, en donde se tomará en cuenta si el proyecto evaluado influirá en esta cortando corredores naturales o segmentando la zona en estudio, entre otros; y la Abundancia, referida como al número de individuos totales.

3. *Socio-Económicos y Culturales.*

Dentro de este rubro, se consideran cinco indicadores de manera aislada, los cuales consideramos pueden permitirnos evaluar el impacto generado:

- **Paisaje.** Si bien es un criterio bastante subjetivo, en ocasiones en donde el medio natural se mantiene en buen estado de conservación, permite tener un elemento de control o de referencia hacia el diseño arquitectónico del proyecto.
- **Vivienda.** Nos permitirá evaluar si el proyecto tendrá alguna repercusión en el número de viviendas de la comunidad.
- **Servicios.** Referido principalmente a la cantidad de servicios que el proyecto permitirá generar hacia la población objetivo y/o a las poblaciones aledañas al proyecto.
- **Empleo.** Este criterio es de tipo directo hacia el proyecto, en sus diferentes fases.
- **Patrimonio.** Se refiere a la evaluación de si el proyecto en evaluación, representará un beneficio o bien común hacia la comunidad del sitio.

Conforme a la descripción de las obras y actividades que comprende el proyecto, se encontró que las principales fuentes de cambio continuas o permanentes para la zona son:

*Fuentes de Cambio que derivarán de la realización del Proyecto.*

FUENTES DE CAMBIO PERMANENTE	FUENTES DE CAMBIO CONTINUAS O DISCONTINUAS
Remoción de la vegetación.	Movimiento de tierras.
Cambios de topografía por trabajos de excavaciones y nivelaciones.	Generación de residuos sólidos.
Impermeabilización del suelo en las áreas donde se realice construcción civil.	Generación de residuos líquidos.
Cambios en el paisaje.	Emisiones a la atmósfera (provenientes de maquinaria y de vehículos).

**PLAN MAESTRO TAO TULUM**

Creación de fuentes de empleo.	Polvo y ruido.
	Utilización de plaguicidas y/o fertilizantes.
	Empleos temporales durante la construcción.

Es importante mencionar que las fuentes de cambio variarán conforme las etapas del desarrollo del proyecto, no obstante lo anterior, se señalan los principales indicadores de presión que podrían servir para medir el nivel de impacto ocasionado por el proyecto:

*Indicadores de Presión del proyecto.*

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PRINCIPALES FUENTES DE CAMBIO</b>	<b>INDICADOR</b>
<i>Desmonte de vegetación.</i>	<i>Pérdida de vegetación.</i>	<i>Superficie alterada.</i>
	<i>Pérdida de hábitats naturales para la fauna del sitio.</i>	
<i>Construcción de obra civil y edificios en general.</i>	<i>Cambios de topografía por trabajos de excavaciones y nivelaciones.</i>	<i>Modificación de niveles naturales.</i>
	<i>Impermeabilización y/o erosión de suelo en las áreas donde se realice construcción civil.</i>	<i>Zonas de erosión.</i>
	<i>Cambios en el paisaje.</i>	<i>Pérdida de calidad paisajística</i>
	<i>Generación de residuos sólidos.</i>	<i>Volúmenes de residuos producidos.</i>
	<i>Generación de aguas residuales.</i>	<i>Volúmenes y calidad de residuos producidos.</i>
	<i>Generación de ruido.</i>	<i>Nivel de ruido (decibeles)</i>
	<i>Polvo.</i>	<i>Producción de polvo (partículas suspendidas).</i>
	<i>Emisiones a la atmósfera por fuentes móviles.</i>	<i>Sustancias contaminantes producto de la combustión de NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> y CO.</i>
<i>Operación de Proyecto.</i>	<i>Generación de residuos sólidos.</i>	<i>Volúmenes de residuos producidos.</i>
	<i>Generación de aguas residuales.</i>	<i>Volúmenes y calidad de residuos producidos.</i>
	<i>Utilización de plaguicidas y/o fertilizantes.</i>	<i>Volúmenes de agroquímicos utilizados.</i>

Los indicadores de estado y de presión antes señalados, se utilizarán para determinar de manera cuantitativa cuál podría ser el nivel de impacto que alcanzará el proyecto en el sistema ambiental donde se ubicará.

Los indicadores de respuesta en esta MIA, corresponderán propiamente a las medidas de control de impactos ambientales que se propongan y dependerán del seguimiento que se establezca para determinar el éxito ambiental del proyecto.

A continuación, se exponen los criterios y las técnicas que se usaron para establecer la magnitud de importancia de los impactos ambientales, que podría alcanzar cada una de las actividades y de obras en el sistema ambiental.

#### V.1.4. METODOLOGÍA SEGUIDA PARA LA EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Se utilizó un método de evaluación multicriterio que consiste en convertir la descripción cualitativa de los criterios determinados (calidad, magnitud, duración, etc.) a valores numéricos y luego de integrar esos valores en un indicador que permita discriminar los impactos perceptibles. Para asignar valores numéricos a las descripciones cualitativas de los criterios se utilizaron convenciones.

Debe señalarse que la relación entre valores y descripción tiene el doble propósito de facilitar la diferenciación en el grado y realizar las operaciones matemáticas para calcular un valor numérico al impacto, que tome en cuenta los criterios considerados en la Tabla siguiente.

##### Asignación de valores numéricos a los impactos descritos.

Magnitud Descripción	Valor	Duración Descripción	Valor	Extensión Descripción	Valor
Muy bajo (solo 1 interacción)	1	Por semanas	1	Menos de 0.1% del SA	1
Bajo (2 interrelaciones)	2	Por meses	2	Entre 0.1 y 0.4% del SA	2
Moderado (3 interrelaciones)	4	Por años	4	Entre 0.41 y 0.8% del SA	4
Alto (4 interrelaciones)	7	Por décadas	7	Entre 0.81 y 1.5% del SA	7
Muy alto (5 o más interrelaciones)	9	Más tiempo	9	Más del 1.5% del SA	9

Interés Descripción	Valor	Contexto Descripción	Valor	Sinergia Descripción	Valor
Ausente	1	Solo en zonas resistentes y muy resistentes	0.9	No detectada	1.0
Pocas personas	2	Afecta sitios conservados	1.0	Acumulación	1.1
Centenares	4	Afecta sitios conservados y/o muy frágiles	1.1	Sinergia	1.3
Miles	7	Afecta zonas de amortiguamiento de ANP	1.2		
Generalizado	9	Afecta zonas núcleo de ANP	1.3		

El indicador se calculó mediante la multiplicación de la importancia (i), sinergia (s) y contexto (c). Los valores de sinergia y contexto se asignan como se explica en la Tabla anterior. La importancia del impacto se calcula dividiendo entre nueve la raíz cuarta del

producto de los valores numéricos de los criterios magnitud, duración, extensión e interés. Al extraer la raíz cuarta del producto de los valores de magnitud, duración, extensión e interés, se ha calculado la media geométrica, que es una medida de tendencia central<sup>6</sup>. Al dividir entre nueve, que es el máximo posible (en el caso de que todos los criterios tuvieran valor de nueve), los valores de importancia se acotan entre 0 y 1. Contexto y sinergia, por su parte, actúan como factores que crecen o decrecen el valor calculado para la importancia.

Se expresa la evaluación de los impactos a partir de lo anterior en la siguiente tabla, los cuales se clasifican en 4 grupos de acuerdo al valor del indicador. En el primer grupo se unen los impactos no relevantes, lo que permite concentrar la atención en el análisis de los relevantes, lo que es congruente con lo que solicita el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, como se señaló en el Capítulo III.

Valores límite del indicador de impacto

Intervalo	Categoría	Relevancia <sup>7</sup>
menor de 0.400	Bajo	No significativo
0.401 a 0.600	Moderado	Significativo
0.601 a 0.800	Alto	Significativo
mayor de 0.801	Muy alto	Significativo

### Evaluación de los impactos y detección de los impactos relevantes

A partir de lo presentado en las dos tablas anteriores, se detectaron 7 probables impactos ambientales del proyecto.

A continuación se describen los impactos bajo 5 criterios: calidad (si es adverso o benéfico para los procesos del medio natural y social en el SA), intensidad o magnitud (que tan notable es su efecto para el o los factores ambientales involucrados), extensión geográfica (la proporción y calidad de la superficie del SA en donde serán evidentes los efectos), duración (el orden de magnitud del periodo en el que el sistema podría reponerse de dicho impacto, si cesaran las causas que lo originan, o bien, el orden de magnitud que el proyecto generará) y acumulación. Este último criterio se relaciona con la ocurrencia en el SA de otras fuentes de perturbación cuyos efectos podrían actuar de manera conjunta con los impactos que el proyecto genera. La acumulación y la sinergia se definen típicamente, como la generación de efectos aditivos (en el caso de acumulación) o de orden superior (en el caso de la sinergia).

<sup>6</sup> Una medida de tendencia central proporciona un valor que, bajo un conjunto de consideraciones, es descriptivo del conjunto de valores que intervinieron en su generación. El promedio o media aritmética es una medida de tendencia central bastante extendida. La media geométrica es, también, una medida de tendencia central y se considera más adecuada para los propósitos de estudios de impacto ambiental, debido a su mayor sensibilidad hacia los valores bajos en el conjunto considerado.

<sup>7</sup> En los términos de la fracción IX del Artículo 3º del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental.

Una vez descritos se les asigna el valor numérico y se aplica el método con lo que se identifica si el impacto es significativo o no tal y como se ejemplifica en las tablas anteriores. De acuerdo a la definición establecida por la fracción IX del Artículo 3° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se considera Impacto ambiental significativo o relevante a aquel que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

**Impacto 1.** Incorporación de partículas suspendidas por movimiento suelo, materiales pétreos y aumento temporal de los gases producto de la combustión durante la construcción del proyecto.

Cualidad. Adverso.

Magnitud. Ocurren 3 interrelaciones perceptibles. Se le asigna un valor de 4.

Duración. Su duración será en el orden de meses cuanto más, ya que se levantan los polvos solo en la zona de actuación de la maquinaria y en menos de 48 hr se precipitan de nuevo. Si es época de lluvias no hay generación de polvos. Se le asigna un valor de 2.

Extensión. El SA tiene muy buenas condiciones para la dispersión. Los gases son fácilmente dispersados, mientras que los polvos tienden a depositarse en un radio de centenares de metros desde la fuente de generación. En época de lluvias se disminuye considerablemente la emisión de polvos y se reduce la distancia en la que se depositan.

Interés. Los polvos son muy molestos para las personas, pero el proyecto se ubica en una zona donde no existe una gran población. También será importante para los propios trabajadores. Se le asignó un valor de 4.

Contexto. La zona de afectación del proyecto presenta condiciones de perturbación. Por lo que se le asignó un valor de 1.2.

Sinergia. El SA presenta buenas condiciones para la dispersión de contaminantes atmosféricos y no tiene problemas fuertes de calidad del aire. Durante la época de secas se pueden levantar tolvaneras, por lo que existirá el riesgo de que las partículas que se emitan se sumen a las suspendidas en la atmósfera polvos sumados a la obra. Se le asignó un valor de 1.1.

**Impacto 2.** Riesgo de contaminación al acuífero en zonas de alta vulnerabilidad ante eventuales derrames de hidrocarburos y metales pesados durante el desarrollo del proyecto.

Cualidad. Adverso.

Magnitud. Se detectaron interacciones perceptibles. Se le asigna un valor de 4.

Duración. Su duración será permanente, pues el riesgo permanecerá durante el tiempo de operación del proyecto. Se le asigna un valor de 9.

Extensión. Como los acuíferos tienen una extensión dentro del SA se considera un impacto regional por lo que se le asigna un valor de 9.

Interés. Aunque el tema de riesgo del acuífero no ha sido detectado en la región, es un tema que puede considerarse de gran importancia y se anticipa de interés en el orden de cientos de personas. Se le asignó un 4.

Contexto. Los sitios de alta vulnerabilidad del acuífero se distribuyen en zonas prioritarias de conservación, por consiguiente, se asigna un valor de 1.2

Sinergia. No se considera sinérgico ni acumulativo, no se determinó que hayan ocurrido afectaciones al acuífero. Se le asignó un valor de 0.8.

**Impacto 3.** Pérdida de suelo orgánico en una superficie de 54,850.08 m<sup>2</sup> debido al desmonte y preparación del sitio.

Cualidad. Adverso.

Magnitud. Una interacción perceptible. Se le asigna un valor de 1.

Duración. Su duración será permanente, una vez desmontado no se recuperará el suelo en dicho sitio. Se le asigna un valor de 9.

Extensión. El área que será desmontada (54,850.08 m<sup>2</sup>), por lo que se le asignó un valor de 2.

Interés. Se espera poco interés por la pérdida de suelo orgánico en la zona. Se le asignó un 2.

Contexto. El área de afectación se distribuye en zonas resistentes y también en zonas frágiles. Se le asignó un valor de 1.2.

Sinergia. Este impacto se considera sinérgico con otros procesos que afectan el suelo. En el caso de la inadecuada disposición del material del desmonte y despilme se ocasionarían afectaciones sobre otros factores ambientales. Por lo anterior se le asignó un valor de 1.3.

**Impacto 4.** Desmonte de una superficie de 54,850.08 m<sup>2</sup> de SMSP. Durante el desmonte se retirarán individuos pertenecientes a 5 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cualidad. Adverso.

Magnitud. Dos interacciones perceptibles. Se le asigna un valor de 2.

Duración. Su duración será permanente, los sitios desmontados no volverán a tener cobertura vegetal porque pasarán a formar parte del proyecto. Se le asigna un valor de 9.

Extensión. El desmonte ocupa una superficie de 54,850.08 m<sup>2</sup>; por lo que, se le asigna un valor de 2.

Interés. Por la importancia ecológica de la SMSP, el interés de pobladores, turistas, investigadores y conservacionistas, se considera un interés del orden de miles de personas, por localizarse en áreas de distribución de especies de fauna silvestre. Se le asignó un valor de 7.

Contexto. El desmonte será en los sitios de condición resistente y frágil. Se le asignó un valor de 1.2.



Sinergia. El impacto se considera sinérgico con la actuación de otros factores de perturbación sobre la vegetación. Se le asignó un valor de 1.3.

**Impacto 5.** Impactos directos e indirectos sobre la fauna silvestre: Pérdida de hábitat en 54,850.08 m<sup>2</sup> de vegetación de tipo forestal, mortalidad directa e indirecta durante la construcción.

Cualidad. Adverso.

Magnitud. Se identificaron 7 interrelaciones perceptibles. Se le asigna un valor de 9.

Duración. En su conjunto, en el área de afectación los efectos directos durante la fase de preparación del sitio y construcción durarán años, pero ocurrirán de manera paulatina conforme el avance del frente de obra. Por lo expuesto, se asignó un valor de 4.

Extensión. Para la extensión se consideró que el impacto por el desarrollo del proyecto, corresponde el valor de 4. Sin embargo, se asigna un valor de 7, anticipando que los efectos indirectos de cambios en abundancia relativa o distribución de especies de fauna silvestre pueden, a su vez, propagar el efecto hacia la vegetación en sitios cercanos.

Interés. Se considera que habrá un interés extendido (por muchas personas) por la cercanía a zonas con buen estado de conservación, con selvas en las que se registran ecosistemas biodiversos, con un número considerable de endemismos y especies bajo categoría de protección. Se le asignó un valor de 7.

Contexto. El SA presenta un cierto grado de perturbación, pero también se presentan zonas conservadas, frágiles, por lo que se asignó un valor de 1.2.

Sinergia. El impacto es sinérgico pues los efectos de las actividades de la preparación del sitio y construcción pueden afectar a especies importantes de la fauna de una manera no lineal, debido a la ocurrencia de otros factores de deterioro, como desmonte, rellenos, cacería ilegal, quemas, disposición de residuos y ampliación descontrolada de los asentamientos. Por lo que se considera sinérgico y se asigna un valor de 1.3.

**Impacto 6.** Afectación del paisaje por las actividades de preparación del sitio y en caso de disposición inadecuada de material de desperdicio.

Cualidad. Adverso.

Magnitud. Recibe seis interacciones perceptibles por lo que se le asigna un valor de 9.

Duración. La duración será del orden de meses en cada sitio, conforme avance el frente de obra. En su conjunto, la duración de la fase de construcción será del orden de años, por lo que se asignó un valor de 4.

Extensión. Aunque el proyecto se ubica en una extensión menor del 0.4% del SA, la visibilidad de la afectación es alta. Bajo ese supuesto, se asigna un valor de 4.

Interés. La afectación escénica de los sitios cercanos al proyecto se considera de bajo interés, en el orden de centenares de personas, por lo que se asigna un valor de 4.

Contexto. La zona de afectación del proyecto presenta condiciones relativas de perturbación, aunque se localiza próxima, en algunos sitios, a zonas mejor conservadas. Se le asigna un valor de 1.

Sinergia. La afectación del paisaje en el área de afectación del proyecto es acumulativa con otros procesos que afectan escénicamente en los sitios cercanos al proyecto, como el crecimiento urbano en poblados. Por ser un impacto acumulativo, se le asignó un valor de 1.2.

**Impacto 7.** Creación de empleos y estímulo a la derrama económica regional durante la fase de preparación del sitio y construcción. Se anticipa la creación de cerca de 700 empleos directos durante las diferentes etapas.

Cualidad. Benéfico.

Magnitud. Recibe dos interacciones perceptibles. Se le asigna un valor de 2.

Duración. Su duración será en el orden de años, mientras dura la construcción del proyecto. Se le asigna un valor de 9.

Extensión. Por las características del SA, donde se desarrollan actividades turísticas, se le asigna un valor de 9.

Interés. Los trabajadores y sus familiares tendrán interés por los empleos que se crearán. Además, los proveedores de bienes que se utilizarán para la construcción, pues aumentará la demanda de materiales de construcción, equipos y refacciones. Se considera un interés del orden de miles de personas, por lo que se asignó un valor de 7.

Contexto. La zona de afectación del proyecto presenta condiciones relativas de perturbación, aunque se localiza próxima, en algunos sitios, a zonas mejor conservadas. Se le asigna un valor de 1.

Sinergia. La generación de empleos y demanda de bienes activa de forma acumulativa el comercio regional y favorece la creación de empleos indirectos y el flujo de efectivo para otros comercios. Se le asignó un valor de 1.2.

Para la evaluación de los impactos, cada criterio fue expresado en un valor y de acuerdo a lo planteado se determina que los siete impactos son SIGNIFICATIVOS. Tres de los impactos adversos son de categoría *muy alta*, tres de categoría *alta* y un de *moderada*. De los impactos benéficos ambos corresponden a la categoría de *alto*.

## V.2. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

En este apartado se describen los impactos ambientales adversos y benéficos que, de acuerdo con la información recabada en el presente estudio, se espera sean provocados durante las diferentes etapas del proyecto.

Las visitas previas al sitio en el que se pretende desarrollar el proyecto, permitieron identificar plenamente las condiciones actuales del mismo, principalmente en sus

componentes físicos y biológicos. Esta información permitió establecer un primer acercamiento a la factibilidad ambiental del proyecto.

La descripción de los impactos ambientales que a continuación se desarrollan, siguen un orden cronológico de ocurrencia, conforme al cronograma planteado para la realización del proyecto. Para cada acción del proyecto se define su efecto sobre los componentes ambientales del lugar, indicando las consideraciones que se tomaron en cuenta para calificar el impacto con base en la lista de verificación de criterios, mencionada anteriormente.

### **V.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AL SISTEMA AMBIENTAL.**

Para identificar los impactos generados en las etapas del proyecto, se han considerado las siguientes actividades:

#### **Preparación del Sitio:**

- Despalme y desmonte de la vegetación.
- Limpieza y nivelación del terreno.

#### **Construcción:**

- Cimentación.
- Estructuras y Albañilería.
- Acabados e Instalaciones.

#### **Mantenimiento.**

- Operación del proyecto.
- Mantenimiento de las instalaciones.

### **V.2.2. PREPARACIÓN DEL SITIO.**

#### **Despalme, desmonte de la vegetación.**

Prácticamente en cualquier proyecto, el desmonte, despalme se considera como uno de los principales impactos al ecosistema por tratarse de un impacto primario y de carácter irreversible en la mayoría de los casos, generando impactos negativos directos, tales como:

- *Pérdida de área forestal y fragmentación.*
- *Exposición y erosión de suelos.*
- *Pérdida de hábitat para la fauna.*
- *Interrupción de procesos biológicos. Procesos de sucesión (recuperación natural de la zona a través del banco de semillas), áreas de migración, anidación, alimentación y reproducción, polinización, dispersión de semillas, depredación, etc.*

- *Pérdida de servicios ambientales.- Como captura de carbono, regulación del ciclo del agua y otros biogeoquímicos, mitigación de varios impactos naturales y antropogénicos.*

El desmonte es un impacto reversible, ya que a pesar de que toma varios años que la vegetación regrese a su estado original, es posible que se regenere sin la implementación de las medidas de mitigación, siempre y cuando exista el aporte de agua y semillas.

De la misma forma, las especies de importancia ambiental encontradas, especialmente los que encuentren en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, serán rescatadas y mantenidas en un sitio temporal, para posteriormente ser plantadas en las áreas verdes del proyecto o en zonas que determine la autoridad.

Por lo que, se considera que la etapa de preparación del sitio tiene un impacto negativo, de intensidad muy alta, pero de extensión puntual y reversible, además que se consideran medidas de mitigación.

- **Factor Impactado: Vegetación.**

La construcción y operación del proyecto tiene una superficie de 54,850.08 m<sup>2</sup> de selva mediana subperennifolia de los cuales 19,032.25 m<sup>2</sup>, serán obras construidas con material permeable con la finalidad de garantizar la infiltración de aguas pluviales.

- **Factor Impactado: Fauna.**

Los efectos negativos que conlleva la ejecución del proyecto sobre el hábitat, diversidad y distribución espacial de la fauna silvestre están directamente relacionados con aquellos que sufrirá la vegetación; dado que al retirar la vegetación y disminuir la cobertura vegetal se reduce en consecuencia el hábitat de la fauna silvestre y, del mismo modo, al reducir la diversidad florística se restringen los recursos alimenticios y posibilidades de áreas de percheo, anidación y reproducción de las especies animales que habitan en la zona de interés.

Cabe mencionar que los animales de mayor tamaño por su naturaleza se desplazan por si solos hacia donde encuentren las condiciones adecuadas y disponibles para un mejor desarrollo de su comunidad.

Los impactos sobre la fauna son, además de adversos, indirectos, temporales y su reversibilidad depende en gran medida de la restitución de las áreas verdes.

- **Factor Impactado: Paisaje.**

Indudablemente la eliminación de la vegetación, así como el movimiento de tierras inherente a este tipo de obras traerá como consecuencia un impacto al paisaje actual de la zona, sin

embargo, este se minimiza en cierta medida al encontrarse dentro de una zona residencial - turística. Asimismo, se consideran medidas de mitigación para este impacto, tales como llevar a cabo un Programa de Reforestación con especies nativas de la región, así como llevar a cabo el rescate y reubicación de individuos, por lo que se considera de intensidad media y muy puntual.

- **Factor Impactado: Suelo.**

La remoción de la vegetación, así como el movimiento de tierras, deja al descubierto el suelo pudiendo ocasionar la erosión eólica y/o hídrica del mismo. Aunado a que el uso de maquinaria durante las labores antes mencionadas implica un riesgo de contaminación en caso de mal manejo.

Cabe mencionar que, de los 54,850.08 m<sup>2</sup> de selva mediana subperennifolia que se verán afectados por las obras y actividades del proyecto, 19,032.25 m<sup>2</sup> serán obras construidas con material permeable con la finalidad de garantizar la infiltración de aguas pluviales, además de que se contempla la implementación de medidas de mitigación tales como un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, así como de Reforestación.

- **Factor Impactado: Agua.**

Las labores de desmonte y nivelación pueden traer como consecuencia la alteración de la calidad y curso del agua superficial o subterránea, así como su contaminación en el caso de algún accidente y/o derrame.

Cabe mencionar dentro del proyecto **NO** se encuentra tipo de corriente de agua superficial perenne y/o intermitente. Derivado de lo anterior se considera que el impacto es negativo, de intensidad alta, de extensión parcial, pero mitigable.

- **Factor Impactado: Atmósfera.**

Los trabajos de despalme y desmonte tendrán efectos directos en la emisión de polvo, partículas fugitivas y ruido, debido a las labores propias de la actividad, así mismo los niveles de ruido durante la etapa de preparación se incrementarán en el área del proyecto por el uso del transporte, equipo y maquinaria, así como por la presencia de los trabajadores en la zona de la obra.

Los impactos ocasionados por la emisión de partículas y ruido son muy puntuales, aunque se debe considerar que se generaran también durante la construcción del proyecto, aunque en mucha menor escala. Sin embargo, estos impactos pueden ser mitigados, implementando medidas para ello.

- **Factor Impactado: Empleo.**

Es importante mencionar que las actividades de desmonte y despalme tendrán desde una perspectiva socioeconómica aspectos positivos, ya que, para la ejecución de estos trabajos, habrá de contratarse personal de la localidad, lo cual propiciará la generación de empleos.

*Limpieza, Nivelación y Compactación del Terreno.*

Los impactos permanentes a las condiciones físicas del sitio, se desarrollarán durante las actividades de nivelación y relleno, pues una vez que la infraestructura haya sido construida éstos serán irreversibles.

El área de influencia de impacto bajo el cual se evaluó el indicador formas del terreno fue a nivel del polígono que conforma los predios, ya que los impactos ejercerán presión únicamente sobre el área a desarrollar. Sin embargo, debido a la interacción dentro del sistema ambiental, y al flujo natural de agua por escorrentía, se toma en cuenta la posible afectación a zonas aledañas.

La compactación modifica la actividad bioquímica y microbiológica del suelo. El mayor impacto físico que se produce es la reducción de la porosidad, lo que implica una menor disponibilidad tanto de aire como de agua para las raíces de las plantas. Al mismo tiempo, las raíces tienen más dificultad en penetrar en el suelo y un acceso reducido a los nutrientes.

La actividad biológica queda de esta forma, sustancialmente disminuida. Asimismo, la compactación provoca el aumento de la escorrentía, pues disminuye la capacidad de filtración del agua de lluvia. Esto incrementa el riesgo de erosión producida por el agua, la pérdida de las capas superficiales de suelo y la consiguiente pérdida de nutrientes. Otro efecto de las actividades en el suelo radica en el uso de productos que son potencialmente contaminantes, como por ejemplo los aceites y combustibles utilizados para el funcionamiento de la maquinaria y equipo.

- **Factor Impactado: Suelo.**

La compactación modifica la actividad bioquímica y microbiológica del suelo. El mayor impacto físico que se produce es la reducción de la porosidad, lo que implica una menor disponibilidad tanto de aire como de agua para las raíces de las plantas.

Al mismo tiempo, las raíces tienen más dificultad en penetrar en el suelo y un acceso reducido a los nutrientes. La actividad biológica queda de esta forma, sustancialmente disminuida. Asimismo, la compactación provoca el aumento de la escorrentía, pues disminuye la capacidad de filtración del agua de lluvia. Esto incrementa el riesgo de erosión producida por el agua, la pérdida de las capas superficiales de suelo y la consiguiente pérdida de nutrientes. Adicionalmente, las labores de compactación modificarán de manera

permanente las condiciones del suelo y el uso de maquinaria durante las labores antes mencionadas implica un riesgo de contaminación en caso de mal manejo.

Cabe mencionar que la construcción y operación del desarrollo turístico contempla la remoción de 54,850.08 m<sup>2</sup> de SMSP y se considera aprovechar los taludes naturales del terreno, por lo que el impacto será negativo, de intensidad muy alta pero puntual.

- **Factor Impactado: Atmósfera.**

Los trabajos de limpieza, nivelación y compactación del terreno tendrán efectos directos en la emisión de polvo, partículas fugitivas y ruido, debido a las labores propias de la actividad. Cabe mencionar que el predio presenta una topografía sensiblemente plana, por lo que se considera aprovechar los taludes naturales del terreno.

- **Factor Impactado: Agua.**

Las labores de limpieza, nivelación y compactación del terreno pueden traer como consecuencia la alteración de la calidad y curso del agua superficial, así como su contaminación en el caso de algún accidente y/o derrame por de maquinaria.

Cabe mencionar que dentro del proyecto **NO** se encuentra algún tipo de corriente de agua superficial perenne y/o intermitente.

Derivado de lo anterior se considera que el impacto es negativo, de intensidad alta, de extensión parcial, pero mitigable.

- **Factor Impactado: Paisaje.**

Indudablemente los trabajos de movimiento de tierras inherente a este tipo de obras traerán como consecuencia un impacto al paisaje actual de la zona, sin embargo, este se minimiza en cierta manera al encontrarse dentro de una zona residencia -turística y se consideran medidas de mitigación.

- **Factor Impactado: Empleo.**

Es importante mencionar que las actividades de desmonte y despalme tendrán desde una perspectiva socioeconómica aspectos positivos, ya que para la ejecución de estos trabajos, habrá de contratarse personal de la localidad, lo cual propiciará la generación de empleos.

Cabe mencionar que pesar de que esta actividad generará más empleos estos solamente serán significativos a nivel local debido a la magnitud de los trabajos que se realizarán.

### V.2.3. CONSTRUCCIÓN.

#### Cimentación (C3).

Como densidad neta del proyecto, se construirá un total de 175 viviendas unifamiliares y 47 viviendas plurifamiliares. Se contempla un desmonte total de 54,850.08 m<sup>2</sup> de vegetación de tipo selva mediana subperennifolia.

En esta actividad se realizarán las perforaciones o excavaciones en los sitios donde deberán ubicarse los cimientos, que servirán de base a las construcciones.

Estas actividades darán lugar a impactos al suelo mediante su compactación, la generación de residuos de excavación y emisiones al aire por polvos y ruido. Sin embargo, es importante recordar que la superficie de trabajo no es demasiado extensa, se delimita al área de construcción de los cimientos.

Los volúmenes de materiales de excavación serán utilizados para relleno en el mismo proyecto o para los desniveles en los que así se requiera, por lo que se considera que los principales impactos se generarán por y la impermeabilización de estas áreas debido a la colocación del concreto en el suelo.

Otro aspecto es el ruido que producirán los equipos que se utilicen, el cual será de una alta intensidad, pero de corta duración, así como la posible contaminación del suelo y agua por hidrocarburos del equipo. Los impactos generales son negativos y de intensidad media y alta, sin embargo, todos serán de caracteres temporales, muy localizados y se consideran medidas de mitigación.

- **Factor Impactado: Suelo.**

Esta actividad implica la compactación del suelo en las zonas de cimentación, la impermeabilización del mismo y la generación de materiales producto de excavación, que eventualmente son residuos. Por otra parte, también existe la posibilidad de contaminación del suelo por hidrocarburos debidos al uso de equipo neumático en algunas de las labores. Los volúmenes de materiales de excavación serán utilizados para relleno en el mismo proyecto o para los desniveles en los que así se requiera, por lo que se considera que los principales impactos se generarán por y la impermeabilización de estas áreas debido a la colocación del concreto en el suelo. Sin embargo, es importante recordar que la superficie de trabajo no es demasiado extensa, se limita al área de construcción de los cimientos.

- **Factor Impactado: Atmósfera.**

Los trabajos de excavación y cimentación tendrán también como consecuencia la de emisión polvos y la dispersión de partículas fugitivas además de la generación de ruido, debido a las



labores propias de la actividad. Cabe mencionar que excavación en cepas para desplante de cimentación se realizará de dos maneras, dependiendo de la dureza del suelo a excavar: Excavación a mano, utilizando pico y pala o con compresores neumáticos y pistolas rompedoras (en caso de encontrar roca), por lo que se considera que el impacto, es negativo, de intensidad media y de extensión muy puntual. Asimismo, estos impactos pueden ser mitigados y se consideran muy puntuales.

- **Factor Impactado: Agua.**

Las labores de excavación y cimentación podrían tener como consecuencia la alteración de la calidad y curso del agua superficial, así como del agua subterránea en caso de algún evento de contaminación por hidrocarburos de la maquinaria utilizada. Sin embargo, es importante recordar que la superficie de trabajo no es demasiado extensa por lo que se considera que el impacto es mediano, aunado a que la superficie de trabajo no es demasiado extensa.

Cabe mencionar que, dentro del proyecto, **NO** se encuentra corrientes de agua superficial perenne y/o intermitente, así como tampoco, cuerpos de agua permanentes.

- **Factor Impactado: Fauna.**

El principal impacto que sufrirá la fauna presente en el sitio del proyecto es el desplazamiento de la misma, producto del ruido generado por la maquinaria que se utilizará en las etapas de preparación del sitio y construcción; sin embargo, se implementarán acciones de ahuyentamiento de la fauna presente en el sitio; así como llevar a cabo el rescate y reubicación de individuos que por su lento desplazamiento no pueden trasladarse a lugares seguros.

- **Factor Impactado: Paisaje.**

Indudablemente los trabajos de movimiento de tierras inherente a este tipo de obras traerán como consecuencia un impacto al paisaje actual de la zona, sin embargo, este se minimiza en cierta manera al encontrarse dentro de una zona residencial - turística. Se consideran medidas de mitigación.

- **Factor Impactado: Empleo.**

Es importante mencionar que las actividades cimentación tendrán desde una perspectiva socioeconómica aspectos positivos, ya que, para la ejecución de estos trabajos, habrá de contratarse personal de la localidad, lo cual propiciará la generación de empleos. Cabe mencionar que pesar de que esta actividad generará más empleos estos solamente serán significativos a nivel local debido a la magnitud de los trabajos que se realizarán.

Estructuras y Albañilería (C4).

Esta actividad se refiere a la construcción de los muros, castillos y cadenas que pueden ser divisorios o estructurales para soportar los techos. Esta etapa es la que presenta mayor actividad en cuanto al manejo y almacenamiento de materiales de construcción (Aglutinantes, Agregados, Aceros de refuerzo y estructural y Madera para cimbra). Los impactos generados serán negativos, de intensidad mediana, pero muy localizados y de carácter temporal, aun que es preciso mencionar que la generación de empleos directos será importante.

- **Factor Impactado: Suelo.**

Debido a que, en esta fase de la obra, la intensidad de trabajo aumentara con respecto al uso de maquinaria, materiales y número de personal laborando en el área de estudio, existe un mayor riesgo de alterar el suelo tanto por residuos como por contaminantes sólidos o líquidos.

- **Factor Impactado: Atmósfera.**

El desarrollo de estos trabajos, provocará la liberación de polvo a la atmósfera, lo cual incrementa los niveles de partículas suspendidas en el aire, tanto por los mismos trabajos en si como por el acarreo de materiales de construcción. Este impacto se calificó como adverso, de intensidad mediana considerando la calidad y la capacidad de depuración del aire del área, además, existen medidas de mitigación para este impacto. Por otra parte, las labores producto de la construcción de estructuras y albañilería ocasionarán incrementos en los niveles de ruido.

- **Factor Impactado: Agua.**

Las actividades de construcción generan toda una serie de impactos los cuales pueden provocar un efecto no deseado principalmente en la calidad, tanto en aguas superficiales como subterráneas. Asimismo, la calidad del agua puede verse afectada por la defecación al aire libre de los trabajadores, aunque se tiene previsto la instalación de letrinas portátiles, sin embargo, habrá que supervisar que se hagan uso de ellas y tener un control en su mantenimiento. Cabe mencionar dentro del proyecto **NO** se encuentra tipo de corriente de agua superficial perenne y/o intermitente.

- **Factor Impactado: Paisaje.**

Indudablemente los trabajos inherentes a este tipo de obras traerán como consecuencia un impacto al paisaje actual de la zona, sin embargo, este se minimiza en cierta manera al encontrarse dentro de una zona residencial - turística. Se consideran medidas de mitigación.

- **Factor Impactado: Empleo.**

Es importante mencionar que estas actividades tendrán desde una perspectiva socioeconómica aspectos positivos, ya que, para la ejecución de estos trabajos, habrá de contratarse personal de la localidad, lo cual propiciará la generación de empleos.

Acabados e Instalaciones.

La preparación de las diferentes instalaciones necesarias dentro de las viviendas, entre las que se contemplan la hidráulica, sanitaria, eléctrica, aire acondicionado, telefónica, etc., ocupará un gran tiempo, materiales y mano de obra. Asimismo, los acabados de las diferentes obras implican una gran cantidad de materiales y sustancias las cuales deberán manejarse adecuadamente con el fin de evitar problemas de contaminación al suelo y agua principalmente.

Los impactos a generar serán negativos, pero de una mediana intensidad, muy localizados, así como temporales. Aun así, se consideran medidas de mitigación.

- **Factor Impactado: Suelo.**

Como ya se mencionó anteriormente, durante esta fase se manejarán muchos materiales y sustancias puntuales utilizadas en el proceso de colocación de terminados e instalaciones especiales, y un manejo inadecuado o el almacenamiento incorrecto de los mismos pueden ocasionar eventos no deseados de contaminación al suelo. Asimismo, la generación de residuos sólidos y también peligrosos como botes de pintura, aceites, catalizadores, solventes, etc., podrán ocasionar contaminación. Sin embargo, muchas de estas labores se estarán desarrollando en el interior de los cuartos, por lo que se verán disminuidas y se estima que el impacto generado sea mediano y puntual. Se consideran medidas de mitigación tales como llevar a cabo un programa de Conservación y Restauración de suelos; así como, evitar el vertimiento de materiales y residuos en las zonas de escorrentía o en el suelo desnudo.

- **Factor Impactado: Atmósfera.**

Durante la fase de acabados e instalaciones y desmontaje de instalaciones habrá cierta liberación de polvos y partículas a la atmósfera, así como generación de ruido. Cabe mencionar que muchas de estas labores se estarán desarrollando en el interior de los cuartos, por lo que se verán disminuidas y se estima que el impacto generado sea bajo y puntual. Se consideran medidas de mitigación tales como procurar mantener durante los trabajos de preparación, el terreno en fase húmeda para evitar la dispersión de partículas al ambiente; así como, cubrir los vehículos que se empleen para el traslado de los residuos generados por el desmonte y despalme, con la finalidad evitar las fugas de material y emisiones de polvo y vigilar que todos los vehículos de combustión interna, así como la maquinaria se encuentre

en buenas condiciones y cumpla con las Normas Oficiales Mexicanas vigentes en materia de calidad del aire y emisiones de ruido.

- **Factor Impactado: Agua.**

Al igual que con el suelo, un inadecuado manejo en las sustancias y materiales utilizados en los procesos de terminados e instalaciones, así como de los posibles desechos generados, aumentan el riesgo de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Sin embargo, muchas de estas labores se estarán desarrollando en el interior de los cuartos, por lo que se verán disminuidas y se estima que el impacto generado sea mediano y puntual. Asimismo, la calidad del agua puede verse afectada por la defecación al aire libre de los trabajadores, aunque se tiene previsto la instalación de letrinas portátiles, sin embargo, habrá que supervisar que se hagan uso de ellas y tener un control en su mantenimiento.

- **Factor Impactado: Vegetación.**

En la fase final de construcción del proyecto, se llevarán a cabo acciones de revegetación dentro del proyecto en todas las áreas destinadas para este fin. Las plantas a utilizar deberán ser de la región y serán provenientes de centro de acopio temporal del proyecto producto del Programa de Rescate y Reubicación de Flora, el cual tiene como objetivo proteger aquellos ejemplares que son susceptibles de ser rescatados, especialmente los que encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- **Factor Impactado: Fauna.**

El restablecimiento de vegetación dentro del proyecto puede atraer a cierto tipo de fauna que la empleará como refugio o área de alimentación, por lo cual se considera como un impacto benéfico. Es importante considerar que, dadas las características intrínsecas del proyecto, se mantendrá un control sobre cierto tipo de fauna, principalmente roedores e insectos.

- **Factor Impactado: Paisaje.**

Una vez concluido todo el proceso de construcción, el proyecto se encontrará integrado al ámbito natural de la región, la cual corresponde a una zona residencial – turística.

- **Factor Impactado: Empleo.**

Tanto las actividades de construcción de la estructura como las de terminados e instalaciones tendrán también, desde una perspectiva socioeconómica aspectos positivos ya que, para la ejecución de estos trabajos, habrá de contratarse personal de la localidad, lo cual repercutirá en la generación de empleos para los habitantes de la zona.

#### V.2.4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

##### Operación (OMI).

La mayor parte de los impactos en esta etapa fueron detectados bajo el supuesto de mal uso de los recursos por parte de los usuarios de las instalaciones, pues de esta manera es como se afectaría negativamente el entorno y los recursos como el agua. Las actividades turísticas generan impactos directamente proporcionales a su intensidad de uso, por lo tanto, las regulaciones para proteger el ambiente deben estar basadas en un uso racional y adecuado. La etapa de operación, si bien representa la etapa de uso más intenso de los recursos, también implica actividades cuya afectación es más factible de ser mitigada, pues depende del modo en que se lleven a cabo.

Durante esta etapa los impactos más frecuentes son los impactos directos; sin embargo, existe una serie de afectaciones que sólo son perceptibles y medibles a largo plazo. Lamentablemente es este tipo de impactos los que presentan una mayor dificultad para evaluarse, ya que es más difícil percibirlos y anticiparlos, ya sea por la intensidad misma del impacto o por el tiempo en que se presenta, por lo que se recomienda llevar a cabo una serie de monitoreos de los recursos que puedan resultar dañados a largo plazo, como el efecto de las perturbaciones en la fauna. En esta etapa no existirán impactos a los indicadores de formas del terreno y vegetación, ya que se habrán implementado las medidas de prevención y mitigación propuestas en las dos primeras etapas, y ocurrirán impactos positivos como aquellos relacionados con el indicador de economía, por lo que se les omite en la propuesta de medidas de mitigación.

- **Factor Impactado: Suelo.**

Durante la fase de operación se generarán residuos diariamente, por lo que un mal manejo y disposición de los mismos, puede originar impactos, como presencia de basura en el área de conservación o en las áreas ajardinadas o bien en la playa o en el mar, pudiendo resultar peligroso para la fauna silvestre, por ejemplo, o bien dar pauta a la proliferación de fauna nociva (moscas, mosquitos, cucarachas y ratas) en la zona del proyecto. Se estima que, durante la operación del proyecto, en temporada de máxima ocupación, se generen alrededor de 1 tonelada/día de residuos sólidos, los cuales consistirán básicamente de papel, vidrio, plástico, telas, residuos de comida y materia orgánica, producto de la poda de las plantas y el control de la maleza.

- **Factor Impactado: Atmósfera.**

Durante la fase de operación de los departamentos se podrán generar algunas emisiones a la atmósfera y ruido proveniente de la caldera, sistema de calefacción del agua, plantas de emergencia y/o cocina. Por ser equipos nuevos, aunado a que se considera que la cantidad de combustibles no es muy grande, se espera que el impacto a la atmósfera sea de intensidad media, localizado aunque de carácter continuo.

**Factor Impactado: Agua.**

Durante la fase de operación, el recurso del agua se verá afectado de dos formas: Por la cantidad de agua requerida para el funcionamiento de las viviendas y las diferentes áreas de servicio (cisterna, restaurantes, oficinas y sanitarios) y por la generación de aguas residuales (calidad) provenientes de los servicios. Con base en el Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, libro V, 1ª sección, tema 1, Datos Básicos de CONAGUA, se adoptó una generación de 1,500 litros/cuarto/día, incluyendo los servicios. De acuerdo con la misma CNA, la proporción de agua que se dispone a los drenajes es del 80%, por lo que las aguas generadas por el proyecto serán conducidas a una planta de tratamiento, localizada en las áreas de servicio del proyecto, la cual tendrá una superficie de 110.69 m<sup>2</sup>.

- **Factor Impactado: Paisaje.**

Una vez concluido todo el proceso de construcción, el proyecto se encontrará integrado al ámbito natural de la región.

- **Factor Impactado: Empleo.**

Es importante mencionar que las actividades remoción de pastos, desde una perspectiva socioeconómica aspectos positivos para la región ya que, para la ejecución de estos trabajos, habrá de contratarse personal de la localidad.

*Mantenimiento (OM2).*

Los trabajos de mantenimiento tienen, por sí mismos, un alto potencial contaminante, pues en ellos se emplean en la mayoría de los casos compuestos químicos como solventes y desengrasantes que requieren de un cuidado especial en su almacenamiento, transporte y disposición o tratamiento final. El mantenimiento de equipo e instalaciones del complejo residencial tendrá un impacto negativo, que al igual que en las áreas de servicios y de operación puede reducirse substancialmente con prácticas ambientales que den lugar a la minimización en la generación de residuos. Se espera que en las áreas de mantenimiento se generen diversos residuos peligrosos, entre los que destacan aceites residuales, residuos de grasas, pinturas, estopas, plaguicidas y solventes. Estos deberán ser manejados de conformidad con la legislación ambiental mexicana, ya que por sus características representan un impacto potencial negativo sumamente alto y de carácter permanente.

- **Factor Impactado: Suelo.**

Las actividades de mantenimiento de un complejo, son siempre riesgosas como fuente de contaminación considerando el tipo de sustancias que se utilizan dentro de estas actividades como son solventes, pinturas, grasas y aceites.

- **Factor Impactado: Atmósfera.**

Se espera la evaporación de solventes (compuestos orgánicos volátiles) durante la aplicación de estos durante la etapa de mantenimiento.

- **Factor Impactado: Agua.**

Las actividades de mantenimiento de un complejo, son siempre riesgosas como fuente de contaminación considerando el tipo de sustancias que se utilizan dentro de estas actividades como son solventes, pinturas, grasas y aceites.

- **Factor Impactado: Paisaje.**

Un programa de mantenimiento adecuado de la infraestructura y equipo dentro del proyecto, permitirá que el edificio se mantenga en buen estado y agradable a la vista, contribuyendo a mejorar la imagen urbana de la zona urbana.

- **Factor Impactado: Empleo.**

El mantenimiento de los equipos e infraestructura del complejo residencia, tendrá repercusiones positivas dentro del ámbito social al generar empleos.

#### V.2.5. FASE DE ABANDONO.

No se considera dentro del presente estudio de Impacto Ambiental, considerando el tiempo estimado de vida útil del proyecto, el cual es de más 99 años.

#### V.2.6. TABLAS DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

Factor Ambiental	SUELO Y AGUA
Componente Ambiental	Calidad del suelo y agua
<b>Impactos Ambientales generados con la realización del proyecto</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La remoción de la vegetación, así como el movimiento de tierras, deja al descubierto el suelo pudiendo ocasionar la erosión eólica y/o hídrica del mismo. Aunado a que el uso de maquinaria durante las labores antes mencionadas implica un riesgo de contaminación en caso de mal manejo.</li> <li>• Las labores de desmonte y nivelación pueden traer como consecuencia la alteración de la calidad y curso del agua superficial o subterránea, así como su contaminación en el caso de algún accidente y/o derrame. Cabe mencionar dentro del proyecto NO se encuentra tipo de corriente de agua superficial perenne y/o intermitente.</li> <li>• La compactación modifica la actividad bioquímica y microbiológica del suelo. El mayor impacto físico que se produce es la reducción de la porosidad, lo que implica</li> </ul>	

<b>Factor Ambiental</b>	<b>SUELO Y AGUA</b>
Componente Ambiental	Calidad del suelo y agua
<b>Impactos Ambientales generados con la realización del proyecto</b>	
<p>una menor disponibilidad tanto de aire como de agua para las raíces de las plantas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de alterar el suelo tanto por residuos como por contaminantes sólidos o líquidos.</li> <li>• La calidad del agua puede verse afectada por la defecación al aire libre de los trabajadores.</li> <li>• Al igual que con el suelo, un inadecuado manejo en las sustancias y materiales utilizados en los procesos de terminados e instalaciones, así como de los posibles desechos generados, aumentan el riesgo de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.</li> </ul>	

<b>Factor Ambiental</b>	<b>VEGETACIÓN</b>
Componente Ambiental	Importancia Ecológica: Especies en la NOM-059, Endémicas, etc.
<b>Impactos Ambientales generados con la realización del proyecto</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La eliminación de la vegetación, así como el movimiento de tierras inherente a este tipo de obras traerá como consecuencia un impacto significativo a las especies arbóreas de la zona del proyecto.</li> <li>• La pérdida de los beneficios de los servicios ambientales, que además representa el hábitat de la fauna que se encuentran en el sitio del proyecto, por lo que se considera un impacto ambiental significativo.</li> </ul>	

<b>Factor Ambiental</b>	<b>FAUNA</b>
Componente Ambiental	Importancia Ecológica: Especies en la NOM-059, Endémicas, etc.
<b>Impactos Ambientales generados con la realización del proyecto</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La reducción del hábitat de la fauna silvestre, al reducir la diversidad florística se restringen los recursos alimenticios y posibilidades de áreas de percheo, anidación y reproducción de las especies animales que habitan en la zona de interés.</li> <li>• La Perturbación y desplazamiento obligado de las especies producto del ruido generado por la maquinaria utilizada en las diferentes etapas del proyecto hacia lugares mejor conservados.</li> </ul>	

<b>Factor Ambiental</b>	<b>ATMOSFERA</b>
Componente Ambiental	Importancia Ecológica: Calidad del aire
<b>Impactos Ambientales generados con la realización del proyecto</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los trabajos de despalde y desmonte tendrán efectos directos en la emisión de polvo, partículas fugitivas y ruido, debido a las labores propias de la actividad, así mismo los niveles de ruido durante la etapa de preparación se incrementarán en el área del proyecto por el uso del transporte, equipo y maquinaria, así como por la presencia de los trabajadores en la zona de la obra.</li> <li>• Los trabajos de limpieza, nivelación y compactación del terreno tendrán efectos</li> </ul>	



PLAN MAESTRO TAO TULUM

---

<b>Factor Ambiental</b>	<b>ATMOSFERA</b>
Componente Ambiental	Importancia Ecológica: Calidad del aire
Impactos Ambientales generados con la realización del proyecto	
directos en la emisión de polvo, partículas fugitivas y ruido, debido a las labores propias de la actividad.	

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

Se identificaron las medidas mínimas necesarias a realizar para reducir, compensar o evitar los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos del SA y así garantizar que el costo ambiental del desarrollo del presente proyecto se reduzca, en términos de magnitud de impactos, lo más posible.

El análisis de jerarquización e importancia de las medidas propuestas en el presente Capítulo, se derivan de distintas consideraciones ambientales, tales como principales elementos del ambiente que se verán afectados por el proyecto (flora y fauna), así como implicaciones en el corto, mediano y largo plazo de las actividades que impactan el entorno ambiental del proyecto.

En este sentido, las medidas preventivas son prioritarias ya que su correcta ejecución permite evitar y reducir los impactos adversos del proyecto, evitando su adición con los del SA, es por ello, que se inicia con la identificación y descripción de las medidas preventivas, por encima de las demás.

### MITIGACIÓN POR COMPONENTE AMBIENTAL.

**Medida de mitigación 1.** Lineamientos de buenas prácticas para el personal en la obra y mitigación de impactos.

Tipo de medida: Reducción y Prevención.

Ubicación espacial: En todo el predio del proyecto.

Etapas de aplicación: A partir de la preparación del sitio y durante la construcción.

Impacto que mitiga, criterio o Norma oficial que cumple:

Cumplimiento a las NOM-081- SEMARNAT -1994, LA NOM-052- SEMARNAT-2005 y la NOM-138- SEMARNAT//SS-2003.

*Impactos prevenidos.*

**Impacto 2.** Riesgo de contaminación al acuífero en zonas de alta vulnerabilidad ante eventuales derrames de hidrocarburos y metales pesados, durante el desarrollo del proyecto.

**Impacto 6.** Afectación del paisaje por las actividades de preparación del sitio y en caso de disposición inadecuada de material de desperdicio.

*Descripción general.*

El constructor informará a su personal de las condicionantes y restricciones que deberán cumplirse durante la etapa de preparación del sitio y construcción. El constructor deberá

definir el procedimiento de vigilancia, así como asegurarse de que los incumplimientos serán sancionados.

Durante las fases de preparación del sitio y construcción se generarán residuos sólidos que deberán ser manejados de manera responsable y en cumplimiento de las disposiciones oficiales.

Procedimiento:

a) Previa a los trabajos de campo y de construcción.

En cada sitio de construcción se delimitará claramente la superficie autorizada para la construcción. Se evitará toda afectación y desmonte fuera del área delimitada.

De manera particular, el promovente se compromete a seguir los lineamientos y cumplir las restricciones que en este documento se definen, así como las que establezca la autoridad.

El promovente declara su intención de no realizar ni permitir la cacería, ni comercio de vegetación o fauna silvestre por parte de los trabajadores y se compromete a implementar un sistema de vigilancia ambiental en el que intervendrá una organización independiente del constructor con el fin de verificar que todas las restricciones y lineamientos de protección ambiental sean llevadas a cabo de manera apropiada y responsable.

En cumplimiento de lo establecido por los artículos 27 y 28 del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, en caso de pretender realizar modificaciones al proyecto descrito en esta Manifestación de Impacto Ambiental, el promovente dará aviso a SEMARNAT, de manera que esa Dependencia determine lo conducente al respecto.

b) Durante la preparación del sitio y construcción

Una semana previa al inicio de las actividades del proyecto, se realizará una reunión con todo el personal de construcción y supervisión, dicha reunión de información se repetirá cada cuatro meses, de manera que los trabajadores conozcan los lineamientos y los puedan tener presentes.

En esa reunión los trabajadores conocerán la siguiente información:

- Se prohíbe trabajar durante la noche y/o permanecer en el frente de obra durante la noche (de 6:30 PM a 7:00 AM).
- Estará prohibido desmontar y despallar fuera del área autorizada para la remoción de vegetación. El desmonte se realizará de manera gradual y en zonas en donde haya ya operado la brigada de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre.
- No se debe recolectar ninguna planta, ni hongos de la superficie de selva mediana.
- Queda estrictamente prohibido capturar, dañar, atrapar, alimentar o molestar de forma alguna a la fauna; también se prohíbe extraer cualquier material vegetativo, no

obstante, este haya sido derribado durante la preparación del sitio. El trabajador que incumpla esta disposición será sancionado con una pena de veinte días de su salario.

- En caso de ver un animal venenoso o amenazante se deberá dar aviso de inmediato a un integrante de las brigadas de protección de fauna. El integrante de la brigada tomará la responsabilidad sobre las acciones para protección y reubicación del organismo.
- Se prohíbe utilizar fuego para cocinar o para cualquier otro propósito. La comida consumida en la obra podrá ser frío. Toda la basura derivada de esta actividad deberá ser colocada en los botes de basura ubicados en los frentes de obra.
- No deberá utilizarse fuego ni productos químicos para ninguna operación relacionada con el desmonte, podas, deshierbe ni despalme en el derecho de vía.
- Todas las actividades deberán efectuarse solamente durante el día, entre las 7 y las 18 horas.
- Los operadores de maquinaria deberán utilizar protección auditiva, misma que deberá proporcionar el patrón. En las zonas que se encuentren a menos de 1 Km de los poblados se deberán restringir las actividades al horario de 10 a 17 horas. Este punto da cumplimiento a la NOM-081-SEMARNAT-1994.
- No se permitirá que la maquinaria pernocte en la zona, con excepción de sitios cercanos a poblados o brechas, desprovistos de vegetación forestal
- Se deben utilizar los baños portátiles de tipo semiseco ubicados en los frentes de obra para defecar. Estos baños serán vaciados cada mes por la empresa que los rente, el producto será revuelto con el material de despalme.

Para llevar a cabo la correcta recolección, separación y disposición de residuos sólidos domésticos, se realizarán las siguientes acciones:

- En cada frente de obra se colocará un bote de basura con tapa, donde deberá colocarse toda la basura común (residuos domésticos). El contenedor deberá estar rotulado para su fácil identificación.
- Por lo menos tres veces a la semana, la bolsa interior que contenga la basura se transportará al sitio que disponga la autoridad municipal, según corresponda a la ubicación del frente de obra.
- En los botes de basura no se deberá arrojar residuos peligrosos de ningún tipo, incluyendo estopas empapadas en lubricantes o combustibles, tampoco envases ni refacciones.
- No se permitirá la descarga de grasas, aceites, combustibles, pinturas, solventes ni ningún otro tipo de hidrocarburos hacia el agua, aire, suelo, barrancas, laderas, escurrimientos, cauces ni cuerpos de agua.

En el caso de la recolección, separación y disposición de residuos de construcción, para protección del suelo, escurrimientos y cuerpos de agua, estos son regulados como residuos

de manejo especial<sup>8</sup>, de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF 07/06/2013), en su Artículo 19, fracción VIII.

- Se realizará la estimación del material producto de cortes y excavaciones y se informará a la autoridad municipal correspondiente.
- El material producto de cortes y excavaciones y excedente para la obra se podrá almacenar temporalmente en el predio del proyecto, de manera particular, en zonas que cumplan las siguientes características:
  - Sea un terreno plano o con pendientes no mayores al 9%.
  - Sea un sitio sin cobertura vegetal o con suelo desnudo.
  - El material deberá acamellonarse en capas horizontales.
- En la bitácora serán anexadas cada una de estas fotografías mostrando el panorama del antes y el después; en caso de haber algún cambio se deberá de explicar el porqué de los cambios, se verificará con ello que el producto del desmonte, despalme o nivelaciones no haya sido arrojado a ningún cuerpo de agua.
- El material de desmonte que no sea maderable, el producto de las excavaciones y nivelaciones, así como el suelo producto del despalme podrá ser utilizado para obras de reforestación o en su caso para la remediación de los tramos que queden en desuso, debido a la construcción de rectificaciones.

Para llevar a cabo la correcta recolección, separación y disposición de residuos peligrosos, para protección del suelo, escurrimientos y cuerpos de agua se realizarán las siguientes acciones: Con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y NOM-052-Semarnat-2005 y NOM-053-1993 que regulan el tema, por lo que el constructor seleccionado deberá contar el registro de la SEMARNAT como generador de Residuos. Con base en el Artículo 42 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, los generadores y poseedores de residuos peligrosos podrán contratar servicios de empresas autorizadas por la SEMARNAT.

Los residuos peligrosos son aquellos que poseen las características enunciadas en las NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-053-SEMARNAT-1993. El constructor tendrá la obligación del cumplimiento de las Leyes, Reglamentos y demás disposiciones, así como las siguientes acciones:

- El constructor tendrá prohibido lavar los vehículos o maquinaria en los frentes, los deberá llevar a un autolavado.
- El constructor se comprometerá por escrito a realizar cualquier tipo de mantenimiento, reparación, cambio de aceite o de piezas únicamente en talleres mecánicos en operación comercial autorizados. Todo servicio deberá realizarse en talleres o locales adecuados en algún poblado en el que se encuentren talleres mecánicos en operación.

---

<sup>8</sup> Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Art. 5, Fracción XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

- En caso de derrame o fuga de hidrocarburos accidental se realizará una caracterización después de haber tomado las medidas de urgente aplicación, por parte de la empresa contratada para el manejo de residuos peligrosos. La caracterización del sitio del derrame debe contener como mínimo los siguientes elementos: Descripción del sitio y de la afectación, Estrategia de muestreo, Plan de muestreo e Informe. El sitio se considerará limpio cuando los muestreos indiquen que ya no se presenta la sustancia (NOM-138-SEMARNAT/SS-2003).
- Las estopas con algún solvente, aceite, combustible o cualquier sustancia con propiedades de corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad deberán colocarse en un tambo de material plástico resistente, identificado con la leyenda “Residuos Peligrosos”, dentro contendrá una bolsa de alta densidad, que también deberá estar etiquetada para indicar que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén temporal.
- Estos residuos serán almacenados temporalmente y entregados a una empresa autorizada para el manejo y disposición de residuos peligrosos.
- El promovente se obliga a verificar que el constructor realice las acciones respecto del manejo de estos residuos y del cumplimiento del Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos, incluyendo los trámites en materia de residuos peligrosos.
- Conforme termine la construcción en el frente de obra, se deberán levantar todos los desechos generados, incluyendo específicamente envases, piezas, fragmentos, metales y demás.

El promovente y la compañía constructora están obligados al cumplimiento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos, el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y las Normas Oficiales Mexicanas. La compañía constructora deberá generar y cumplir un Programa de Manejo de Residuos en el que establezca las actividades de separación, recolección y manejo de residuos sólidos y líquidos, y los responsables de verificar que las acciones cumplan la regulación ambiental vigente en la materia.

Cabe recordar que, con base en el Artículo 42 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, los generadores y poseedores de residuos peligrosos podrán contratar servicios de empresas autorizadas por la SEMARNAT. Mediante la difusión y concientización, se espera que el personal conocerá y recordará los lineamientos de protección ambiental y sabrá que esas serán vigiladas y su incumplimiento podrá ser motivo de sanción.

### **Medida de mitigación 2.** Programa de Rescate y Reubicación de Flora.

Tipo de medida: Mitigación y compensación.

Ubicación espacial: En el predio del proyecto, en superficies donde se distribuyan las especies objetivo de recolección.

Etapas de aplicación: Durante la fase de preparación del sitio, previa a la realización del desmonte. Preferentemente en los meses de fructificación de las especies de mayor valor de importancia y de aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Deberá desarrollarse con un mínimo de tres meses de anticipación al avance del frente de construcción.

Impacto que mitiga o norma que cumple:

**Impacto 4.** Desmonte de una superficie de 54,850.08 m<sup>2</sup> de SMSP.

Rescate y propagación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Objetivo: Rescatar a los individuos de la flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, especies endémicas y epífitas, y coleccionar semillas de especies con valores de importancia altos y representativos, para así disponer de un banco de germoplasma que garantice la dispersión de los individuos locales a las zonas de reforestación.

La utilización del germoplasma local en actividades de reforestación y restauración brinda importantes ventajas, entre las que se pueden destacar la mejor supervivencia debido a que los ejemplares están adaptados a las condiciones edafológicas y climáticas locales y requieren menores costos de mantenimiento. Esto se traducirá en menores necesidades de riego, mayor resistencia a las condiciones del clima y mejor adaptación a las propiedades físicas y químicas del suelo.

Las consideraciones tomadas en cuenta para plantear las especies sugeridas para rescate y/o propagación son:

- La mayoría de las especies son nativas a la zona.
- Se consideran como especies sustentables y de baja manutención.
- Sus requerimientos de cultivo y demandas edafológicas y climáticas son acordes a las condiciones de las áreas sujetas al programa.
- Una vez establecidas y afianzadas en sus lugares definitivos estas especies se caracterizan por menores necesidades de riego y una mayor resistencia natural a las condiciones del medio ambiente
- Muchas de las especies son atrayentes para la visitación de gran diversidad de aves de la región por sus flores y frutos, de insectos benéficos como abejas y abejorros silvestres, fauna silvestre en general.
- Son consideradas como restauradoras de áreas degradadas y formadoras de suelos.

Los individuos juveniles de las especies que se desarrollan en la zona donde se realizará la remoción de vegetación serán rescatados para ocuparse en la reforestación de primera etapa como nodrizas. En una segunda etapa, pueden utilizarse especies que se encuentren en

sucesiones más tardías. Es permitir que, por la propia sucesión natural, se desarrollen del banco semillero cuando sus probabilidades de éxito sean mayores.

Para el rescate de individuos se considerarán únicamente juveniles de las especies arbóreas, arbustos y epífitas que se desarrollan en el área del proyecto. No se consideran árboles adultos debido a que no soportan un trasplante, y es más probable la muerte de individuos adultos después de retirarlos del sustrato.

Después de la selección de las especies que se van a utilizar para la reforestación, es importante conocer la época de floración, fructificación y maduración de frutos, ya que la producción de plántulas depende de la cantidad y calidad de las semillas obtenidas de los frutos colectados. Para ello se deben seleccionar árboles sanos que estén creciendo sobre el área, en condiciones similares a las zonas que se van a reforestar. Se pueden realizar observaciones mensuales de varios individuos adultos de las especies de interés para seleccionar los árboles semilleros a utilizar. Cabe mencionar que la época de floración, fructificación y maduración de frutos puede variar entre sitios e incluso entre años en la misma región, debido a que estos procesos están relacionados con factores físicos y biológicos como la temperatura ambiente, la precipitación, la presencia de plagas y enfermedades. Por otra parte, cada especie tiene un comportamiento particular.

Procedimiento: Las labores de rescate que se plantean incluyen especies de la selva mediana. Consistirá en tres tipos de rescate: a) de semillas o esquejes, b) de juveniles, y c) de epífitas, cada uno con un procedimiento y requerimientos propios.

a) Rescate de juveniles

Se rescatarán todos los juveniles que se encuentren en el área de afectación, se determinará su especie en vivero y se desecharán aquellas especies exóticas e invasivas que pudieran encontrarse en el área. La recuperación de juveniles se realizará mínimo con un mes de adelanto al frente de obra que esté realizando el desmonte. Esto permitirá tener tiempo suficiente para trasladarlos al vivero y aclimatarlos antes de que lleguen los juveniles del siguiente frente.

b) Rescate por semilla y esquejes

La colecta y conservación de semillas es una medida de gran importancia para la conservación de la diversidad forestal, ya que la deforestación causa la fragmentación de los ecosistemas, y un ecosistema fragmentado no posee la misma estructura y composición que un ambiente conservado, por lo que el restablecer la cubierta vegetal para formar corredores resulta de vital importancia para la recuperación de los ambientes fragmentados. El rescate por esquejes implica la corta de partes vegetativas de plantas que tienen capacidad clonal, es decir, la capacidad de generar raíces adventicias a partir de tejido vegetativo, una característica que les permite propagarse de manera asexual a partir de ramas, tallos u otras partes de la planta que no tengan tejidos sexuales (flores).



El rescate de semillas se llevará a cabo a lo largo del año que dure la obra ya que depende de la fructificación, siempre hasta 3 meses delante del desmonte. Para la recolección de esquejes se utilizarán los árboles derivados durante la actividad del desmonte ya que es más fácil su recuperación. La colecta de semillas depende de la fenología de las plantas y los periodos de madurez de los frutos; mientras que la colecta de esquejes puede extenderse en todo el año de acuerdo a las necesidades de la reforestación.

Los esquejes se recolectarán de los árboles derribados dentro del área de cerros únicamente. Los árboles se cortarán con motosierra y su caída se dirigirá por cuerdas por lo que se espera menos daños, una vez que una longitud de 300 m este sin árboles y antes de su desrame, se cortarán los esquejes, procurando no cortar más de 5 esquejes por árboles, para evitar propagar más individuos idénticos genéticamente.

### **Medida de mitigación 3. Programa de Rescate y Reubicación de Fauna**

Tipo de medida: Mitigación y compensación.

Ubicación espacial: Dentro del predio del proyecto.

Etapas de aplicación: Durante la fase de preparación del sitio. Antes del desmonte.

Impacto que mitiga o norma que cumple: **Impacto 5.** Impactos directos e indirectos sobre la fauna silvestre: Pérdida de hábitat en 54,850.08 m<sup>2</sup> de vegetación de tipo forestal de SMSP (35,817.83m<sup>2</sup> de áreas techadas y 19,032.25m<sup>2</sup> de áreas no techadas), mortalidad directa e indirecta durante la construcción, aumento del efecto de borde en el hábitat, del efecto barrera.

Objetivo: Generar sensibilidad de parte del personal de obra hacia la fauna silvestre que se pueda encontrar en las zonas de afectación, rescatar a todos los individuos con potencial presencia en las zonas de afectación, ahuyentar la fauna aledaña y reincorporar a todos los individuos rescatados en zonas apropiadas para su pleno establecimiento.

Para contrarrestar la mortandad de individuos de fauna, destrucción de refugios, nidos y madrigueras que derivan de la operación de máquinas y vehículos que participen durante la preparación del sitio (en el desmonte y despalme del terreno) y construcción del proyecto, así como para prevenir la caza, comercio y/o tráfico ilegal de especies por parte del personal del contratista que participe en las diferentes actividades de la obra, se deberá contemplar la aplicación de un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.

Procedimiento: **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna**, estará enfocado primordialmente a las especies que se sitúen dentro de la normatividad nacional mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010). Lo anterior, no excluye a las demás especies de vertebrados sobre la aplicación de acciones de rescate y reubicación, sólo que su prioridad es diferente.

### **Actividades de educación ambiental a trabajadores**

Las actividades de educación ambiental tienen por objetivo transmitir información básica a todo el personal de la obra para que ellos participen en la protección activa al ambiente, y

por lo tanto se vean involucrados en la mitigación de impactos a la fauna de forma directa. El personal de obra es el que tiene un mayor número de avistamientos de fauna silvestre en el sitio, por ello, es necesario el concientizar y capacitar al personal en las técnicas y actitudes que deben tomar cuando se encuentren con algún espécimen de fauna.

Es importante establecer las medidas de control y sanciones en caso de sorprender al personal con posesión de algún ejemplar o derivado de fauna silvestre. Asimismo, será necesario realizar la inducción ambiental cada vez que algún contratista inicie actividades en la obra.

Las pláticas serán dirigidas a todo el personal de la obra con una duración aproximada de una hora a hora y media, dependiendo del número de participantes y los temas a tratar, el temario estará conformado por los siguientes rubros:

- a) ¿Por qué se tiene que rescatar la fauna?
  - Principales especies de fauna presentes en la zona
  - Importancia de la fauna de la zona
  - Especies peligrosas
  - Legislación que prohíbe eliminar ejemplares de fauna
- b) ¿Cómo participar en el rescate de fauna?
  - Qué hacer cuando se observa alguna especie de fauna
  - Como evitar accidentes con la fauna
- c) Reglamento interno de la obra
  - Por qué no extraer o cazar ejemplares de fauna
  - Sanciones

Para el éxito de estas acciones, se pedirá la colaboración de los responsables de cada área y del personal encargado de la seguridad de la obra. Una vez realizada la plática, será necesario dotar de un radio en los cabos de obra a los operadores de maquinaria para que en caso de observar algún animal silvestre puedan avisar al personal capacitado para su manipulación y captura, ya que ninguna persona sin capacitación previa deberá intentar capturar ningún individuo de fauna silvestre. En estos casos será necesario mostrar las especies capturadas y próximas a liberar al personal de obra para que ellos se concienticen sobre la importancia de la acción de avisar y no eliminar al ejemplar.

Las pláticas se impartirán primero al personal que formará parte de la cuadrilla de rescate de fauna, esto incluirá un taller sobre manejo y contención física de los ejemplares de fauna a rescatar aparte del temario. Esta actividad empezará dos semanas antes del inicio de obras, y para esta capacitación serán necesarios 3 días.

### **Actividades de rescate y reubicación de fauna**

#### **Zonas de liberación**

*Instalaciones temporales* – Se prevé habilitar una instalación temporal o campamento cercano a las zonas de obra. Este sitio contará con la presencia de un responsable o

encargado de campamento de manera permanente, con el fin de mantener a los organismos en constante chequeo para evitar daños por falta de agua o protegerlos en todo momento de cualquier amenaza externa.

*Sitios para reubicación* – Los organismos se liberarán en sitios apropiados para garantizar una mayor probabilidad de sobrevivencia. Los sitios cumplen con condiciones apropiadas como son: cercanía, presencia de las mismas estructuras faunísticas en el lugar, cobertura vegetal y lejanía de centros urbanos. Las liberaciones deben realizarse en la tarde para minimizar el riesgo de deshidratación y depredación.

Previo a los rescates, se colocarán los refugios en las regiones conservadas de la vegetación del predio, dichos refugios estarán hechos de troncos y piedras, algunos de estos contarán con las condiciones para resguardar mamíferos pequeños, otros deben de ser capaces de resguardar a especies de mayor tamaño, por último, los menos elaborados serán los destinados a pequeños reptiles (lagartijas o serpientes). Las zonas de liberación dependerán de los hábitos de los organismos capturados, los individuos se liberarán considerando sus hábitos y dependiendo de los organismos rescatados, es decir, nunca individuos predadores en zonas cercanas a individuos presa, y siempre dentro de las zonas consideradas.

Los animales rescatados serán reubicados en los sitios propuestos de acuerdo a su tamaño y posición trófica, de tal forma que se reduzca la competencia interespecífica en los sitios receptores. Los roedores podrán ser liberados en tramos menores a 100 m, mientras que los mamíferos medianos tendrán que liberarse con una separación mayor (según hábitos).

**Medida de mitigación 4.** Programa de Conservación y Restauración de Suelos; así como el Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.

Tipo de medida: Prevención.

Ubicación espacial: Dentro del predio del proyecto.

Etapas de aplicación: Durante la fase de preparación del sitio y construcción.

Calendarización de actividades

Las actividades se realizarán de manera paulatina conforme el avance del frente de obra del proyecto en su fase constructiva.

Impacto que mitiga o Norma que cumple:

**Impacto 3.** Pérdida de suelo orgánico en una superficie de 54,850.08 m<sup>2</sup> debido al despalme y preparación del sitio para la construcción del terraplén.

**Impacto 6.** Afectación al paisaje por las actividades de preparación del sitio y por la posible disposición inadecuada de material de desperdicio.

Objetivo:

Asegurar el correcto manejo y disposición del material producto del despalme, desmonte y de desperdicio.

Es necesario que el material sea trasladado a sitios planos, o que sea aprovechado, ya sea por parte de las autoridades municipales, o bien, por particulares. Entre otros usos, el material puede servir para cubrir capas de rellenos sanitarios, clausura de tiraderos a cielo abierto o material de construcción y/ para reforzar bordos.

Procedimiento:

### **I. Evitar el descarte de material de desperdicio en sitios inadecuados**

De manera previa al avance del frente de obra, se registrará mediante fotografías y videos la actividad de preparación del sitio y desmonte. De manera periódica se tomarán fotografías en el mismo sitio con la misma orientación, para verificar que no se hayan arrojado desperdicios en sitios inadecuados. En la bitácora que se utilice para llevar a cabo la supervisión se incluirán las fotografías y se explicará el motivo y naturaleza de los cambios, en caso de que hayan ocurrido. Se anotará el nombre del responsable de verificación y los procedimientos que se siguieron para verificar que el producto de desmonte, despálme y nivelaciones no haya sido dispuesto fuera de las áreas destinadas para ello.

El material de desperdicio proviene de dos fuentes principales: a) desmonte y b) despálme.

#### a) Disposición del material proveniente del desmonte

El primer material de desperdicio que se tendrá es el que proviene del desrame de árboles durante el desmonte, previo a este desrame ya se habrán recogido estacas, juveniles, epífitas y semillas. En esta fase también se desarraigan las arbustivas y se hace una troza ligera para su manejo. El material se llevará al banco de resguardo más cercano, se trozará y se mezclará con el material de despálme.

Una vez desramado y sin arbustos. Se procede al retiro de árboles mediante el uso de motosierra y cuerdas para direccionar caídas. La madera es el recurso más valioso del descarte; entonces esta se donará a los ejidos o bienes comunales de la zona, toda la madera estará registrada en bitácoras.

#### b) Disposición del material de despálme

El material producto de despálme será utilizado para las acciones de reforestación. Como el material proviene de horizontes orgánicos ricos en materia orgánica y nutrientes, funcionará como un abono orgánico y aumentará el porcentaje de supervivencia de las especies reforestadas.

Antes de su uso, el material de despálme será resguardado. La inspección y el seguimiento serán supervisadas por un experto en el área de ingeniería civil y un biólogo que será el supervisor de la obra en cuanto a la aplicación de las medidas. Ambos expertos tendrán a cargo la interpretación, evaluación y redacción del informe de actividades. Los coordinadores tendrán a su cargo a las personas que designe la constructora que realizarán los levantamientos de campo de los indicadores de la factibilidad de las obras.

La bitácora o informe deberá contemplar por lo menos los siguientes puntos:

- Fecha de inspección.
- Evaluación del diseño de la técnica de conservación.
- Deficiencias en cuanto a la Integración de la técnica aplicada.
- Características de ingeniería (pendiente, tamaño, volumen de material obtenido).
- En caso de presentarse problemas de erosión:  
Tipo de erosión que afecta: laminar, en regueros (cárcavas), en masa (deslizamientos), en bloques (desprendimientos), etc.
- Adecuación de las técnicas.
- Fecha de modificación de deficiencias.
- Reconocimiento a realizar al menos una vez a la semana.
- Después de concluidas las actividades deberán hacerse inspecciones cada semestre o después de cada temporada de lluvias.

Una vez establecidas y concluidas las técnicas de restauración y conservación de suelos estos reportes se realizarán de forma periódica, preferentemente semestrales, para así poder evaluar los diferentes indicadores de efectividad de este programa.

**Medida de mitigación 5.** Programa de Reforestación.

Tipo de medida: Compensación y mitigación.

Ubicación espacial: Se reforestarán las zonas susceptibles que pudieran quedar sin vegetación dentro del predio del proyecto.

Etapa de aplicación: Durante la etapa de construcción. Se aplicará en dos etapas, una en la que se plantarán especies tolerantes al sol y otra en la que se integrarán las especies no tolerantes.

Impacto del proyecto que mitiga o Norma que cumple:

**Impacto 4.** Desmonte de una superficie de 54,850.08 m<sup>2</sup>, de SMSP.

Objetivo:

- a) Compensar el desmonte de 54,850.08 m<sup>2</sup> de vegetación forestal dentro del SA
- b) Proporcionar un sitio para que las especies rescatadas se resguarden y continúen su desarrollo.

Los beneficios de la reforestación incluyen el aumento de los servicios ambientales, ya que la extensión en la superficie forestal también acrecienta la cantidad de agua que se infiltra al acuífero, la disminución en el escurrimiento y la erosión, además de que ayuda a reducir el aumento de temperatura del suelo asociado a la carretera.

Se ha reconocido que la dinámica de la composición en las selvas está dada por la formación de claros, los cuales incrementan la disponibilidad de recursos y fomentan el establecimiento de una gran diversidad de especies (Oldeman, 1983; Chávez-Costa, et al., 200). Los claros inician el proceso de sucesión, la cual implica varias fases con distintos organismos hasta regresar a una composición de vegetación primaria (Bazzaz, 1979). Se reconoce la

existencia de por lo menos tres grandes grupos de acuerdo con su aparición en el proceso de regeneración: (1) árboles pioneros, (2) árboles pioneros tardíos y (3) árboles sucesores (Gómez-Pompa, et al., 1985; Vázquez-Yanes, et al., 1985; Oldeman, 1983; Lamprecht, 1990). Aunque también es empleada una clasificación de acuerdo a los requerimientos de luz: (1) heliófitas (demandantes de luz), (2) esciófitas (tolerantes a la sombra) y (3) hemisciófitas (tolerantes facultativas) (Lamprecht, 1990). La presencia de especies de estos grupos en distintas fases de la sucesión permiten que se reconozcan cuatro fases dentro de la dinámica sucesional de una selva: (1) fase de regeneración, (2) fase de surgimiento, (3) fase de madurez, y (4) fase de degradación.

Para lograr conservar la biodiversidad es mucho más valioso evitar la deforestación, que restaurar áreas cuyo futuro va a ser incierto. La solución en un contexto regional no es reforestar sino evitar la deforestación de áreas con elevado valor biológico y ecológico cuya continuidad y permanencia se garantice a largo plazo.

#### Procedimiento:

La reforestación se realizará en una sola etapa en los sitios que requieren enriquecimiento, y en dos etapas en los sitios de reforestación completa. La reforestación en una sola etapa para el enriquecimiento y la primera etapa de la reforestación completa se realizarán antes de la época de lluvias para dar oportunidad a que las raíces se establezcan correctamente

La reforestación se hará a partir de los individuos rescatados y propagados. Se procurará colocar a los individuos de las especies más sensibles al disturbio en zonas con cubierta forestal ya desarrollada, con lo cual se planea mejorar la composición específica del área reforestado. Algunas de las especies elegidas para la reforestación son atractivas para la fauna, lo que favorecerá la regeneración de la zona, ya que muchas de estas especies tienen dispersión zoocoria, es decir, que su dispersión es a partir de los animales, ya sea por la ingesta de semillas y su posterior defecación, o por su simple transporte.

Las labores de preparación del sitio comprenden la marcación de los puntos donde se establecerán las plantas y la realización de las cepas o pocetas. Las medidas de la poceta serán dos veces el ancho y el alto del envase de la planta, se separará la tierra de los 15 cm superficiales de la tierra removida ya que es la capa más fértil, y será empleada posteriormente para cubrir el espacio que falte para que la tierra de la planta alcance el nivel de la superficie.

En la primera fase se sembrarán la mayoría de las especies y en la segunda solo las más sensibles a la insolación y que normalmente se les encuentra en estadíos tardíos de la sucesión o clímax.

**Medida de mitigación 6.** Acciones de promoción del empleo en poblados cercanos proyecto

Tipo de medida: Mejoramiento del impacto benéfico.

Ubicación espacial: En los poblados que se encuentren cercanos al predio del proyecto.

Etapa de la aplicación: Etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, así como durante la operación y mantenimiento de éste.

Impacto que mitiga o norma que cumple: Las acciones van dirigidas a fortalecer las oportunidades de empleo para los habitantes de poblados cercanos.

La acción que se propone se orienta a favorecer la contratación y capacitación de pobladores para la preparación del sitio y construcción del proyecto, de manera que se maximice el beneficio local de creación de empleos directos e indirectos y se evite, en la medida de lo posible, la migración de trabajadores, lo que puede ocasionar efectos sociales indeseados.

Objetivo: Favorecer la contratación y capacitación de los pobladores para la construcción del proyecto.

La construcción de proyectos de infraestructura como el que se analiza, puede significar una derrama económica de cierta relevancia en la escala regional, principalmente debido a que la compañía constructora realiza la contratación de decenas de empleados, adquiere materiales de construcción y contrata diversos servicios. A su vez, esas actividades generan empleos indirectos, y mayor demanda de bienes y servicios. La actividad de construcción puede favorecer una mayor actividad económica regional, pero en ocasiones los pobladores locales no son tomados en cuenta por las compañías constructoras. En cambio, la contratación de personal foráneo puede ocasionar efectos sociales desagradables, como el incremento en los precios de los alimentos, incremento en el consumo de alcohol, delincuencia y desorden del crecimiento urbano. Se considera deseable que el mayor número posible de empleos sean locales, de acuerdo al grado de especialización de cada puesto.

Procedimiento:

- Antes del inicio de la obra darán a conocer los listados de puestos disponibles para mano de obra no calificada y semiespecializada. A efecto de que cualquier persona que lo desee se pueda ver beneficiada con la apertura de trabajo.
- La promovente definirá acciones de capacitación y oportunidades para que los interesados, que cumplan ciertos requisitos, puedan participar como ayudantes en oficios relacionados con la construcción, o puedan ofrecer servicios.

La empresa deberá desarrollar sesiones de capacitación en prácticas de seguridad, higiene y protección ambiental. Deberá llevar el registro de contenidos y habilidades que fueron desarrolladas, el personal que asistió y la forma en que dicha capacitación repercutirá en el salario o beneficios para el personal.

### **Medida de mitigación 7. Estrategia de comunicación y difusión**

Tipo de medida: Mejoramiento del impacto benéfico.

Ubicación espacial: En las instalaciones del complejo desarrollado.

Etapa de la aplicación: Desde la etapa de preparación del sitio, construcción del proyecto y durante su operación.

Impacto que mitiga o norma que cumple: Las acciones van dirigidas a establecer una estrategia de comunicación, de manera que se realicen actividades de monitoreo y se den a conocer a la ciudadanía en general y sobre todo, a los interesados que adquieran algún inmueble dentro del proyecto sometido a evaluación.

Objetivo: Realizar el monitoreo, comunicación y difusión de los resultados de protección ambiental.

Procedimiento:

La promovente participará dando pláticas de capacitación al personal para el debido seguimiento ambiental; asimismo, se darán pláticas a los visitantes del proyecto, con la finalidad de concientizarlos sobre la importancia del cumplimiento ambiental del proyecto. Los resultados obtenidos serán presentados en los informes de cumplimiento ambiental que determine la autoridad, en los cuales se incluirá la relación de acciones emprendidas en materia de protección ambiental, documentadas con fotografías y en caso de ser necesario, video, los resultados alcanzados y el análisis de los problemas emergentes y las soluciones que se determinaron para ellos.

La medida incluye la planificación y realización de acciones de difusión hacia los trabajadores y visitantes del proyecto. Asimismo, se incorporarán acciones de difusión y educación ambiental para fomentar la protección de la flora y fauna del sitio, así como en manejo de residuos peligrosos.

## **CONCLUSIONES.**

El turismo en México ha sido siempre un fuerte detonador del crecimiento, diversificando la economía, promoviendo el intercambio cultural y además de un importante generador de empleo. Este es uno de los principales objetivos del proyecto “Plan Maestro TAO Tulum”.

En cuanto a los aspectos sociales, los impactos que se detectaron durante las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento son benéficos, ya que se requerirán trabajadores, la cual tendrá una duración total de 5 años.

Con base en el análisis de las Matrices de Impacto se puede inferir que la implementación de las medidas de remediación descritas permitiría reducir en un 24.4% los impactos generados durante la fase de preparación del sitio, en un 40% los de la fase de construcción y hasta en un 40% los referentes a los aspectos físico químicos durante todas las fases del proyecto. En el balance total, considerando medidas de mitigación es la reducción en 31.25% del total de los impactos ambientales generados.

Por lo anteriormente expuesto, se concluye como resultado del estudio de impacto ambiental, que el proyecto correspondiente es viable desde la perspectiva ambiental, optimizando la infraestructura actual instalada y minimizando los posibles impactos ambientales generados.



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

Los pronósticos del escenario nos permiten tener una imagen a futuro de las condiciones ambientales del área del proyecto a fin de prever las afectaciones que tendrían los recursos naturales por el desarrollo del mismo. Así como poder discernir, si las medidas establecidas en el PVA para el proyecto, son eficaces en la disminución y/o prevención de los impactos ambientales generados.

Para la elaboración del pronóstico de los escenarios, es necesario contar con información base que proporcione una aproximación de la condición de deterioro o conservación de los recursos naturales, el cual sería el punto de partida para establecer la evolución de estos recursos, así como de posibles cambios en el espacio, dicha información se presentó en el capítulo IV de la presente MIA-P. La tendencia de cambio se analiza con los siguientes escenarios:

- Descripción y análisis del escenario sin proyecto.
- Descripción y análisis del escenario con proyecto.
- Escenario con proyecto con medidas de mitigación.

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

La tendencia del sistema ambiental presentado en el Capítulo IV es que continuará la presión sobre los componentes del sistema ambiental donde se inserta el proyecto, teniendo en cuenta que es una zona turística y urbana en crecimiento por lo que se mantendrá la continuidad de los procesos de transformación que actualmente y desde hace tiempo se están dando en la zona.

### **VII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON EL PROYECTO.**

La planeación del proyecto, se elaboró bajo la perspectiva de alcanzar la compatibilidad entre las obras y actividades a realizar con la protección, conservación y los monitoreos ambientales, particularmente de aquellas componentes físicas y bióticas que por su valor ecológico sean importantes en el mantenimiento de la biodiversidad local y de los ciclos biogeohidrológicos a nivel regional.

Con un diseño especializado y consultado con múltiples especialistas en diseño, arquitectura, desarrollo urbano y ciencias ambientales, entre otros, se consiguió una propuesta de proyecto que pretende el aprovechamiento racional de los recursos naturales en el entorno inmediato donde el proyecto se inserta. Para ello, se ha prestado especial interés en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum.

Así pues, tal como se ha mencionado en la identificación de los impactos ambientales, con la construcción y operación del proyecto se espera un incremento en la emisión de partículas suspendidas (polvo) y gases debido al aumento de tráfico vehicular en la zona.

El suelo sufrirá compactación y modificación permanente por efecto de utilización de maquinaria pesada. Contaminación por residuos sólidos sin control por el incremento de la actividad humana en la zona. Se alterará la escorrentía superficial por el acumulamiento de desechos sólidos derivados de las actividades humanas. La fauna se desplazará a otras áreas del proyecto y las características estéticas del paisaje, se verán afectadas por la actividad humana.

Las actividades de la etapa de construcción generarán un impacto benéfico temporal, sobre la economía local y el empleo ya que se ocupará mano de obra local y renta de equipo, así como la adquisición de insumos, materiales y combustibles que se requieren para estos trabajos.

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

El escenario ambiental futuro considerando la operación del proyecto, teniendo en cuenta la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que se pretende implementar no se prevén impactos ambientales significativos sobre los componentes ambientales del sistema ambiental donde se insertará el proyecto, no se producirán desequilibrios ecológicos, ni daños permanentes en el área del proyecto y en el área de influencia del mismo, ya que se encuentra debidamente regulado el uso de suelo y se cumplirían con las disposiciones legales aplicables.

Se considera que, con la implementación de este PVA, se garantiza la adecuada prevención y mitigación de los impactos ambientales que sean generados durante la ejecución del proyecto. Asimismo, se espera que la construcción y operación del proyecto, contribuya en la continuidad de los procesos de transformación que actualmente y desde hace tiempo se están dando en la zona.

Con base en el análisis de las Matrices de Impacto se puede inferir que con la implementación de las medidas de remediación y mitigación descritas se permitiría reducir el tiempo permanencia, reversibilidad y recuperabilidad de los impactos en el medio ambiente.

### **VII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL.**

Con base en el escenario ambiental actual (presentado en el capítulo IV), así como la evaluación del proyecto con respecto a su interacción con el medio (capítulo V) y las medidas establecidas en el capítulo VI; se realizó una proyección del SA en un probable escenario futuro con la implementación del proyecto.

Al analizar de forma integral los escenarios: sin proyecto, con proyecto y escenario con proyecto sin medidas de mitigación y con proyecto y con medidas de mitigación, se pueden observar cambios derivados de las diferentes situaciones respecto a las tendencias. Derivado de la naturaleza del proyecto y consecuentemente de los impactos ambientales destacables que se identificaron, se puede proyectar que:

- La mayor parte del escenario actual se conservará sin cambios, debido a que los impactos identificados no alcanzan la significancia en el contexto que establece en la definición del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- El proyecto solo integrará al paisaje lo que se percibe como elementos antrópicos de baja dimensión en el contexto paisajístico que puede ser asimilada en el escenario donde se localiza. Las dimensiones y diseño sencillo permiten su adaptabilidad al escenario actual.
- La tendencia del sistema ambiental presentado en el Capítulo IV es que continuará la presión sobre los componentes del sistema ambiental donde se inserta el proyecto, teniendo en cuenta que es una zona turística y en crecimiento, por lo que se mantendrá la continuidad de los procesos de transformación que actualmente y desde hace tiempo se están dando en la zona.

#### **VII.5. CONCLUSIONES GENERALES.**

- Desde su concepción y planeación el desarrollo del proyecto ha seguido los lineamientos que corresponden de acuerdo a sus características y cualidades, el proyecto se inserta y queda incluido en los programas de acción que darán cumplimiento por cada etapa del desarrollo a todos los requisitos normativos y legales establecidos por los diferentes organismos gubernamentales.
- Las políticas del proyecto, tienen como base respetar la diversidad biológica presente en el conjunto predial de interés, para lo cual incorpora a su diseño arquitectónico y alcances operativos dichas medidas de prevención, siendo estos algunos de los atributos más en la conceptualización y ejecución de éste.
- El proyecto cumple con los lineamientos ambientales y ecológicos señalados en las Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas en la materia, así como con los requisitos del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030.

- El predio destinado para el proyecto, no ha tenido ningún tipo de uso anterior. En los predios se desarrollan principalmente comunidades correspondientes a una selva mediana.
- El planteamiento inicial del proyecto, así como el diseño arquitectónico, se basa en un cuidadoso estudio de las condiciones ambientales de la zona y de los predios mediante la caracterización previa de la vegetación y fauna presentes. Una premisa básica del proyecto, fue el de cuidar el medio ambiente, respetando los ecosistemas presentes.
- Como en la mayor parte de los proyectos de este tipo, las principales afectaciones a la zona se deberán a los trabajos asociados al desmonte, los cuales se refieren generalmente a los impactos primarios, cuya característica en la mayoría de los casos es adversa, considerable e irreversible. En este caso en particular y dadas las condiciones ya antes mencionadas de deterioro previo en el sistema ambiental, estos impactos tendrán una intensidad alta, pero de magnitud moderada ya que se presentarán en lugares muy localizados.
- Cabe mencionar que, en las áreas delimitadas y consideradas para el desmonte, se implementará una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo. Esto con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica, aquellos ejemplares que son susceptibles de ser rescatados, especialmente los que encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una vez identificados los ejemplares, se implementará la técnica de rescate más apropiada considerando la especie y su talla. Los ejemplares rescatados serán transportados a su sitio definitivo de transplante o al vivero provisional para su mantenimiento. Este vivero será ubicado temporalmente dentro de alguna de las áreas donde se va a construir el proyecto.
- Los estados de conservación de la vegetación, las condiciones abióticas y la fauna verificada en el proyecto serán respetados. Si consideramos que existe una tendencia natural en los predios aledaños y en el mismo predio del proyecto por costumbres, ignorancia y explotación turística se observan actualmente pérdidas sustanciales de ecosistemas.
- De mantenerse la tendencia actual, donde la aplicación de la normatividad ambiental es endeble, el crecimiento del corredor Cancún-Tulum generará un incremento en los procesos de deterioro que inciden sobre en el entorno natural, mismos que se

expresan en el cambio de uso de suelo, pérdida de la cobertura de selvas y manglares, afectación a los hábitats silvestres, alteración del ciclo hidrológico, penetración de la cuña salina y en la contaminación y disponibilidad de agua subterránea. Efectos adversos que han intensificado los cambios en los procesos geohidrológicos, en la conservación de la biodiversidad y en la calidad de vida de las poblaciones local y migrante.

- En el corto plazo, se mantendrá el crecimiento de la inversión turística e inmobiliaria, así como el de la población asociada a éste, con lo que se intensificarán en magnitud e importancia los daños ambientales locales y regionales, situación que provocará mayores costos de inversión para atenuar los impactos que la falta de cumplimiento de la normatividad conlleva.
- Dentro de este contexto, el incumplimiento o la no aplicación de la normatividad ambiental por parte de desarrolladores, inversionistas, autoridades y de la población en general, puede llegar a provocar en el corto y mediano plazos se retire la inversión al deteriorarse la calidad de los recursos naturales que sustentan las actividades turísticas en la región, de tal manera que por el alto costo que pudieran alcanzar los programas de restauración y mitigación propuestos, su instrumentación las haga inviables al igual que el crecimiento económico.

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

### **VIII.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

#### **VIII.1.1. PLANOS DEFINITIVOS.**

Los croquis e imagen que refieren el proyecto han sido incluidos a lo largo del texto, particularmente en los capítulos I y IV, de la presente manifestación de impacto ambiental.

#### **VIII.1.2. FOTOGRAFÍAS.**

El material fotográfico relativo al proyecto se encuentra inserto en el cuerpo de todo el documento aquí presentado a evaluación de impacto ambiental.

#### **VIII.1.3. VIDEOS.**

No se incluyen videos.

Listados de flora y fauna silvestres.

Los listados de la flora y fauna silvestres observados y reportados para el área de estudio se encuentran en el Capítulo IV del documento.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS.**

**Área natural.** Es la superficie en la que se respeta en pie la vegetación nativa de porte arbóreo mejor conservada del predio. En caso de no existir elementos de porte arbóreo en esta área, o que haya sido afectada por eventos climáticos o incendios, se deberá enriquecer con la plantación de ejemplares de especies nativas arbóreas.

**Banco de arena.** Un banco de arena es la acumulación de arena, grava o guijarros a lo largo del litoral o en el lecho de un río. Los bancos de las playas se forman por la acción repetida de un sistema de olas, o bien, de una vez, en el curso de una tempestad. En los estuarios se forman al ser entallados los aluviones por múltiples brazos del río. Eventualmente se moldean por el flujo y reflujo de la marea.

**Biodiversidad.** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Componentes ambientales críticos. Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes. Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Conservación. La acción dirigida a mantener el equilibrio ecológico y el Patrimonio Cultural de la Entidad que requieren de su preservación. En la conservación del patrimonio cultural, las acciones serán especializadas de mantenimiento y protección, que aseguren la permanencia del bien patrimonial.

Daño ambiental. Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas. Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema. Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desarrollo Urbano Sustentable. La satisfacción de necesidades de la población en distintos tipos de asentamientos, sin agotar el capital natural e incluyendo la minimización de costos ambientales hacia otras zonas o poblaciones, y por supuesto hacia el futuro.

Desequilibrio ecológico grave. Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Especies exóticas o invasoras. Son aquellas que la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad cita como exóticas o invasoras y cuya relación se encuentra en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx).

Especies nativas o locales. Son aquellas especies de flora o fauna pertenecientes a especies silvestres que tienen como ámbito de distribución natural la zona Norte del Estado de Quintana Roo.

Especies de difícil regeneración. Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Infraestructura temporal. Estructuras de vida útil corta, construida con materiales naturales cuyas características permiten su remoción total e impactos mínimos en el sitio donde se construyen. Son ejemplos: los asoleaderos, las palapas, etc.

Infraestructura. Obras que permiten el establecimiento de los sistemas y redes de organización y distribución de bienes y servicios.

Impacto ambiental. Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo. El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual. El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante. Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico. Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Importancia. Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en al ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- La relevancia de la(s) función(es) afectadas en el sistema ambiental.
- La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.



Irreversible. Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud. Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de compensación. Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

Medidas de prevención. Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsible de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación. Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto. Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Reversibilidad. Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Residencia turística: Aquella que se construye en zonas o sectores con uso residencial turístico.

Sistema ambiental. Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación. Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Vegetación natural. Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar.

Zona de amortiguamiento. Superficie con vegetación, preferentemente arbolada, que separa un predio de otro con la finalidad de mitigar los impactos visuales, de generación de polvos o ruido.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

1. Arecaceae fascículo 23. 2004. Taxonomía florística y etnobotánica. Etnoflora Yucatanense.
2. Chan C.V. Rico-Gray y J Salvador 2002. Etnoflora Yucatanense. Guía ilustrada de la flora costera representativa de la Península de Yucatán. Fascículo 19. pp 1-133.
3. Diario Oficial de la Federación, 2010. Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio – lista de especies en riesgo.
4. Etnoflora Yucatanense Fascículo 20, 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo, y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Pp.815.
5. FAO-UNESCO. 1989. Mapa mundial de suelos FAO-UNESCO. Leyenda revisada. Informes sobre recursos mundiales de suelos 60, Roma.
6. Flores J.S. y I. Espejel Carvajal. 1994. Etnoflora Yucatanense. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Universidad autónoma de Yucatán Sostenibilidad Maya.
7. García, E.1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köeppen. 3ª Ed. Instituto de Geografía. UNAM., México, D. F.
8. INEGI 1984 Carta Edafológica Cozumel, escala. 1: 250,000.
9. INEGI 1994 Carta Hidrológica Cozumel, escala 1: 250,000.
10. INEGI 1994 Carta Geológica Cozumel, escala 1: 250,000.
11. INEGI 2002 Estudio hidrológico del estado de Quintana Roo México D.F. pp 79.
12. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (25 de febrero de 2003).
13. Periódico Oficial del Gobierno del Estado. 09 de abril de 2008. Acuerdo se aprueba el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030, municipio de Tulum, Quintana Roo.
14. Reglamento de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, febrero de 2005.
15. Quero J. Hermilo 1992 Las palmas silvestres de la Península de Yucatán. Instituto de Biología México D. F. pp 63.
16. Patiño Valera F., J. L. López Torres y A. Gómez Domínguez, 2000. Programa Selva. Paquete de Cómputo para Procesar Datos de Inventarios Forestales para Especies de la Península de Yucatán. INIFAP. pp. 47.
17. Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo. 1998. Manual Técnico Forestal, Información básica, métodos y procedimientos. Acuerdo México – Alemania.