

- I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en el Estado de Quintana Roo.
  
- II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Bitácora número 23/MP-0180/06/17.
  
- III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, domicilio particular, número de teléfono celular y CURP del promovente y del responsable técnico del estudio, en página 8.
  
- IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
  
- V. **Firma del titular:**   
C. Renán Eduardo Sánchez Tajonar, Delegado Federal en Quintana Roo
  
- VI. **Fecha de Clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **57/2018/SIPOT**, en la sesión celebrada el **10 de abril de 2018**.

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular

## PROYECTO

## CASA LATAM

Lote 11, Sección "C", Fraccionamiento "Akumal Caribe", localidad de Akumal, Municipio de Tulum, Quintana Roo.

PROMOVENTE

Eduardo López

ELABORADO POR

Roberto Carlos Alday Rangel

Junio de 2017

1.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	6
1.1 PROYECTO.....	6
1.1.1 Nombre del proyecto.....	6
1.1.2 Ubicación del proyecto.....	6
1.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto.....	6
1.1.4 Presentación de la documentación legal.....	6
1.2 PROMOVENTE.....	7
1.2.1 Nombre ó razón social.....	7
1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.....	7
1.2.3 Nombre y cargo del representante legal.....	7
1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir notificaciones.....	8
1.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	8
1.3.1 Nombre o Razón Social.....	8
1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP.....	8
1.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.....	8
1.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.....	8
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	8
2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	8
2.1.1 Naturaleza del proyecto.....	8
2.1.2 Selección del sitio.....	16
2.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.....	16
2.1.4 Inversión requerida.....	17
2.1.5 Dimensiones del Proyecto.....	17
2.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto Y en sus colindancias.....	18
2.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	21
2.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	21
2.2.1 Programa general de trabajo.....	21
2.2.2 Preparación del sitio.....	22
2.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	23
2.2.4 Etapa de construcción.....	23
2.2.5 Requerimientos de personal e insumos.....	26
2.2.6 Etapa de operación y mantenimiento.....	27
2.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.....	31
2.4 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.....	31
2.5 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.....	31
2.6 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	31
2.6.1 Preparación del sitio.....	31

2.6.2 Etapa de construcción.....	32
2.6.3 Etapa de operación.....	33
2.6.4 Residuos peligrosos.....	35
2.6.5 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.....	36
<b>3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO.....</b>	<b>36</b>
3.1 INFORMACIÓN SECTORIAL.....	36
3.2 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN.....	37
3.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la región denominada Corredor Cancún-Tulum.....	38
3.2.2 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Akumal, 2007-2032.....	60
3.2.3 Análisis de los instrumentos normativos.....	66
3.2.4 Vinculación del proyecto con otros instrumentos normativos.....	67
3.2.5 Estatus jurídico ambiental en el área de estudio.....	85
<b>4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....</b>	<b>107</b>
4.1 Delimitación del área de estudio.....	107
4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	107
4.2.1 Aspectos abióticos.....	112
4.2.2 Geología y geomorfología.....	116
4.2.3 Presencia de fallas y fracturamientos.....	117
4.2.4 Suelos.....	118
4.2.5 Hidrología superficial y subterránea.....	120
4.3 ASPECTOS BIÓTICOS: VEGETACIÓN.....	122
4.3.1 Metodología para la caracterización vegetal del área de estudio.....	123
4.3.2 Caracterización vegetal del área de estudio.....	123
4.4 ASPECTOS BIÓTICOS: FAUNA TERRESTRE Y/O ACUÁTICA.....	133
4.4.1 Metodología de la caracterización de fauna del predio.....	134
4.4.2 Especies existentes en el sitio.....	134
4.4.3 Abundancia, distribución, y temporadas de reproducción de las especies en riesgo y/ ó de especial relevancia que existan en el sitio donde se ubica el proyecto y su zona de influencia.....	136
4.4.4 Especies de valor científico, comercial, estético, cultural y para autoconsumo.....	136
4.5 MEDIO PERCEPTUAL: PAISAJE.....	137
4.5.1 Valor del paisaje en el sitio del proyecto.....	137
4.6 MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	139
4.6.1 Demografía.....	139
4.6.2 Vivienda.....	150
4.6.3 Urbanización.....	150
4.6.4 Salud y seguridad social.....	151
4.6.5 Factores socioculturales.....	151
4.7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	152
<b>5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>154</b>

5.1 Metodología identificar y evaluar los impactos ambientales.....	155
5.2 Identificación de acciones que pueden causar impactos.....	155
5.3 Identificación de los factores ambientales susceptibles de recibir impactos.....	157
5.4 Matriz de importancia.....	159
5.5 Medidas de prevención y corrección de impactos.....	160
5.6 valoración cualitativa de las acciones impactante y de los factores ambientales impactados.....	161
5.7 Identificación de las acciones del proyecto que pueden causar impactos.....	161
5.8 Determinación y valoración de los factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos.....	163
5.9 Identificación, descripción y análisis de impactos potenciales.....	171
6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE IMPACTOS.....	210
6.1 Descripción de la medida o programas de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.....	210
6.2 Valoración de los impactos ambientales.....	233
6.2.1 Valoración de los impactos ambientales previstos y sus posibilidades de prevención, mitigación y/o compensación. ....	233
6.3 Impactos residuales.....	240
7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	241
7.1 Pronóstico del escenario.....	242
7.2 Programa de vigilancia ambiental.....	247
8. CONCLUSIONES.....	249
9. BIBLIOGRAFÍA.....	251
10. ANEXOS.....	253
10.1 Programa de rescate de flora y fauna	
10.2 Programa de Manejo de residuos	
10.3 Programa de uso eficiente y fuentes alternativas de energía	
10.4 Estudio estatigráfico	

Los abajo firmantes, bajo protesta de decir verdad, manifiestan que la información contenida en la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del proyecto CASA LATAM elaborado por ROBERTO CARLOS ALDAY RANGEL y promovido por el SR. EDUARDO LOPEZ ORTIZ, que se pretende realizar en lote 11, Sección "C", Fraccionamiento "Akumal Caribe", localidad de Akumal, Municipio de Tulum, Quintana Roo, fue obtenida a través de la aplicación de las mejores técnicas y métodos comúnmente utilizadas por la comunidad prevención y mitigación propuestas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales y que en tal sentido la información que se presenta bajo su leal saber y entender, es real y fidedigna y que se saben en la responsabilidad en que incurren los que declaran con falsedad ante la Autoridad Administrativa distinta de la judicial, tal como lo establece el Artículo 247, Fracción I, 420 Quater del Código Penal Federal y Artículo 36 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de impacto ambiental y el Correlativo en los Estados.

**Promovente:** C. EDUARDO LOPEZ ORTIZ

**Firma:** \_\_\_\_\_

**Domicilio:** Av. de la Industria 300, edificio C # 802,  
San Pedro Garza García, Nuevo León. CP. 66279-CR-  
66231

**Consultor:** Roberto Carlos Alday Rangel

**Cédula Profesional:**

**Firma:** \_\_\_\_\_

**Domicilio:** Sm. 19, Mz. 8, lote 1-01, Casa 63, Villas La Playa, Puerto  
Morelos Quintana Roo, C.P. 77580.

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

## 1.1 PROYECTO

### 1.1.1 Nombre del proyecto

“Casa Latam”

### 1.1.2 Ubicación del proyecto

Lote 11, Etapa “C”, Fraccionamiento “Akumal Caribe”, localidad de Akumal, Municipio de Tulum, Quintana Roo (Figura1)

### 1.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

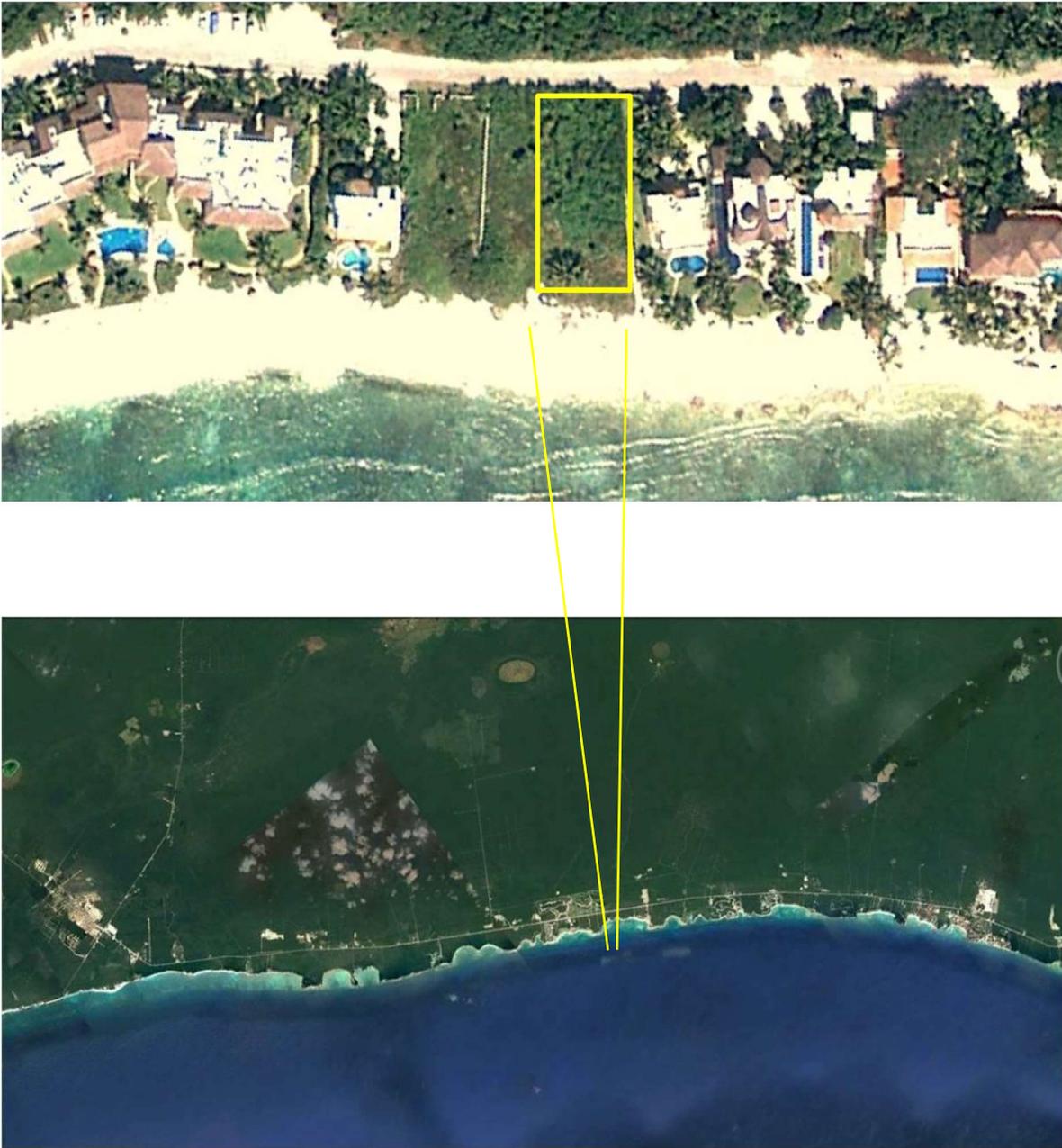
Se estima una vida útil de 50 años.

### 1.1.4 Presentación de la documentación legal

Copia de la Escritura Pública No.20723, de fecha 2 de febrero 2004, otorgada ante la fe del Lic. Luis Miguel Cámara Patrón, Notario Público número 30 del Estado de Quintana Roo, debidamente registrada en el Registro Público de la Propiedad y Comercio bajo el número 2, hojas 122-143, del Tomo XLVII, Sección I, Oficina Playa del Carmen, de fecha 7 de Junio de 2004.

Copia del Contrato Privado de Promesa de Transmisión de Propiedad, firmado con fecha 3 de Mayo de 2016 y Certificado el 7 de Junio de 2016 por el Lic. José Luis Treviño Manrique, Notario Público No. 97, del Primer Distrito de Monterrey, Nuevo León.

Copia del poder otorgado al C. EDUARDO LOPEZ ORTIZ, de fecha 3 de mayo de 2016, para Pleitos y Cobranzas y Actos de Administración, otorgado por ANDREA RUTH WHITE y PETER ROGER WHITE, para realizar cualquier tipo de trámite ante cualquier autoridad Federal, Estatal y/o Municipal de la República Mexicana, en relación al bien inmueble sujeto de esta Manifestación.



**Figura 1.** Localización del sitio del proyecto. El predio para el desarrollo del proyecto “Casa Habitación” se localiza en la zona costera del centro de población de Akumal, del Municipio de Tulum, Quintana Roo.

1.2 PROMOVENTE

1.2.1 Nombre o razón social

EDUARDO LOPEZ ORTIZ

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[REDACTED]

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

No aplica

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

[REDACTED]

[REDACTED] Teléfonos: [REDACTED]

1.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.3.1 Nombre o Razón Social

Roberto Carlos Alday Rangel

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[REDACTED]

1.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

1.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

[REDACTED]

[REDACTED] Teléfono [REDACTED]

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

#### 2.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto es una obra nueva que consiste en la construcción de una casa habitación, en un modelo de vivienda acorde con las características naturales del ambiente costero en el que se ubica el predio.

El diseño arquitectónico de la casa se integrará al escenario natural, por lo que se considera la mínima afectación de la vegetación existente, toda vez que ésta es uno de los principales atributos del predio. La edificación ocupará una huella de desplante de 67.68 m<sup>2</sup>, que representa el 9.9 % de la superficie total del predio, mientras que los niveles 1 y 2 ocuparán 140.93 m<sup>2</sup> cada uno. La superficie total de construcción de la edificación se presenta en la Tabla 1.

La altura máxima permitida es de 12 metros y el proyecto solo tiene menos de 10 metros de altura.

Tabla 1. Desglose de áreas de construcción, indicando la superficie total de construcción.

Descripción	Superficie por nivel	
	m <sup>2</sup>	%
Área construida		
Desplante de casa (huella PB)	67.68	9.9
Nivel 1	140.93	16.89
Nivel 2	140.93	16.89
<b>SUBTOTAL</b>	<b>349.54</b>	<b>45.37</b>

Como se indicó previamente, se prevé un diseño arquitectónico que se integre al escenario natural, por lo que se considera una mínima superficie de construcción (9.9%), que será desplantada en un área ocupada por especies herbáceas, para evitar la afectación al palmar que se desarrolla en la porción noroeste del predio y que constituye uno de los principales atributos naturales del mismo. La edificación contará con una planta baja y dos niveles que conjuntamente alcanzarán una altura máxima de 9.03 m, mientras que la altura percibida desde la playa será de 6 m a partir del nivel de la duna. Cabe destacar que la altura de la casa proyectada será similar a la altura de las casas habitación que se encuentran en el Fraccionamiento Akumal (Figura 2).

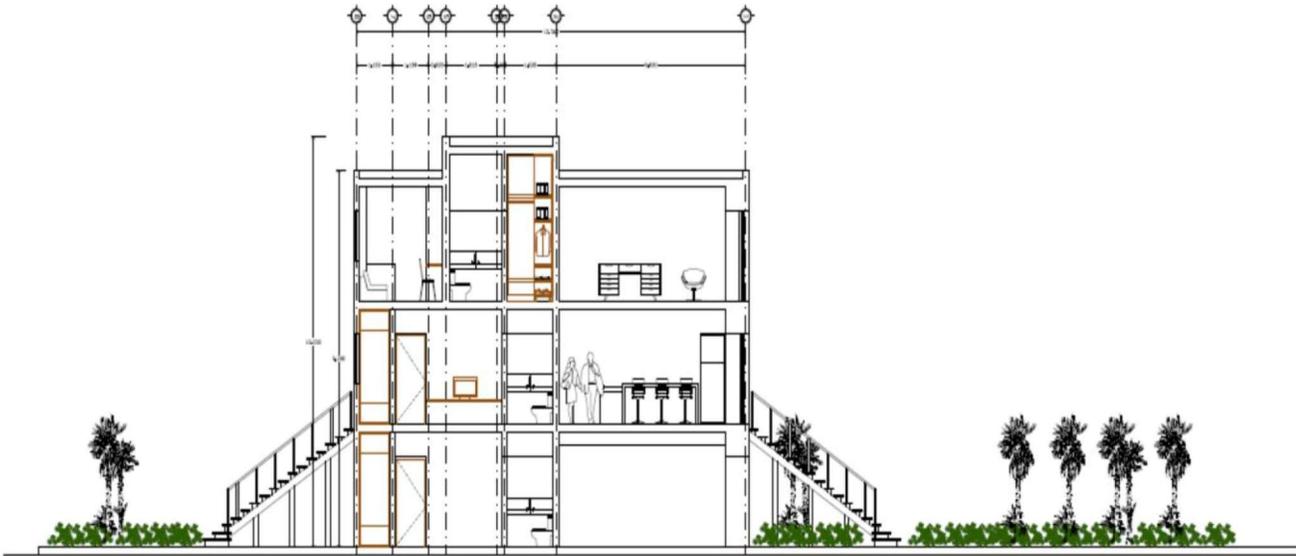


**Figura 2.** La fotografía muestra la altura de la casa más cercana al predio en estudio, éste corresponde a la porción izquierda de la imagen.

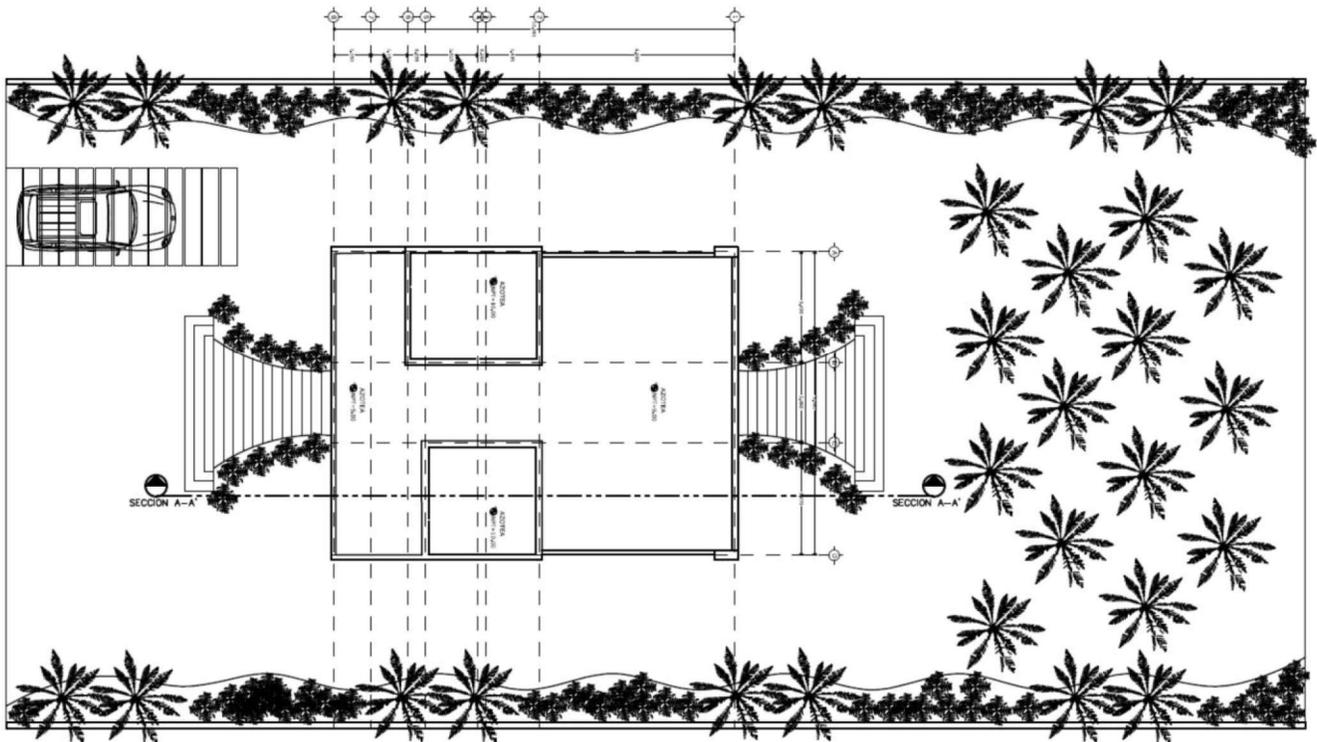
El acceso a la casa, desde el exterior y el que se ubicará en dirección a la costa, será a través de escaleras tipo rústicas, que por sus características no proyectan una sombra de desplante, ya que estarán separadas del nivel del suelo y estarán fijadas en la base de piso.

La planta baja y el primer nivel alcanzaran una altura máxima de 2.85 m de altura y en el segundo nivel 2.83 m y treinta centímetros más que corresponderá a los pretilos, como elementos de fachada. La vista al mar podrá realizarse a partir del primer nivel de la edificación debido que, adyacente al límite Este del predio y fuera de éste, inicia una duna que corre de manera transversal a lo largo de todo el frente y cuya altura alcanza 4 msnm.

La Planta Baja se ubicará a nivel de piso respecto al camino de acceso al fraccionamiento Akumal, sin embargo, la altura percibida desde la playa será de 6 m de altura debido a la duna existente alcanza una altura de 4 msnm. La presencia de dicha duna evitará la vista hacia la playa en todo lo ancho del predio y solo permitirá apreciar el mar desde el primer nivel de la edificación, toda vez que esta se ubicará a una distancia mucho mayor a los 20m (Figura 3<sup>a</sup> y b).



**Figura 3b.** Planta de conjunto. El croquis muestra la ubicación del proyecto “Casa Latam” dentro del predio, que estará situado en la parte noroeste del mismo.



**Figura 3a.** Corte transversal de la casa habitación. El croquis muestra una sección longitudinal del predio a la altura del sitio donde se pretende edificar la Casa Latam. El acceso a la casa, desde el exterior y el que se ubicará en dirección a la costa, será a través de escaleras tipo rústicas, separadas del suelo , sin ocupar una superficie de desplante.

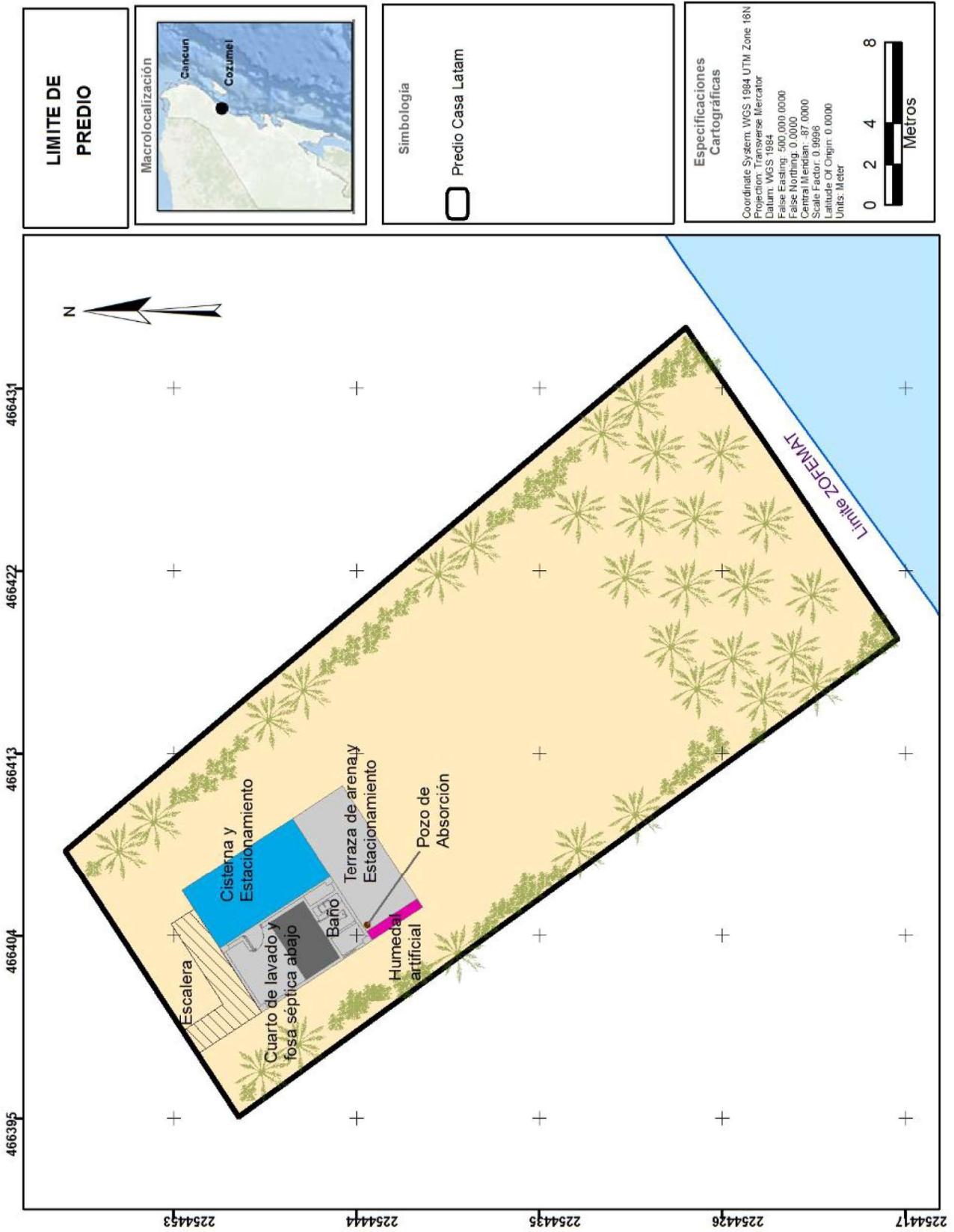
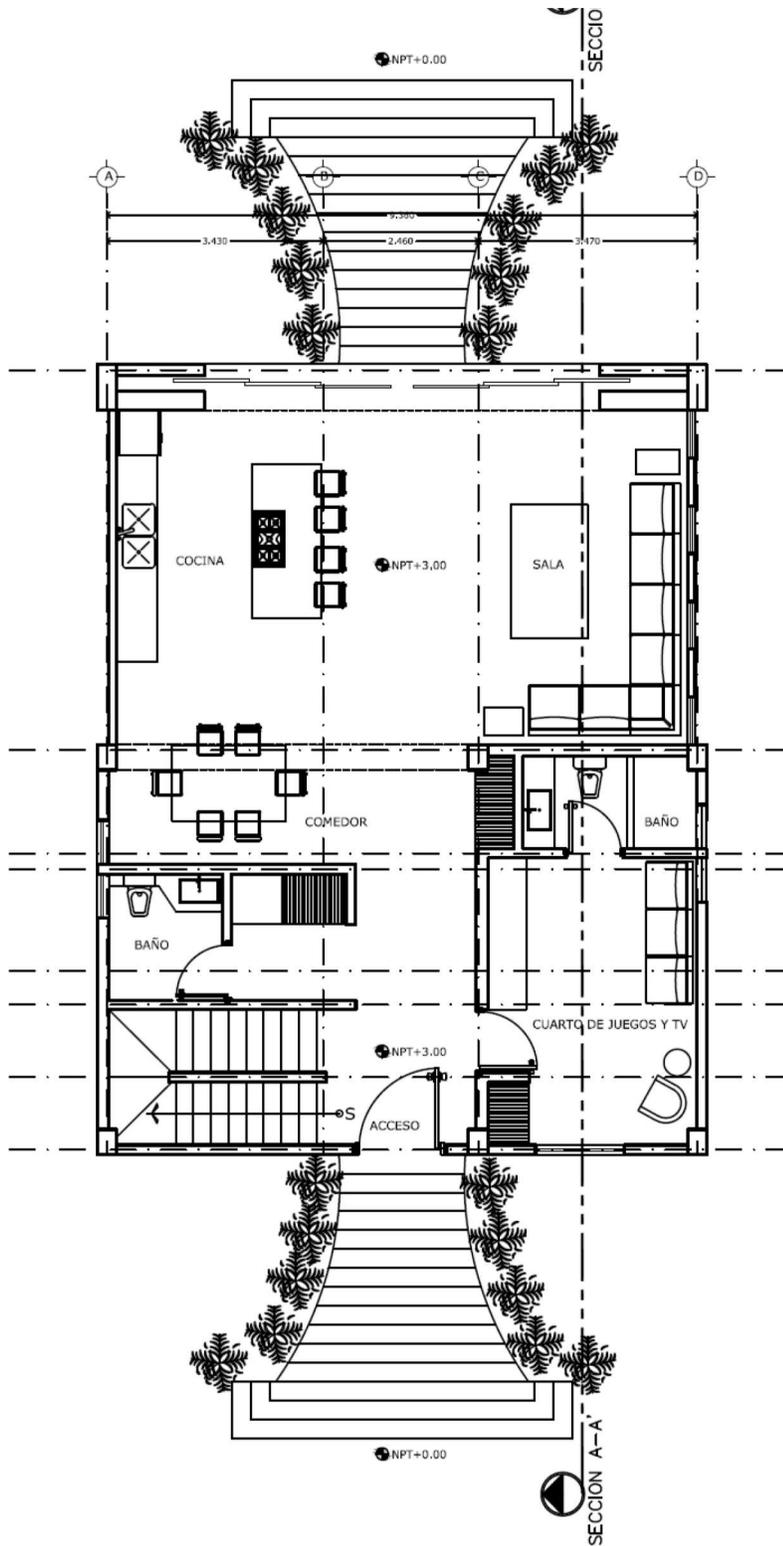


Figura 4. Desplante de la Casa Latam en Planta Baja.



**Figura 5.** Desplante del primer nivel de la Casa Latam. El croquis muestra la distribución de las diferentes áreas de servicios que se proyecto ubicar en el primer nivel

La planta baja ocupará una huella de desplante de 67.68 m<sup>2</sup> (9.9 %) y será construida a nivel de piso y contará con una longitud de 13.7m. La planta baja albergará bodegas de servicio, dos medios baños, uno ubicado para prestar servicio sanitario al área de lavado y otro hacia la bodega de servicios, un cuarto de máquinas y bajo la bodega de servicios se alojará la fosa séptica. Se prevé alojar la cisterna en la porción frontal y bajo el área de terraza de arena que fungirá como estacionamiento para albergar dos vehículos. (Figura 4)

La edificación a nivel de piso estará distribuida a manera de un rectángulo cuya cara más angosta estará orientada al Este. Las obras exteriores consistirán en el estacionamiento, que corresponderá a terraza de arena compactada sobre la cual se colocará adocreto, material que permitirá la infiltración de agua pluvial al subsuelo y dará soporte al área.

El primer nivel ocupará una superficie de 140.93 m<sup>2</sup> y al interior se ubicarán las áreas de servicio general como sala, cocina, comedor, una bodega, cuarto de juegos y TV, 2 baños, un área de blancos y un área frontal a partir de la cual se podrá tener acceso a la playa (Figura 5). Al interior de la edificación, en este nivel se colocará la escalera interior a través de la cual se podrá ingresar al siguiente nivel.

El segundo nivel ocupará también una superficie de 140.93 m<sup>2</sup> y al interior se ubicarán dos recamaras con vestidor y baño cada una, un pequeño estudio, un espacio intermedio y el cubo de las escaleras (Figura 6).

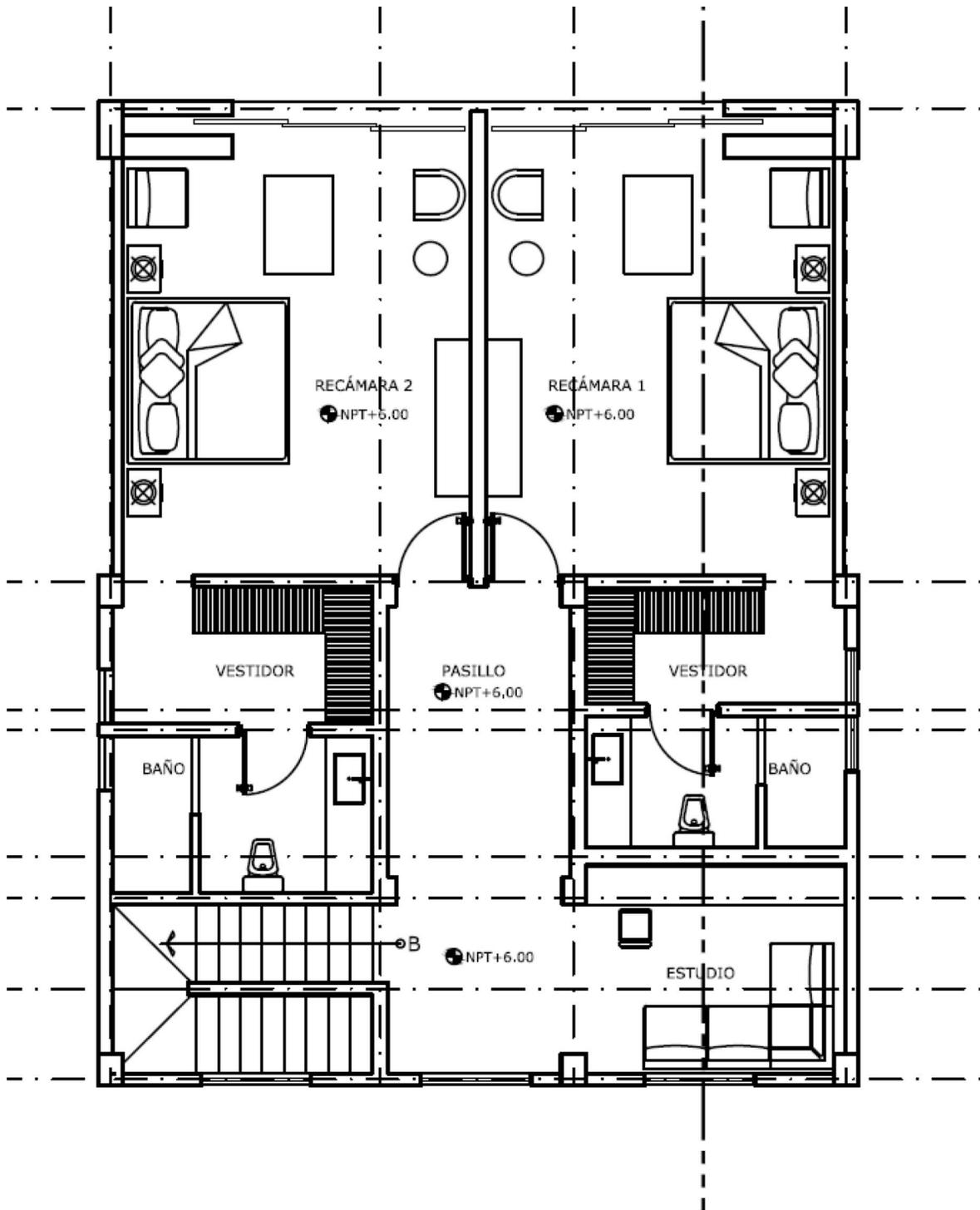


Figura 6. Desplante del segundo nivel de la Casa Latam. El croquis muestra la distribución de las diferentes áreas de servicios que se proyecta ubicar en el segundo nivel.

Los servicios básicos requeridos para la operación de la casa serán cubiertos por las redes municipales existentes, agua potable y energía eléctrica, mientras que el servicio sanitario será cubierto con la instalación de una fosa séptica prefabricada.

El Plan de Desarrollo Urbano que aplica a la zona donde se ubica el predio del proyecto es el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal 2007-2032, por lo que su desarrollo está regulado por este PDU y por el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum. Este instrumento de regulación vigente, ubica al predio del proyecto en la UGA Cn507 y asigna un uso predominante de Corredor Natural y uso condicionado para infraestructura y turismo. Ambientalmente, el desarrollo del proyecto no rompe con el entorno natural del área costera.

El proyecto es una obra nueva que requiere la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), debido a su ubicación, ya que se construirá en un predio adyacente a la Zona Federal Marítimo Terrestre, localizada en la zona de Akumal, donde existen desarrollos habitacionales y turísticos y por tanto se trata de una obra tipificada dentro de la categoría Desarrollo inmobiliario que afecta los ecosistemas costeros, señalada en la fracción IX del Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y el artículo 5, inciso Q de su reglamento en materia de Impacto Ambiental.

### 2.1.2 Selección del sitio

La selección del predio para desarrollar el proyecto de una casa habitación se basó en el hecho de que se ubica al interior del fraccionamiento denominado “Akumal Caribe”. Además, conforme a lo establecido en la cesión de derechos y obligaciones de fideicomisario del contrato de fideicomiso (Anexo copia), a favor del promovente, se concede usar y aprovechar el predio con fines residenciales. Por tal razón el predio es un sitio idóneo para los fines del proyecto.

### 2.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El sitio donde se pretende construir la casa habitación se ubica en la Fracción número 11 de la etapa “C” del fraccionamiento “Akumal Caribe”, ubicado en el lote denominado Akumal del Municipio de Tulúm en el Estado de Quintana Roo. Se trata de un predio natural de 682.8m<sup>2</sup> m<sup>2</sup> cuya localización espacial aproximada, expresada en coordenadas geográficas (Tabla 2), es la siguiente:

Vértice	Rumbo	X	Y
1	Suroeste	466395.059657292	2254449.8072839
2	Noroeste	466408.195993252	2254458.35821513
3	Noreste	466433.992905246	2254427.7883062
4	Sureste	466418.656373296	2254417.36572222
1	Suroeste	466395.059657292	2254449.8072839

#### 2.1.4 Inversión requerida

Los costos estimados para la construcción de la Casa Latam resultan en \$3'500,000.00 (TRES MILLONES QUINIENTOS MIL PESOS 00/100 M.N.).

En cuanto a la aplicación de medidas de mitigación y/o compensación, que en este caso particular se refieren básicamente a la supervisión ambiental del proceso constructivo del proyecto que prevenga o evite posibles impactos, Esta medida proponen dos acciones: Primero, la elaboración del Programa de Seguimiento Ambiental que se estima en \$30,000.00 (TREINTA MIL PESOS 00/100 M.N.) La segunda consiste en la ejecución del Programa, que contempla la supervisión y monitoreo ambiental durante el proceso constructivo, que se estima tendrá un costo mensual de \$20,000.00 (VEINTE MIL PESOS 00/100 M.N.).

Otra medida propuesta consiste en la elaboración de un Programa de Rescate de Palmas, cuyo costo estimado será de 50,000.00 (CINCUENTA MIL PESOS 00/100).

En éste orden, el costo total de la aplicación de las medidas de mitigación propuesta será de \$130,000.00 (CIENTO TREINTA MIL PESOS 00/100). Esta cantidad representa el 2.4% de la inversión por lo que su implementación es factible.

#### 2.1.5 Dimensiones del Proyecto

El predio, de acuerdo con lo señalado en la Escritura Pública No.20723, de fecha de 2 de febrero de 2004, cuenta con una superficie de 682.8 m<sup>2</sup>. En la Figura 3 se muestra el predio y el sembrado del proyecto propuesto, el cual tendrá un coeficiente de ocupación del suelo (COS) de 0.082 %, es decir, ocupará 67.68 m<sup>2</sup> (9.9%) de la superficie total del predio, el resto corresponde a áreas abiertas de las cuales 615.14 m<sup>2</sup> conservarán su cobertura vegetal.

Se estima que la superficie total de construcción del proyecto "Casa Latam" será de 378.59 m<sup>2</sup>, por lo que el coeficiente de uso del suelo (CUS) será de 0.45, lo cual es menor al coeficiente de ocupación de suelo permitido de 0.65 en el predio en mención (Tabla11).

En cuanto al COS, la Tabla 3 presenta el desglose de áreas del proyecto, donde la superficie ocupada por la edificación será de 68.36 (9.9%), el resto corresponde a áreas abiertas donde el 90.1% de las mismas conservará la cobertura vegetal original.

**Tabla 3. Desglose de áreas del proyecto. Se presenta el desglose de las áreas del proyecto donde se destaca la superficie construida y las áreas abiertas.**

Descripción	m <sup>2</sup>	%
<b>Area Construida *</b>		
Desplante de casa*	67.68	9.9
<b>Areas Abiertas Sin Construcción</b>		
Areas naturales	615.14	90.1
<b>Total</b>	<b>682.82</b>	<b>100</b>

El predio del proyecto constituye un polígono rectangular con las siguientes colindancias.

Norte: En Cuarenta con lote 10, manzana 10.

Sur: En Cuarenta metros con lote 12, manzana 10.

Este: En Veinte metros con Zona Federal Marítimo Terrestre.

Oeste: En Veinte metros con calle sin nombre.

Superficie: 682.82 metros cuadrados.

Clave Catastral: 905003000010011 (Certificado Anexo).

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

Actualmente, el predio no ha sido aprovechado y mantiene su cobertura vegetal, al igual que el lote colindante al sur del mismo. Los usos del suelo actuales en la zona donde se ubica el predio en estudio son turísticos y residenciales.



**Figura 7.** Uso actual del suelo en el predio y sus colindancias. La imagen muestra el predio delimitado con línea color rojo, donde se aprecian los usos actuales en la zona.



**Figura 8.** Uso actual del suelo con fines habitacionales. La imagen ilustra el desarrollo habitacional que se localiza justo frente al predio de estudio.



**Figura 9.** Uso actual del suelo con fines residenciales. La imagen ilustra una de las construcciones residenciales ubicada en las cercanías del predio de estudio.

Por otra parte, el uso de suelo del predio asignado por los instrumentos de regulación vigentes son los siguientes:

Con base al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum, la UGA Cn507 donde está ubicado el predio tiene asignado un uso de suelo predominante: corredor natural; uso compatible: flora y fauna, usos condicionados: infraestructura y turismo, usos incompatibles para acuicultura, agricultura, forestal, asentamientos humanos, industria, minería, pecuario y pesca.

De acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal, 2007-2032, el predio del proyecto está ubicado dentro de las Áreas de Reserva Urbana a Corto Plazo (RU-CP) pertenecientes a la reserva urbana que cuentan con las obras de urbanización básicas para uso turístico y residencial de baja densidad.

#### 2.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área donde se localiza el predio en el que se pretende la construcción del proyecto está parcialmente urbanizada ya que cuenta con redes de agua potable, red de energía eléctrica y servicio de limpia, el cual es proporcionado por el Municipio Tulum, a través de vehículos que realizan visitas periódicas a las zonas habitadas en los alrededores del predio. Sin embargo, carece de drenaje por lo que el promovente tendrá que cubrir por sí mismo dicha carencia a través del manejo de aguas residuales mediante el sistema de fosas sépticas con humedal.

Para habitar la casa habitación sin generar contaminación por agua sanitaria, se instalará un sistema séptico combinado compuesto por una fosa séptica prefabricada que descargará a un sistema alternativo tipo humedal artificial, mediante el cual se realizará la fijación física de los contaminantes depositados en la superficie del fondo y la materia orgánica, los cuales serán transformados por microorganismos, este mecanismo, además de que resulta en un bajo consumo de energía y bajos requerimientos de mantenimiento, asegurará el adecuado manejo del agua residual.

Existe un camino de acceso a partir de la Carretera Federal No. 307, Reforma Agraria Puerto Juárez, donde existe una caseta de vigilancia que regula la entrada a la zona costera, que conduce a las casas habitación cuya construcción data de más de 15 años. Esta zona se desarrolló bajo el nombre de Fraccionamiento Akumal y los vecinos se han organizado para conservar la tranquilidad de la zona, entre otros asuntos. La zona de Condominios cuenta con su vigilancia privada, sin embargo, en el fraccionamiento la vigilancia es pública, ésta proviene de las localidades de Tulum, Chemuyil y Akumal.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

### 2.2.1 Programa general de trabajo

La construcción del proyecto se estima en una duración de 12 meses, el desglose de las actividades por tiempo requerido se muestra en el Programa de Obra presentado en la Tabla 4.

Tabla 4. Programa de trabajo. Se desglosan los conceptos de obra y tiempo estimado para ejecutar la obra.

DESGLOSE DE OBRAS POR ETAPA	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO</b>												
Levantamiento topográfico	■											
Desmonte y despalde	■											
Trazo y nivelación del terreno	■											
Instalaciones provisionales	■											
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>												
Excavación a mano para cimentación		■										
Cimentación			■	■								
Fosa séptica y sistema de tratamiento de aguas residual				■								
Relleno y compactación (No recomendado, de preferencia estructuras piloteadas que soporten piso)				■								
Colado de firme, levantado de muros y colado de losas de entrepiso					■	■						
Levantamiento de muros de la edificación							■					
Colado de losas de azotea								■				
Levantado de pretilas								■				
Aplicación de calcreto en losas									■			
Aplanado fino y colocación de pisos										■	■	
Acabados y colocación de puerta y ventanas										■	■	■

### 2.2.2 Preparación del sitio

En este punto es pertinente indicar que, previo al inicio de actividades, se realizará la extracción de las palmas chit (*Thrinax radiata*), e individuos de uva de mar (*Cocoloba uvífera*) que se encuentren en la superficie destinada al área de desplante ya que en esta porción es donde se afectará a dichas especies, así como el rescate de todos aquellos individuos vegetales, árboles y/o plántulas, para ubicarse, de manera temporal, fuera del área de construcción.

Las actividades de preparación del sitio involucran el levantamiento topográfico del predio, el desmonte y despalme, así como la adecuación de las instalaciones provisionales, que servirán como apoyo para las labores de construcción.

#### Topografía.

Se realizará el trazo de la poligonal que delimita el predio y los diferentes niveles que presenta la topografía del terreno. Adicionalmente se ubicaron las palmas, o asociaciones de palmas, existentes en el predio. El resultado de este trabajo se mostró en el plano topográfico anexo. Adicionalmente, utilizando estacas y balizas, serán marcadas las longitudes y cadenamientos que delimitarán la estructura de las edificaciones y el área para la posterior introducción de maquinaria pesada (en su caso). Esta etapa requerirá el uso de un teodolito y estadal, así como, una cuadrilla de topografía.

#### Desmonte y despalme.

Consistirá en el retiro de la cubierta vegetal del terreno para dar paso al trazo y nivelación del sitio donde se edificará la casa. La actividad se realizará por métodos manuales, y el escaso producto del desmonte será apilado en un sitio específico para su posterior tendido y reubicación dentro del predio (en su caso).

Se presenta adjunto a la presente Manifestación de Impacto ambiental, el programa de Rescate de Flora y Fauna.

#### Nivelación.

Con base al levantamiento topográfico por medio del cual se obtuvieron las curvas de nivel del terreno, se proyectarán los niveles de las obras a realizar (Figura 10, Figura 11)

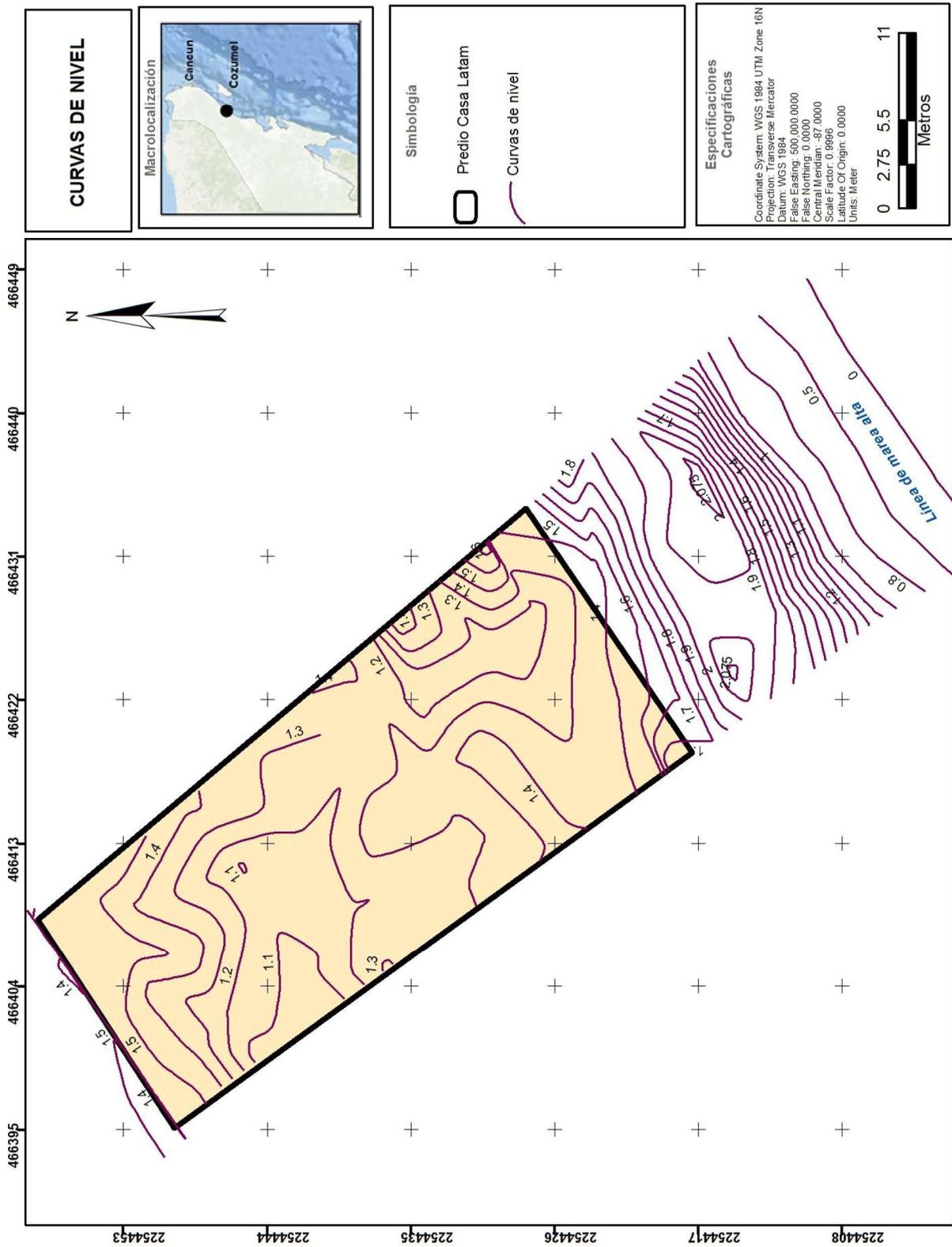


Figura 10.- Curvas de nivel del predio donde se pretende construir casa latam

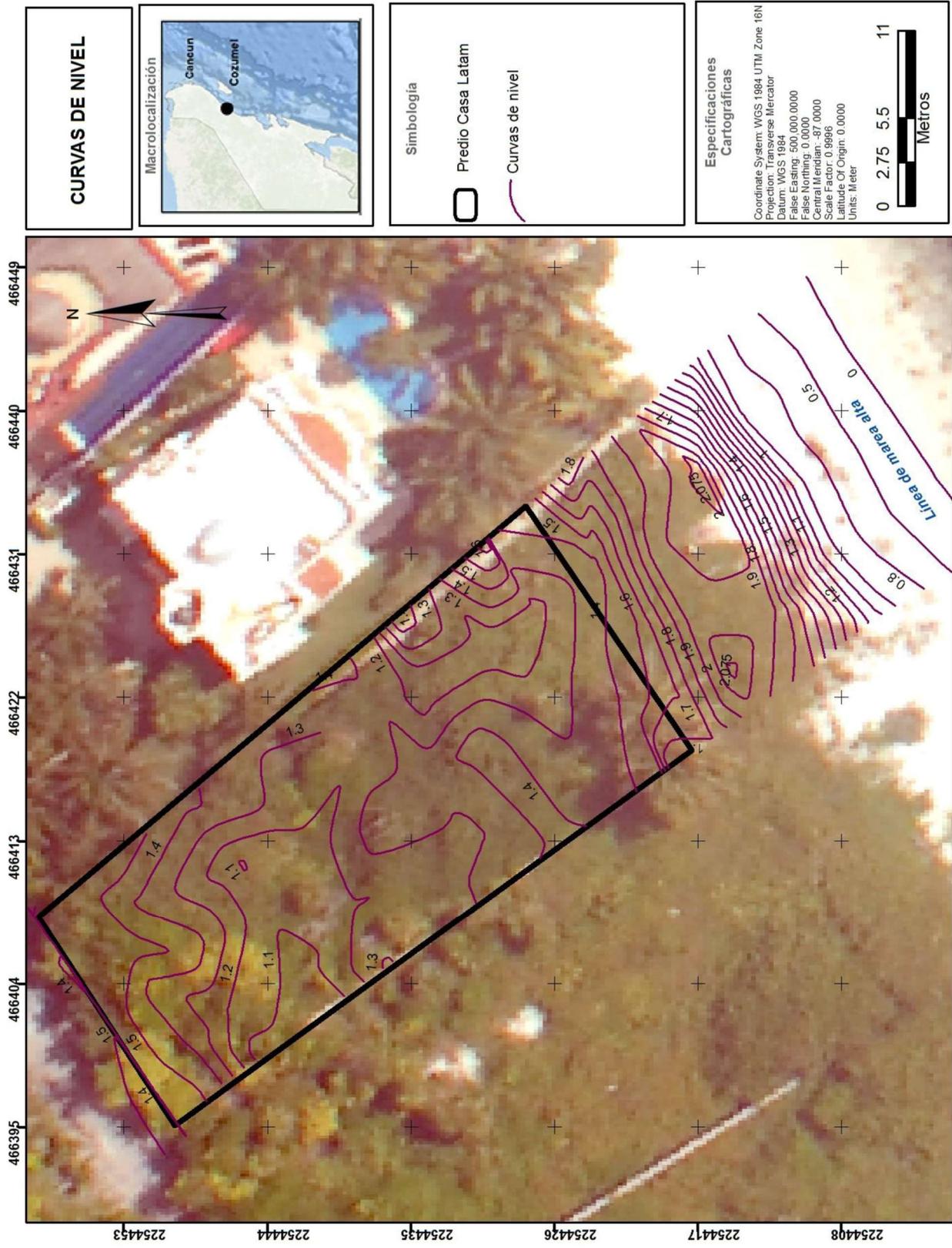


Figura 11.- Curvas de nivel del predio donde se pretende construir casa latam

### 2.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Se instalarán obras de tipo provisional para almacenar materiales y herramienta, un tinaco con capacidad aproximada de 5,000 l de agua, por medio del cual se pueden cubrir las necesidades de construcción. Estas se ubicarán en el acceso al terreno.

Colocación de sanitario portátil (de renta), 1 por cada 20 trabajadores ubicado en el acceso al terreno a lo largo de la construcción del proyecto. Se contratará el servicio de limpieza de sanitarios diaria para asegurar las condiciones de higiene y su uso.

Colocación de contenedores (generalmente se utilizan tambos de 200 l que contengan bolsas plásticas para almacenar temporalmente los residuos y facilitar su colecta y traslado) para residuos sólidos de tipo doméstico. Los residuos serán acopiados y quedarán bien cerrados al final de la jornada laboral para facilitar su colecta por el servicio de limpia municipal.

### 2.2.4 Etapa de construcción

En esta etapa se considera la construcción de la casa, que involucra la cimentación, la edificación de las estructuras, la realización de las instalaciones, así como de las instalaciones y obras requeridas para proveer servicios básicos a la casa, tales como la red de drenaje y su conexión al sistema de agua residual, generador de luz con capacidad de 5000 watts para energía eléctrica, entre otros. Incluye la realización de los acabados y las obras exteriores, que consisten en la conformación del acceso, terraza y estacionamiento.

#### Cimentación

Esta actividad iniciará aproximadamente a fines del primer mes, una vez concluido el trazo el desplante de la casa y realizada la nivelación del terreno. Para la cimentación se realizará la excavación de zanjas a lo largo del trazo preestablecido, lo cual se hará de forma manual. La cimentación será a base de pilotes y contratraves de carga, con dimensiones variables dependiendo de la estructura del suelo y del cálculo estructural.

Adicionalmente se llevara a cabo la excavación para la fosa séptica que se ubicará en un extremo de la planta baja, bajo suelo.

#### Edificación

Una vez concluidas la preparación del sitio se realizará el relleno de cepas a base de sascab y será compactado a cada 20 cm por medio de métodos manuales. Después de ello se realizará el colado de firme de concreto, así como, el levantamiento de muros de la planta baja y el colado de losas de entre piso. Los muros serán a base de block.

Concluido el primer nivel se levantarán los muros del segundo nivel y se realizará el colado de losas de azotea, se construirán los pretilas a base de block y se aplicará calcreto en losas superiores para dar pendiente hacia los colectores de aguas pluviales.

En esta etapa se construirá la cisterna de agua potable con capacidad para 10,000 L, para lo cual el área destinada a tal fin será aplanada y nivelada para construir un firme de concreto y paredes del mismo material, cuyas superficies tendrán un acabado con aplanado fino. Dicha fosa estará diseñada para asegurar la calidad del agua que contendrá, por lo que contará con tapa de cierre hermético.

El fondo de la fosa del estanque de tratamiento de agua residual, será cuidadosamente nivelado, de lado a lado y se recubrirá posteriormente por una capa de arcilla que será

firmemente compactada y sobre la cual será colocado una capa de bentonita, de asfalto o algún otro tipo de membrana que funja como impermeabilizante. Las proporciones hidráulicas del drenaje serán del 2% de desnivel al colocar la tubería de descarga y control de flujo.

#### Acabados de la edificación

El terminado de los muros interiores y exteriores, así como el de los plafones, será aplanado fino en muros, a base de rich, emparche y masilla, al interior y exterior, que serán recubiertos con pintura vinílica.

El acabado de los pisos será de loseta de barro comprimido natural lo mismo que los zoclos; los baños serán recubiertos con loseta de cerámica tipo intercerámico similar, con acabado liso en muro y antiderrapante en pisos.

El W.C. será de cerámica de tanque bajo para economizar agua, el lavabo será a base de una placa de mármol con faldón, zoclo y un ovalín de cerámica.

La cocina contará con muebles de concreto, con acabados en madera natural y cubierta tipo sintética. Los muebles fijos, marcos para espejos, closet y ventanas serán de madera tratada con acabado en barniz natural. El cristal en ventanas será de 6 mm de grosor.

#### Obras exteriores.

Consistirán en los andadores y el estacionamiento. Los andadores exteriores, hacia ambos lados de la casa en sus límites Norte y Sur, tendrán un ancho promedio de 90 cm y variaran en su trayectoria a lo largo de la casa.

#### Introducción de servicios básicos

La instalación eléctrica será alimentada a partir de la red eléctrica que corre a lo largo de la vialidad de acceso, adyacente al límite Oeste del predio.

La instalación hidráulica comprenderá una cisterna, desde donde el agua será bombeada, a través de una tubería, hasta un tinaco colocado en la azotea.

La instalación de gas se hará mediante tanques colocados en los sitios preestablecidos, con las condiciones de seguridad que permitan su adecuada operación.

Para las aguas negras se contará con la red sanitaria a base de fosa séptica y humedal. Como se indicó previamente la fosa o cisterna para almacenar agua potable tendrá una profundidad de 1.50 m y longitud de 2 m.

En cuanto a la infraestructura sanitaria, como ya se indicó, consistirá en un sistema a base de fosa séptica prefabricada y el sistema de humedal artificial que considera procesos aerobio y anaerobio para el tratamiento.

Posteriormente, por medio de tubería de PVC, el agua residual será conducida al estanque "humedal".

### 2.2.5 Requerimientos de personal e insumos

#### Personal

La construcción de la obra generará principalmente empleos temporales que no provocarán fenómenos migratorios, ya que se procurará contratar únicamente personal

de la región. La relación del volumen de personal a contratar, desglosada para el proyecto se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Personal a contratar. Se presenta la relación de personal que se contratará de manera temporal para la realización del proyecto.

<b>Descripción del Personal</b>	<b>Jornales</b>
Peón	912 834
Peón de limpieza	122 122
Peón de acarreo	106 58
Albañil de 2ª. Obra negra	419 404
Albañil (oficial)	407 363
Carpintero obra negra	49 39
Ayudante de carpintero	45 34
Ayudante carpintero de banco	66
Fierrero obra negra	66
Ayudante fierrero	44 33
Electricista	19 12
Ayudante electricista	54 54
Plomero	45 45
Ayudante plomero	76 76
Aluminiero	76 76
Ayudante aluminiero	11
Azulejero	11
Ayudante azulejero	69 69
Pintor	27 27
Ayudante de pintor	43 43
Jardinero	43 43
<b>TOTAL</b>	<b>2,584 2,360</b>

#### Insumos

En la tabla 6 se presenta la relación de insumos previstos que se utilizarán en la etapa constructiva del proyecto.

Por otra parte, los requerimientos de agua para la realización del proyecto se estiman en 375 m<sup>3</sup>, volumen que será surtido en pipas y almacenada en un tanque Rotoplas de

5,000 l, mientras que el agua potable para el consumo de los trabajadores, se surtirá comprando garrafones de agua purificada en los comercios locales cercanos.

#### Energía y combustibles

Durante la operación, la energía eléctrica requerida para el funcionamiento del proyecto será de 62,362 Kva, considerando un consumo de 350 kw y la operación de bombas eléctricas para el agua potable.

Durante la etapa de construcción se utilizarán 13,830 l. de gasolina, 2,060 L de Diesel, de los cuales el volquete ocupará 1,600 l. y la aplanadora 460 L. De aceite lubricante se utilizarán 1,109 l. El estimado del consumo de gas L.P. será de 500 l mensuales, una vez que esté ocupada la casa.

Tabla 6. Insumos. Se presenta la relación de insumos que serán requeridos para el desarrollo del proyecto, agrupados por tipo de recurso.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
<b>Recursos renovables</b>		
Barrote 2" x 4" x 7	Pza	35
Cimbra de 15 mm	m <sup>2</sup>	35
Madera de pino de 1 <sup>a</sup> .	Pza.	201
Madera de pino de 2 <sup>a</sup> .	Pza.	200
Polín 4"x4"8	Pza	76
Triplay pino 16 mm	Pza.	16
<b>Recursos naturales no renovables</b>		
Arena	m <sup>2</sup>	10
Cal Hidra	Ton	30
Grava	m <sup>2</sup>	20
Piedra de Hilada	m <sup>2</sup>	12
Piedra de vista maya	m <sup>2</sup>	14
Tierra vegetal	m <sup>2</sup>	20
<b>Recursos naturales transformados</b>		
Aceite para cimbra	l	15
Adocreto 20x20x7	Pza	450
Alambre recocado no. 18	Kg	35

Alambrón ¼"	ton	0.2
Andamio caballete	Hora	67
Armex 15x15-4	m	40
Apagador de escalera	Pza	8
Bloc de 10x20x40	Pza.	5,000
Barniz	l	50

### Maquinaria y equipo

La maquinaria y equipo necesarios para la construcción del proyecto se presenta en el Tabla 7.

Tabla 7. Maquinaria y Equipo

Nombre Maquinaria	Unidad	Cantidad
Vibrador para concreto a gasolina de 4 H.P.	----	1 unidad
Revolvedora 6-5 Mod. R-1010 tipo trompo con motor eléctrico 220 V. de un saco de capacidad	V	1 unidad
Camión de volteo de 8 a 12 toneladas	- ----	1 unidad
Aplanadora sencilla de un rodillo metálico de 2.5 a 3-5	Toneladas	1 unidad
Malacate Marca Mipsa	- ----	1 unidad
Cortadora trifásica	- ----	1 unidad
Generador eléctrico con motor a gasolina 110110-220 Volts de 500 wats de capacidad	volts	1 unidad
Equipo topográfico	----	1 Equipo
Equipo menor que consiste de: picos, palas, pizones de mano, carretillas y herramienta propias	----	1 Lote

## 2.2.6 Etapa de operación y mantenimiento

### Operación

La operación del proyecto será como casa habitación del propietario y su familia, por lo que el propietario será responsable de la operación y mantenimiento de la casa.

Las actividades que involucra la operación del proyecto consisten en el mantenimiento de la casa, obras exteriores y del equipo para generación de energía, hidráulica y sanitaria, todo lo cual estará a cargo del promovente a través del personal contratado para la administración del proyecto. Adicionalmente se considera el abastecimiento de servicios básicos como energía eléctrica y agua potable.

Energía eléctrica: Los requerimientos de energía eléctrica se estiman en 350 Kw bimestrales, considerando una ocupación de cuatro habitantes.

Agua potable: El agua potable se surtirá por medio de la red municipal y se almacenará en la cisterna construida al pie de la casa en el área de terraza, la cual tendrá capacidad para 10,000 litros. Posteriormente esta será extraída con una bomba eléctrica y conducida a la red de distribución de la casa, a través de tuberías de PVC hidráulico.

Una vez que la casa sea habitada, se estima un consumo de agua de 200 lt/hab/día que es la cantidad de agua necesaria que se le puede asignar a cada usuario en el día medio anual expresado en litro por habitante y por día, la cual debe comprender los siguientes usos:

- Doméstico
- Público
- Pérdidas y desperdicios

Considerando el alto costo que representa la infraestructura necesaria para dotar este tipo de servicio, las características de la región, la disponibilidad del agua en la zona de captación y la necesidad de un servicio medido, se consideró adecuada dicha dotación (200 lt/hab/día). Lo anterior se basa en un estimado de pérdidas y desperdicios que se encuentren dentro de las tolerancias permitidas de 15 a 20% en redes de distribución bien construidas, con materiales y presiones adecuados. Se anticipa que estas características cuenta la red municipal que abastece a la zona de Akumal.

En la operación de la casa, si se toma en cuenta que el volumen promedio diario de agua utilizado es de 200 L/hab/día (clase socioeconómica residencial, clima cálido), y el número promedio de ocupantes previsto es de 4 hab/viv, y que se proyectan en 1 vivienda 1, el resultado nos indica que los consumos de operación de la casa habitación serán de 0.009 el consumo medio diario lps, 0.012 lps de gasto máximo diario y de 0.020 lps como gasto máximo horario. Estos valores permiten afirmar que la operación del proyecto no conlleva desabasto de agua potable para la infraestructura turística y residencial existente en la zona, toda vez que la dotación de agua potable municipal es de 12'472,400 (400lts/hab/día) a corto plazo, 34'364800 (400lts/hab/día) a mediano plazo y 75'880,400 (400lts/hab./día) a largo plazo.

## Residuos Sólidos.

Dada la naturaleza del proyecto, la mayor parte de los residuos que serán generados serán del tipo domésticos, que por lo general no representan toxicidad y/o peligrosidad. Los residuos sólidos de tipo doméstico serán dispuestos en bolsas de plástico, concentrados y almacenados temporalmente hasta ser trasladados por el servicio de limpia pública hacia el sitio de disposición final en el Municipio de Tulum. Los desechos serán recolectados periódicamente por camiones sindicalizados los cuales llevan la basura a los basureros correspondientes.

El control de la fauna nociva se realizará mediante el aseo diario del lugar, y la fumigación periódica en caso que se requiera, utilizando siempre los plaguicidas recomendados por la Comisión Intersectorial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICLOPLAFEST), así como los indicados en la Guía de Plaguicidas Autorizados de Uso Agrícola vigente y siguiendo los criterios de la NOM-001-SEMARNAT-1996.

El mantenimiento de la casa consistirá en la limpieza cotidiana de la misma. Periódicamente será necesario barnizar las partes de madera como los elementos arquitectónicos en ventanas, puertas y otros acabados interiores de este material. De igual forma se realizará la revisión de las tuberías hidráulicas, sanitarias y de la red eléctrica y de preferencia, serán renovados a partir de 5 a 10 años del inicio de la operación

## Mantenimiento de obras exteriores.

El mantenimiento de áreas naturales, caracterizadas por la vegetación nativa conservada en el sitio, consistirá en regar y mantener en óptimas condiciones la vegetación, de ser necesario abonando el suelo para un buen desarrollo de las plantas y eliminando plantas no deseadas, malezas, de forma manual, de ser el caso.

El área de estacionamiento requerirá la remoción periódica de hierbas toda vez que se utilizará adocreto, en cuyos espacios tiende a desarrollarse malezas. Sin embargo, se estiman muy bajos volúmenes de este tipo de residuos.

Los andadores deberán ser mantenidos libres de basura, deshierbados y los bordes de piedra deberán ser restaurados periódicamente, así como, repuesta la capa de gravilla por lo menos una vez al año.

En cuanto al mantenimiento del sistema de tratamiento de agua residual, la fosa séptica estará sujeta al mantenimiento semestral, para asegurar su eficiente funcionalidad, así como la verificación del humedal artificial y de la tubería de conducción entre ambos componentes.

## 2.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO

No se prevé realizar obras asociadas al proyecto.

## 2.4 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

No se contempla el abandono del sitio.

## 2.5 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

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

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

A la presente manifestación de impacto ambiental se anexa el Programa Integral de Manejo de Residuos.

Para cada etapa del proyecto, se describen los tipos de residuos a generar y sus características; cuando fue posible determinarlo *a priori*, el volumen, forma y/o lugar de disposición, así como la infraestructura y formas de recolección, manejo y disposición final. Asimismo, se señala la disponibilidad de servicios e infraestructura en la localidad y/o en la región para su manejo y disposición adecuados.

### 2.6.1 Preparación del sitio

Durante esta etapa, los residuos generados serán principalmente residuos vegetales del desmonte y residuos sólidos derivados de la remoción de los materiales que conforman el suelo del predio.

También se generarán restos orgánicos (heces fecales), que serán colectados en los sanitarios portátiles que se rentarán para dar servicio a los trabajadores. La empresa arrendadora será la encargada de la disposición final de tales desechos.

La maquinaria y los vehículos de motor que operarán en esta etapa generarán emisiones a la atmósfera producto de la combustión de sus motores, sin embargo, gracias a las corrientes de aire provenientes de la costa, dichos contaminantes se dispersarán rápidamente en la atmósfera.

La operación de maquinaria también causará ruido y radiaciones térmicas. Sin embargo serán afectaciones puntuales y limitadas a un horario laboral durante pocos meses.

### 2.6.2 Etapa de construcción

Durante esta etapa se prevé la generación de residuos sólidos inorgánicos y orgánicos. Entre los primeros tenemos restos de arena, materiales de construcción, pedacería de block, losa, cemento, madera, vidrio, plástico, aluminio, poliuretano, trozos de ductos eléctricos, tubería de cobre, etc.

Dicho material será acumulado en una zona del predio donde no dificulte el avance de la obra. Los restos de pedacería pequeños se dispondrán en tambos de 200 litros. Periódicamente, los residuos sólidos serán cargados en volquetes y trasladados fuera del predio hacia el sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos del Municipio Tulum.

El traslado, al igual que la etapa anterior, deberá hacerse en las horas de menos tráfico vehicular y también se deberán cubrir los materiales con una lona a fin de reducir su dispersión.

En esta etapa se producirán cantidades importantes de desechos que potencialmente pueden ser reutilizables, por lo tanto se favorecerá su separación, clasificación y comercialización adecuadas. Se espera la generación de papel, plástico, vidrio, aluminio, madera y cartón. El aluminio, generalmente es recolectado por los propios trabajadores quienes lo venden en los centros de acopio existentes en la zona.

También se generarán residuos orgánicos como heces fecales, que serán colectados en los sanitarios portátiles que se rentarán para dar servicio a los trabajadores. La empresa arrendadora será la encargada de la disposición final de tales desechos.

La maquinaria y/o vehículo de motor que operará en esta etapa generará emisiones a la atmósfera producto de la combustión de su motor, sin embargo, debido a las corrientes de aire provenientes del mar, dichos contaminantes se dispersarán rápidamente en la atmósfera. La operación de la maquinaria también causará ruido y radiaciones calóricas, sin embargo, su ocurrencia será temporal y limitada al horario laboral.

Las ráfagas de viento podrían dispersar basura a las zonas cercanas, especialmente materiales ligeros como bolsas de plástico, restos de cartón y de envolturas de papel, por lo que los terrenos aledaños y la Zona Federal Marítimo Terrestre colindante podrían verse afectados y será necesario evitar dejar expuestos al viento tales materiales, así como la construcción de un tapial perimetral.

Por último, se generarán residuos sólidos de papel, envolturas, botellas, etc., del consumo personal de los mismos. Estos desechos serán recolectados en tambos de 200 litros y retirados por medio del servicio de limpia municipal.

### 2.6.3 Etapa de operación

#### Residuos Sólidos

En la operación del proyecto Habitacional, los residuos sólidos urbanos se refieren a los residuos de origen doméstico que se generarán por la casa Habitación proyectada. Los residuos sólidos que se generarán serán principalmente de tipo doméstico, los cuales deberán ser retirados de los distintos cuartos y áreas operativas del proyecto y depositados en los contenedores que existirán para tal fin. Tales desechos se concentrarán y almacenarán brevemente para ser retirados diariamente por el servicio de limpia pública. La disposición final estará a cargo del servicio de limpia municipal, que transportará los desperdicios al sitio de disposición final municipal.

En la tabla 8 se agrupan los posibles residuos por etapa, clasificados por naturaleza, volumen o cantidad esperada a generar, manejo de cada residuos e infraestructura temporal para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos.

Tabla 8.- Generación, manejo y disposición de residuos.

Clasificación de Residuos	Etapas del proyecto	Posibles residuos	Manejo	Disposición final	Cantidad estimada a generar			
<b>Peligrosos</b>								
Durante la operación del proyecto no se producen residuos peligrosos, sin embargo en caso de que en algún momento se llegaran a generar								
El mantenimiento de equipos y maquinaria (en caso de ser necesaria) se realizarán fuera del Fraccionamiento Akumal Caribe y, preferentemente en talleres especializados o en instalaciones del contratista; De ser necesario, lubricantes y combustibles de consumo regular se almacenaran en un sitio que cuente con piso de cemento, en forma de dique, de acceso restringido, bien ventilado y debidamente señalado								
Aceite gastado	Preparación del sitio			A través de un prestador de servicios autorizado por SEMARNA T o en la forma que determine la autoridad municipal de Tulum.	Nulo			
	Construcción							
Estopa, trapos y papeles impregnados de aceite gastado	Preparación del sitio							
	Construcción							
	Operación							
Envases que contuvieron aceite, pinturas o solvente	Preparación del sitio							
	Construcción							
	Operación							
Lodos	Operación					Se almacenarán temporalmente en lechos de secado	Se usará como abono orgánico una vez	

				neutralizado.	
<b>No peligrosos</b>					
Orgánicos	Preparación del sitio	Vegetación	En contenedores con tapa etiquetados	A través del servicio municipal de recolección de basura Composteo	< 20 Kg
	Construcción		En contenedores con tapa etiquetados	A través del servicio municipal de recolección de basura	< 10 Kg
Inorgánicos	Preliminares	Material que conforma el suelo	En contenedores con tapa etiquetados	A través del servicio municipal de recolección de basura	< 20 Kg
	Construcción	Arena, material de construcción, pedacera de block, losa, cemento, madera, vidrio, plástico, aluminio, trozos de ductos, tubería de cobre, entre otros.	En caso de ser reutilizables se separaran, clasificarán y distribuirán.	A través del servicio municipal de recolección de basura	< 50 Kg
			En contenedores con tapa etiquetados		
Operación	Tipo doméstico				1,752.00 Kg

Fecales	Preparación del sitio		Sanitarios portátiles	La empresa arrendadora será la encargada de la disposición final	Nulo
	Construcción		Sanitarios portátiles	La empresa arrendadora será la encargada de la disposición final	
Aguas Residuales	Operación		Planta de tratamiento y humedal artificial	Inyectada al pozo de descarga	270.37lts al mes
Ruido	Preparación del sitio		La maquinaria dispondrá de los dispositivos de control de ruido que señale la norma y serán producidos en tiempos limitados	La velocidad de los vientos dominantes favorecen su dispersión	< 68dbA de 6:00 a 22:00 y < 65dbA de 22:00 a 06:00
	Construcción				
	Operación		El nivel de ruido estará dentro de la norma		< 68dbA de 6:00 a 22:00 y < 65dbA de 22:00 a 06:00

### Aguas residuales

Con base en la población de proyecto y los coeficientes de Harmon y de Seguridad, se calcularon las aportaciones media diaria en 0.74 lps, máxima instantánea de 2.5 lps y máxima extraordinaria en 3.76 lps; así mismo, su aportación media mensual en 22.22 lps y aportación media anual en 270.37 lps, de aguas residuales una vez que la casa esté ocupada en su totalidad.

Por otra parte las aguas residuales, tanto las grises (de proceso), como las negras (sanitarias), serán manejados a través del sistema séptico compuesto por la fosa séptica con el sistema alternativo tipo humedal.

### *Proceso de tratamiento de aguas residuales*

La planta de tratamiento de aguas residuales está concebida bajo el proceso dual “Bioreactores”, la cual consiste en procesos de alta eficiencia y automatizados que van desde el pretratamiento hasta la disposición final del efluente.

#### *Pretratamiento y Tratamiento primario*

En el pretratamiento se ha considerado una caja donde llega el caudal de aguas que es bombeado, seguidamente el flujo de aguas seguirá un camino a través de un canal denominado canal de llegada al desarenador, la función de este es proporcionarle al flujo de aguas la velocidad adecuada para que las partículas no sedimenten antes de llegar al desarenador y eliminar partículas de gran tamaño al pasar por un hidrotamiz que se ha colocado, la cual tiene como función retener todas las partículas de gran tamaño (no consideradas como arenas), esto con el fin de que no afecten las etapas posteriores del proceso.

Este flujo de aguas continua hacia el desarenador donde serán eliminadas todas las arenas que físicamente puedan sedimentar de acuerdo al diseño del mismo, este desarenador será capaz de eliminar el cien por ciento de las arenas de 0.1 mm.

La función principal del pretratamiento es eliminar todo lo que llega a la planta que no es una contaminación biológica (materia orgánica basándose principalmente en tratamientos físicos para su eliminación).

#### *Tratamiento secundario*

El tratamiento secundario refiere a todos los procesos de tratamiento biológico de las aguas residuales tanto aerobios como anaerobios, este proyecto es basado en el proceso de lodos activos en combinación con filtros percoladores.

Los filtros percoladores funcionan al esparcirse el agua residual por algún medio filtrante como pudiera ser madera piedra o materiales sintéticos como el plástico, formándose una película microbiana que espera la llegada del agua residual para alimentarse con la materia orgánica contenida en este recibiendo oxígeno que se produce de manera natural por intercambio de temperaturas o de forma artificial en caso de tener un filtro una altura considerable.

Después de que las aguas han pasado por el pretratamiento y han llegado al tanque de aireación estas pasarán a un sedimentador o clarificador secundario esto para eliminar los flóculos de lodos que se han formado gracias al proceso anterior.

En el proceso de fangos activados, es necesario separar la biomasa del agua tratada, siendo este el objetivo de la decantación secundaria. La función de esta etapa de tratamiento sirve tanto de clarificación y para producir un efluente bien tratado.

#### *Tratamiento terciario*

Posteriormente el agua proveniente de los reactores anaerobios de flujo ascendente pasará a humedales conformados artificialmente. Los humedales (también conocidos como wetlands en inglés o lechos de plantas acuáticas en español), consisten en áreas o lechos inundados o saturados con agua que contienen plantas acuáticas, las que para su desarrollo toman nutrientes presentes en el agua residual. Estos lechos son precedidos de un pretratamiento, y preferentemente de algún proceso anaerobio para reducir la carga orgánica y la concentración de sólidos. Son poco profundos, con flujo lento y las plantas acuáticas pueden ser conseguidas en la localidad

El efluente clarificado y tratado en el humedal llega a la canaleta en el lado extremo para de ahí ser conducida por gravedad al proceso de desinfección por medio de una solución de hipoclorito de calcio.

La desinfección se refiere a la destrucción de los organismos patógenos contenidos en el agua residual proveniente del efluente de los humedales de flujo subsuperficial; la diferencia entre la desinfección y la esterilización, es que en esta última se destruyen todos los organismos presentes en el agua.

Este sistema de cloración estará controlado por especialistas en la materia con el fin de disminuir riesgos por concentraciones de altas en el agua efluente como lo estipula la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

La planta de tratamiento junto con el humedal artificial están diseñados para el tratamiento de 60 Lts de agua por día.

#### *Manejo, tratamiento y disposición final de lodos generados.*

Debido a que como subproducto del tratamiento del agua se generaran lodos secundarios excedentes con un alto contenido de materia orgánica, capaz de ulterior descomposición, será necesario estabilizarlos a fin de satisfacer la normatividad y poder disponer de ellos como desecho sólido sin mayor problema sanitario.

El lodo que será sustraído del clarificador primario y el porcentaje que será purgado serán enviados al digestor de lodos en el cual su sistema será aerobio (La digestión aerobia es la estabilización oxidativa bioquímica del lodo en reactores abiertos o cerrados que son independientes del proceso líquido).

La digestión aerobia de lodos municipales está basada en el principio de que, cuando existe insuficiente substrato externo disponible, los microorganismos metabolizan su propia masa celular. En la operación real, la digestión aerobia involucra la oxidación directa de cualquier materia biodegradable y la oxidación del material celular microbiano por los organismos.

Estudios sobre la digestión aerobia de lodos municipales (plantas de tratamiento municipales) indican que la digestión aerobia funcionó bien y propicio una reducción de los sólidos volátiles del lodo. Los procesos de digestión aerobia fueron económicos de construir, tenían menores problemas operativos que los procesos de digestión anaerobia y producían un lodo digerido que drenaba bien.

Una vez que el lodo ha sido estabilizado en el digestor de lodos este pasa al espesador el cual lograra una mayor densidad del lodo, el agua que haya quedado en la superficie será retornada al pretratamiento de agua residual, porque tendrá una cierta carga biológica y de solidos; Una vez que se han concentrado los lodos este será enviado a un filtro banda el cual se encargará de eliminar los excesos de agua que pudiera este tener.

Un espesador por bandas de gravedad separa los sólidos del agua libre utilizando el drenaje por gravedad sobre una banda horizontal, El agua que pasa por la banda se conoce como filtrado. El filtrado se recoge y se envía de nuevo al tratamiento. Los espesadores por bandas de gravedad se diseñan con diferentes anchuras. (1-3 m).

### Disposición final

Después de su neutralización los lodos se almacenaran temporalmente en lechos de secado para usarlo posteriormente como abono orgánico. No serán dispuestos como residuos peligrosos.

Respecto de la calidad de los lodos residuales procedentes del proceso de tratamiento del agua, se ha observado satisfacer la NOM-004-SEMARNAT-2002. (Tabla 9)

Clase	Indicador bacteriológico de contaminación	Patógenos	Parásitos
	Coliformes fecales NMP/g en base seca	Salmonella spp. NMP/g base seca	Huevos de helmintos/g en base seca
C	Menor de 2 000 000	Menor de 300	Menor de 35

### Alternativas de reuso

Los lodos residuales procedentes del proceso de tratamiento pueden ser usados como abono orgánico una vez que se hayan elaborado los análisis CRETIB y se certifique que no son residuos peligrosos.

### Humedal Artificial.

Un humedal construido para el tratamiento de las aguas grises por biofiltración es un humedal construido que elimina una cantidad significativa de contaminantes de las aguas grises antes de que desemboca al agua subterránea, el río, o humedal natural. La adición de patógenos, de las bacterias, y de toxinas no-biodegradables al agua de superficie puede ser evitada con este tratamiento biológico, y así promover un ecosistema más sano y condiciones más sanitarias. El sistema puede ser construido para una sola casa o un grupo de casas, típicamente con un costo bajo.

Las aguas grises son las aguas que salen de fregaderos, de los baños, o de lavaderos; no incluyen agua de lavabo, que contiene muchos más patógenos y bacterias. Típicamente las aguas grises contienen nitratos, fosfatos, jabones, sal, bacterias, espumas, partículas de alimento, materia orgánica, sólidos suspendidos, perfumes y colorantes. Las adiciones de las aguas grises a los cuerpos de agua en la superficie pueden causar desequilibrios de pH, la demanda aumentada de oxígeno (BOD) e incremento en turbidez.

El agua que es descargada en un humedal construido para el tratamiento biológico de las aguas grises será filtrada por ambos procesos mecánicos y biológicos por las plantas en el sistema y los microbios que viven alrededor de las raíces de la planta. En los humedales subterráneos de flujo, las aguas grises fluyen por el sistema bajo la superficie de tierra, lo cual elimina el riesgo de estancamiento y crecimiento de mosquitos.

El sistema consiste en una capa delgada (5 cm) de arena cubierta por una capa gruesa (45-75cm) de grava de tamaño pequeño-medio, y con una capa delgada (5 cm) tierra. Las plantas que sobreviven bien en los humedales naturales y construidos (las aneas, las cañas, etc.) son plantados en la capa superficial del suelo y las raíces crecen en el sustrato de grava. La figura 12 muestra una sección transversal de una celda de humedal construido.

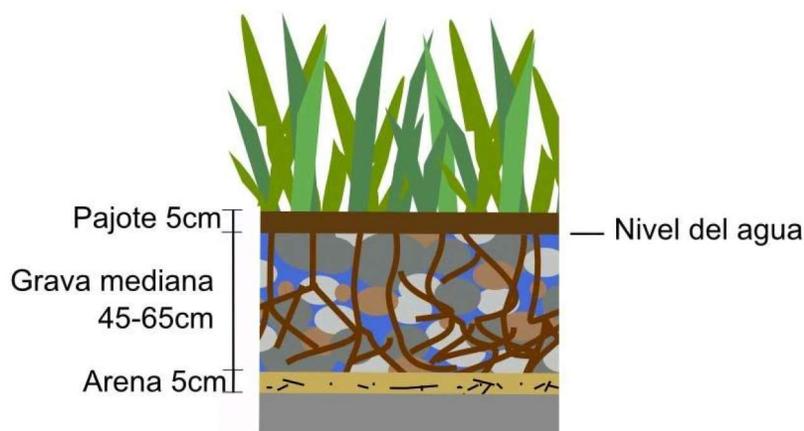


Figura 12.- sección transversal de una celda de humedal costero.

Las aguas grises entran al humedal por la gravedad y son filtradas primero por procesos mecánicos. Las plantas del humedal transfieren oxígeno a la zona sumergida de la raíz, que permite la degradación biológica de contaminantes y materias orgánicas por microbios (Figura 3). La eficiencia de la eliminación varía, pero generalmente el humedal puede eliminar una buena porción de los contaminantes de las aguas grises. La tabla 1 muestra la eficiencia observada de eliminación de BOD para humedales alrededor de Norteamérica, y en India (Crites and Tchobanoglous 1998, Tayade et al 2005). El efluente de un sistema debe ser monitoreado para determinar la eficiencia aproximada de eliminación.

El tamaño de un humedal construido depende de la cantidad de efluente que va a entrar y de la cantidad de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (BOD) que se necesita reducir. En general, 1 metro cúbico de humedal puede procesar acerca de 135 litros de las aguas grises (Jenkins 2005)

La matriz del tamaño en la tabla 10 da una idea general del rango de tamaño cuando se trata de cantidades diferentes de niveles de descarga.

Tabla 10.- matriz para determinar el tamaño adecuado de un humedal artificial.

Descripción	Volumen de agua grises al humedal (m <sup>3</sup> /día = 1000L/día)	Tiempo pasado en el humedal construido (días)	Profundidad del sustrato (m)	Ancho (m)	Longitud (m)	Total Área (m <sup>2</sup> )
Sistema individual (una	0.03	4.62	<b>0.50</b>	0.40	1.99	0.79

<p>casa): asume una contribución de 240L/familia/semana para 1 familia, con una velocidad de reacción conservadora de 1.1 y temperatura promedio inferior de 3°C</p> <p>Sistema de varias casas: asume una contribución de 240L/familia/semana para 5 familias, con una [velocidad de reacción] conservativa de 1.1 y [temperatura inferior promedio] de 3°C</p>	<p>0.17</p> <p>4.62</p> <p><b>0.50</b></p> <p>0.89</p> <p>4.45</p> <p>3.96</p>
<p>Pequeño sistema de la comunidad: asume una contribución de 240L/familia/semana para 20 familias, con una [velocidad de reacción] conservativa de 1.1 y [temperatura inferior promedio] de 3°C</p> <p>El sistema medio de la comunidad: asume una contribución de 240L/familia/semana para 200 familias, con una [velocidad de reacción]</p>	<p>0.69</p> <p>4.62</p> <p><b>0.70</b></p> <p>1.68</p> <p>6.73</p> <p>113.1</p> <p>6.86</p> <p>4.62</p> <p><b>0.70</b></p> <p>5.32</p> <p>21.27</p> <p>113.14</p>

<p>conservativa de 1.1 y [temperatura inferior promedio] de 3°</p> <p>El sistema grande de la comunidad: asume una contribución de 240L/ familia/semana para 400 familias, con una [velocidad de reacción] conservativa de 1.1 y [temperatura inferior promedio] de 3°</p>	13.72	4.62	<b>0.70</b>	7.52	30.09	226.28
<p>Pequeño sistema de la comunidad: asume una contribución de 240L/ familia/semana para 20 familias, con una [velocidad de reacción] mediana de 2.0 y [temperatura inferior promedio] de 3°C</p> <p>El sistema medio de la comunidad: asume una contribución de 240L/ familia/semana para 200 familias, con una [velocidad de reacción] mediana de 2.0 y [temperatura inferior promedio] de 3°C</p>	0.69	2.54	<b>0.50</b>	1.48	5.90	8.71
<p>El sistema medio de la comunidad: asume una contribución de 240L/ familia/semana para 200 familias, con una [velocidad de reacción] mediana de 2.0 y [temperatura inferior promedio] de 3°C</p>	6.86	2.54	<b>0.50</b>	4.67	18.67	87.12

Las aguas provenientes de la fosa séptica se canalizarán a un humedal artificial de tipo agua superficial libre (ASL). El cuerpo del humedal consistirá en una tina rectangular de concreto de 1.45m<sup>2</sup> y 0.5m de profundidad cubierta por una geomembrana impermeable para prevenir percolaciones al suelo en caso de cualquier grieta en la estructura.

El humedal se cubrirá con plantas nativas distribuidas en franjas paralelas al eje más corto del humedal.

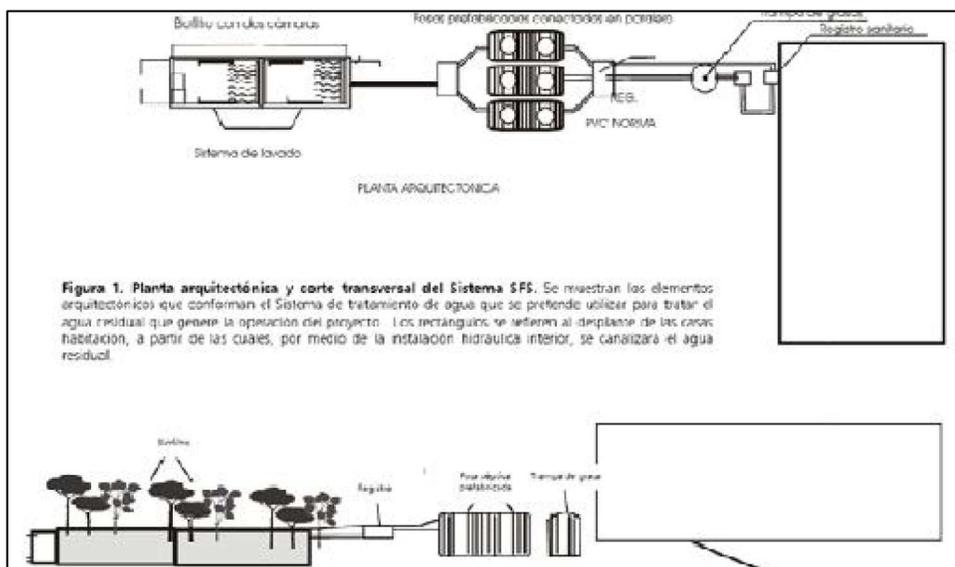
La superficie restante del humedal permanecerá sin cubierta vegetal para facilitar la aireación del sustrato y del agua.

El área que ocupara el humedal como parte del desplante del proyecto es de 1.45m<sup>2</sup> (Figura 13)

En la construcción de este tipo de humedales es de vital importancia establecer la vegetación con la densidad apropiada, si están disponibles, deberán ser preferidas las plantas nativas que están adaptadas a las condiciones del sitio, para la siembra de la vegetación es necesario dejar un 10% de la tierra vegetal que posee originalmente la planta.

Las plantas deberán ser de preferencia suculentas y adaptadas a los humedales naturales, también pueden ser sembradas especies de *Musaceas* tales como el Plátano, *Typha*, *Alocasias*, *Musaceas* y algunas *Gramíneas*.

Estos sistemas requieren de condiciones de flujo uniformes para alcanzar los rendimientos esperados, esto se alcanza en los sistemas de tratamiento de aguas residuales con tuberías de recolección e inyección, perforadas que se extienden a lo largo y ancho de la primera cámara del biofiltro y la segunda cámara para la recolección y reutilización, en su caso, del agua tratada. El conducto de salida consiste en una tubería de (PVC) perforada y colocada al final del lecho, como se muestra en la Figura 14.



**Figura 14.** Planta arquitectónica y corte transversal del sistema SFS. Se muestran los elementos que conforman el sistema de tratamiento de aguas residuales que se pretende utilizar en la operación de la casa habitación.

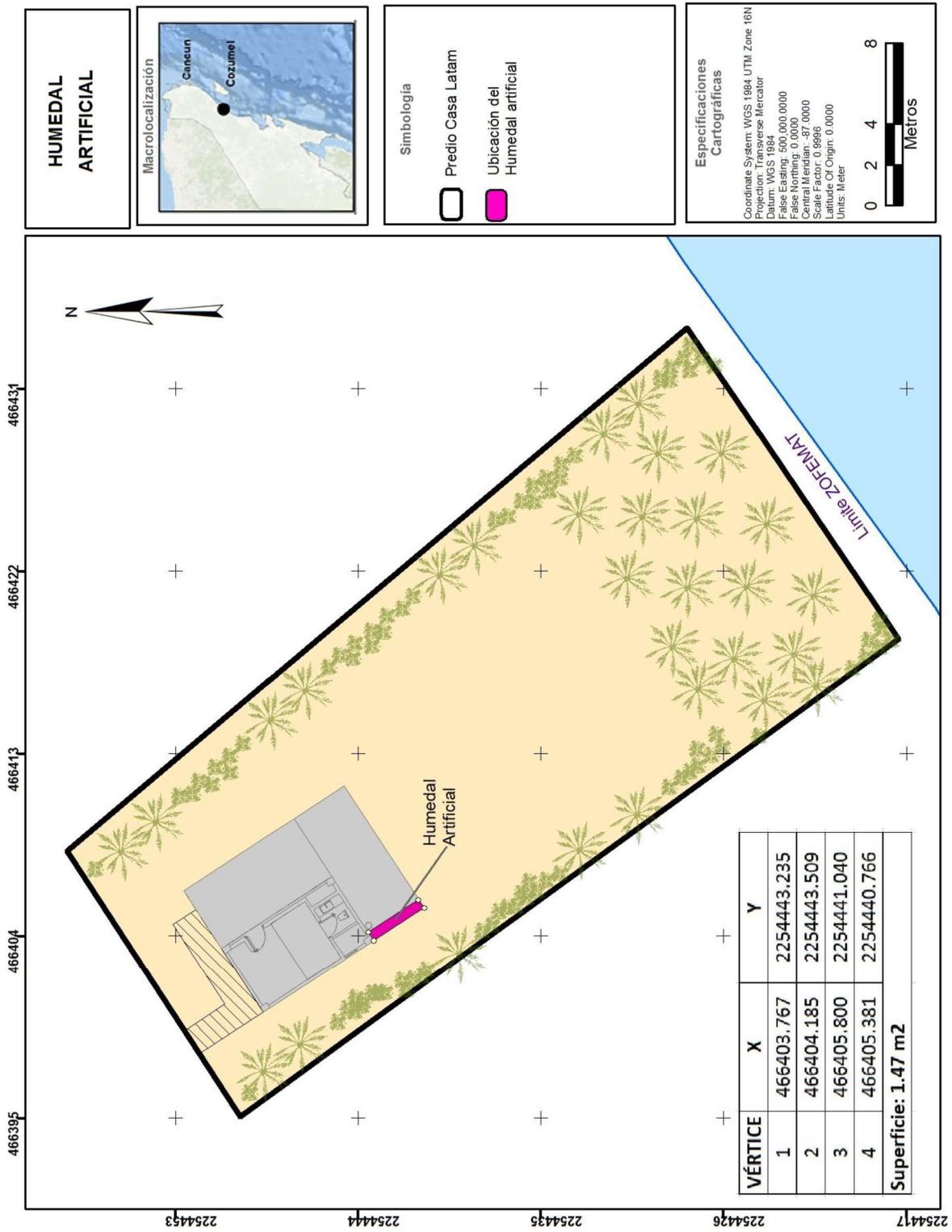


Figura 13. Ubicación del pozo del humedal artificial dentro de la zona de desplante.

### *Control*

Para mantener el control del sistema de tratamiento se requiere medir la funcionalidad del humedal e integridad biológica.

Esta supervisión permite identificar los problemas como una medida de mantenimiento preventivo, es esencial un programa de control para dar continuidad del sistema a largo plazo.

La efectividad en la remoción de contaminantes puede determinarse mediante la diferencia entre la carga a la entrada (volumen de entrada x por concentración del contaminante) y la salida (volumen de descarga x concentración de contaminante).

Los parámetros de interés son:

\*DBO

\*NITRÓGENO

\*FÓSFORO

\*SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

\*METALES PESADOS

\*BACTERIAS (COLIFORMES TOTALES Y FECALES)

### *Control de salud del humedal*

Los humedales deben controlarse periódicamente para observar las condiciones generales del sitio y para describir cambios importantes que pueden ser adversos, tales como erosión o crecimiento de vegetación indeseable; para ello debe supervisarse la vegetación periódicamente para determinar su salud y abundancia, para los humedales que no reciben cargas altas la supervisión de la vegetación no se necesita que sea cuantitativa, normalmente bastará con observaciones cualitativas.

### Pozo de descarga

A la presente manifestación de impacto ambiental se anexa el estudio estatigráfico del pozo de descarga propuesto dentro de la zona de desplante del predio (Figura 15).

Se considera que el pozo de absorción a instalarse en el predio puede ser una estructura prefabricada que ha sido específicamente diseñada como pozo de absorción o sistemas de drenaje vertical.

El uso para estos es de drenaje vertical, infiltración en el terreno de aguas residuales ya tratadas. El uso de los pozos de absorción en combinación con las fosas sépticas es un sistema completo que viene a resolver de manera eficiente y en poco espacio la mayoría de los inconvenientes que se pueden presentar con el funcionamiento de los drenajes lineales; además es una buena solución para los terrenos con poca absorción superficial.

La descripción técnica del pozo de absorción a instalarse o construirse son estructuralmente módulos triangulares o cuadrados de uno, dos o tres niveles.

Estos módulos para infiltración están compuestos por paneles con ductos de dispersión, unos elementos de unión superior que conforman una viga de encaje perimetral y una tapa octagonal final. La entrada se ubica en la parte superior.

Todos los elementos estructurales están prefabricados en concreto de alta resistencia.

Según el modelo cuadrangular a construirse se realizará una excavación con las medidas indicadas, una vez efectuada la excavación y con el fondo nivelado, se colocan y sellan los elementos estructurales en el centro del hueco siguiendo el orden indicado, se rellena externamente con piedra gruesa ( $\varnothing$  8 - 10 cm) hasta la altura de la tapa, se finaliza relleno la excavación con la misma tierra extraída anteriormente.

El pozo de absorción contemplado a realizarse tendrá una profundidad de 1m con un ademe de 12" de diámetro.

En el fondo del pozo de depositará una capa de 0.1 metros de grava de 1/2" y arena para lograr una dispersión uniforme del flujo.

El pozo de absorción tendrá un buen funcionamiento de hasta 5 años sin mantenimiento, después de transcurrir este tiempo se deberá retirar el material que se encuentra dentro del pozo y se relleno nuevamente.

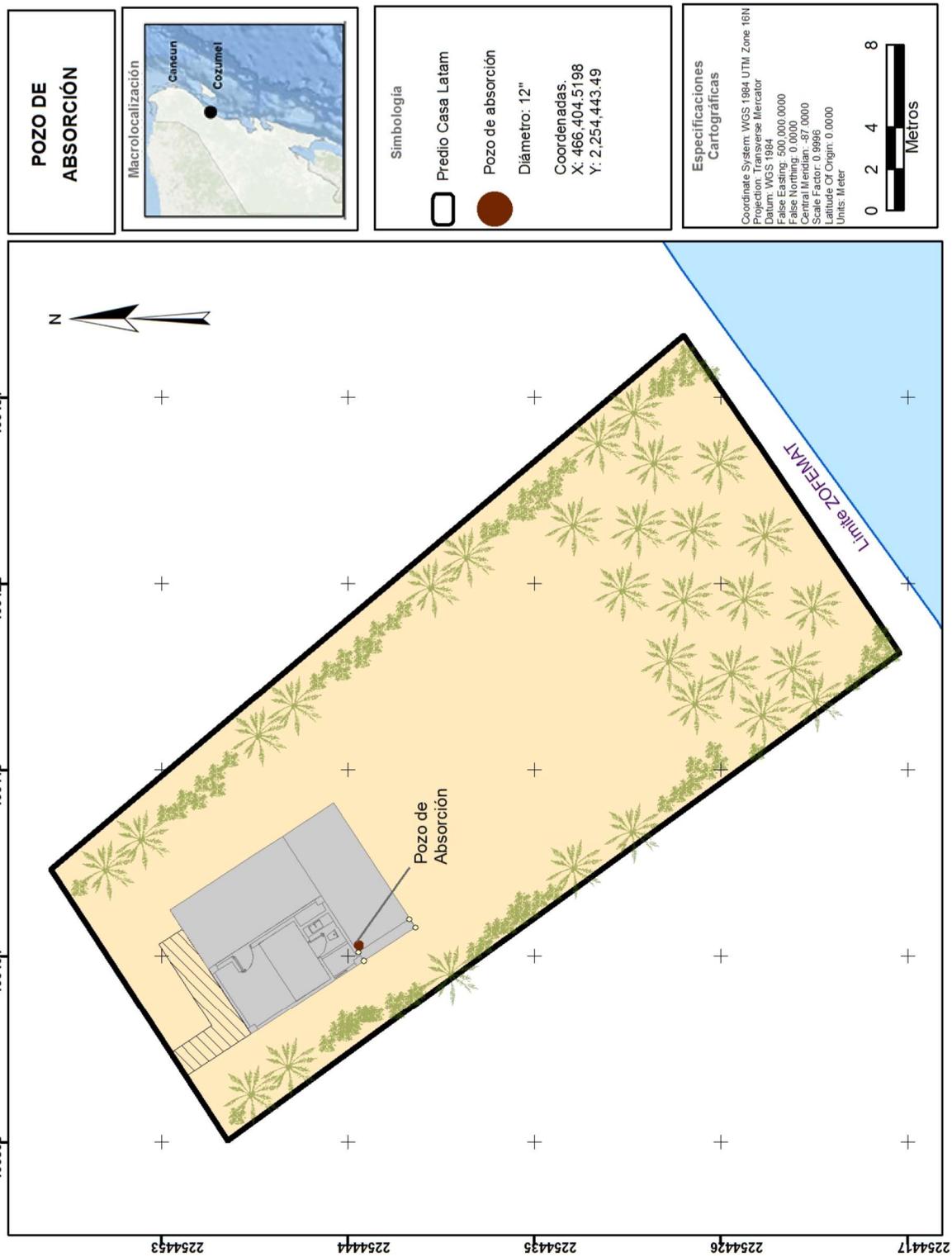


Figura 15.- Ubicación del pozo de descarga dentro de la zona de desplante.

De acuerdo al programa institucional de infraestructura hidráulica y sanitaria del estado de Quintana Roo 2011 – 2016, el agua captada y suministrada para consumo humano es desinfectada; este indicador es superior al 97.4 % que es el promedio en el país.

En el período que va del año 2002 al 2004 se caracterizó el agua extraída en el 80% de los aprovechamientos en el Estado. De acuerdo con la Dirección de Fortalecimiento Técnico de la CAPA, dicha caracterización del agua freática corresponde con la imagen de la Figura 16, a continuación.

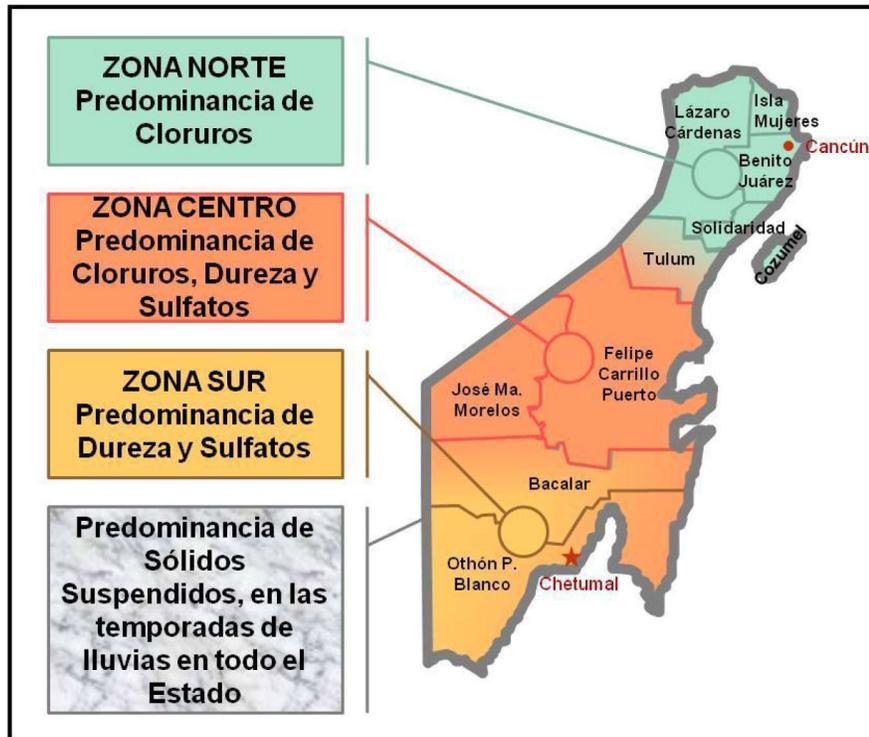


Figura 16. Caracterización General de la Calidad del Agua Subterránea en el Estado de Quintana Roo.

En la zona norte (comprende los Municipios de Benito Juárez, Cozumel, Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas, Solidaridad y la zona costera de Tulum), las muestras de agua superan los 250 mg/l del límite normal. Adicionalmente en el caso particular de la Isla de Cozumel, única isla del Estado con aprovechamientos en su interior, su acuífero de agua dulce es de un espesor de 3 a 5 metros que yace sobre una transición de 5 metros de agua salobre, y ambas capas reposan sobre agua salada intrusiva del mar; es un acuífero somero que se encuentra de 2 a 3 metros de profundidad desde el nivel del suelo, lo que lo vuelve un receptor importantes de volúmenes de desechos vegetales orgánicos en la época de lluvias y provoca la presencia de importantes niveles de amoniaco por encima de la norma (0.50 mg/l de Nitrógeno Amoniacal).

En la zona sur (comprende al municipio de Othón P. Blanco y la porción que circunda a la Laguna de Bacalar del municipio homónimo), se superan los 500 mg/l normados para dureza total y los 400 mg/l normados para sulfatos. Existe una elevada presencia de cloruros por intrusión salina en la zona costera del Sistema Lagunar de Bacalar, los alrededores de la Bahía de Chetumal y la zona de Xcalak, por lo que la ubicación de las

zonas de captación es hacia el interior del territorio donde los cloruros no tienen influencia mayor.

En la zona centro del Estado (comprende los municipios de Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos, y la zonas centrales de Bacalar y Tulum), se presenta una alta dispersión de localidades y por tanto de aprovechamientos. En estos se superan los valores límite normados de dureza total, sulfatos y en menor medida la de cloruros.

En todo el territorio se superan los valores norma de Sólidos Suspendidos Totales de manera estacional en correlación directa con la temporada de lluvias. Esto se debe a que los acuíferos de la Península de Yucatán son libres, de recarga directa y susceptibles a la rápida dispersión de agentes por arrastre en los escurrimientos.

El efluente final deberá cumplir con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público; ya que se contempla el reuso en el riego de las áreas verdes. (tabla11)

Tabla 11.- Límites permisibles de contaminantes en aguas residuales

Parámetro de calidad	Concentración
Sólidos : Totales	720 mg/l
Volátiles	365 mg/l
Fijos	355 mg/l
Sólidos Suspendidos	220 mg/l
Volátiles	165 mg/l
Fijos	55 mg/l
Sólidos Disueltos	500 mg/l
Volátiles	200 mg/l
Fijos	300 mg/l
Sólidos Sedimentables	10 ml/l
DBO a 5 días y a 20oC	270 mg/l
DQO	500 mg/l
Oxígeno disuelto	0
Nitrógeno: Total	50 mg/l
Orgánico	20 mg/l
Amoniacal	30 mg/l
Nitritos	0.05 mg/l

Nitratos	0.20 mg/l
Cloruros	100 mg/l
Alcalinidad (como CaCO3)	100 mg/l
Grasas y aceites	20 mg/l
Temperatura	20°C
pH	7

Las aguas residuales tratadas por la planta de tratamiento serán descargadas al pozo de descarga en el cual se inyectará el agua tratada al estrato salobre cumpliendo la norma NOM-001-SEMARNAT-1996.

*Alternativas de reuso.*

Las aguas residuales tratadas en la planta pueden ser usadas alternativamente para riego de las áreas verdes del predio.

2.6.4 Residuos peligrosos

Debido a la naturaleza del proyecto no se espera la producción de residuos peligrosos. Los aceites quemados de los vehículos que operarán en la obra no afectarán a ésta o al entorno inmediato, ya que los servicios para tales vehículos se realizarán fuera del predio. Los aceites que se empleen en la operación de la maquinaria y equipo del proyecto deberán ser confinados en recipientes libres de fuga y resguardados en lugar seguro dentro del área operativa correspondiente, de los cuales ya se cuenta con almacenes apropiados y habilitados para su confinación, a consecuencia del desarrollo de un proyecto anterior. Eventualmente los recipientes deben ser entregados a una empresa autorizada que cuente con registro vigente por parte de la autoridad competente, quien se responsabilizará de la disposición final del residuo.

Son considerados residuos peligrosos las estopas, trapos, papel o cartón impregnados con grasas, aceites quemados, gasolina o diesel, así como los envases que contienen dichas sustancias. Con la finalidad de prever cualquier situación de riesgo por la disposición inadecuada de este tipo de residuos, se colocarán botes para el depósito exclusivo de todo tipo de estopa, trapos o papeles impregnados de grasas, aceites, gasolina o diesel, mismos que serán entregados, periódicamente, a los servicios de transporte de residuos que cuenten con registro actualizado emitido por la SEMARNAT para realizar dicha actividad.

2.6.5 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Por ubicarse en un predio parcialmente urbanizado, el sitio del proyecto cuenta con servicios básicos como abastecimiento de agua potable, líneas de conducción de energía eléctrica, servicio municipal de recolecta de basura y sitio de disposición final. Los residuos que requieran un manejo especial, como es el caso de los peligrosos, en caso de generarse, se entregarán a empresas autorizadas para su recolección y disposición.

Durante la operación, se producirán aguas grises provenientes de las áreas de servicio. Además podrían generarse aguas grises de la cocina en la casa. Dichas aguas deberán ser pasadas por una trampa de grasas para evitar la sobrecarga del sistema de fosa séptica con humedal y que se conviertan en obstáculos o tapones de la misma. Dicha trampa deberá ser limpiada continuamente y los residuos extraídos serán embolsados adecuadamente y retirados del sitio, por medio del servicio de recolecta de este tipo de residuos.

Se propiciará una cultura de eficiencia en los procesos que permitirá generar menos desperdicios, papel principalmente y se procurará el reciclamiento y reutilización del mismo.

Igualmente, los responsables del aseo, intendencia y mantenimiento de la Casa desarrollarán sus actividades con eficiencia para evitar el desperdicio de insumos de limpieza y agua.

Adicionalmente, se ejecutará el Programa de Manejo de Residuos, que incluyen acciones de separación y reciclado de basura. Dentro de las actividades de éste programa, y para controlar la posible dispersión de residuos, en un área común se dispondrán botes contenedores que deberán estar rotulados.

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

#### 3.1 INFORMACIÓN SECTORIAL

De acuerdo con la clasificación SCIAN usada por el INEGI para determinar los sectores económicos, en los Censos Económicos de 2010, el proyecto se ubica dentro del Sector Alojamiento y Preparación de Alimentos, como principal actividad en el Municipio de Tulum.

#### 3.2 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN

##### 3.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la región denominada Corredor Cancún-Tulum

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, Tomo III, Número 10 Extraordinario, Sexta Época, el predio se ubica dentro de la unidad de gestión ambiental Cn507, denominada P. SOLIMÁN, CHEMUYIL, AKUMAL, XAAK, KANTENAH, CHAK-HALAL, YANTEN Y PUNTA VENADO, que tiene una Política de Conservación con una fragilidad ambiental de 5, Uso predominante Corredor Natural, con Uso compatible de Flora y Fauna, Uso condicionado Infraestructura y Turismo (Figura 17).

Los diversos usos de suelo asignados a esta unidad y los criterios aplicables se muestran en la Tabla 12. Se identifican un total de 123 criterios de ordenamiento que aplican a la UGA Cn507, de los cuales 17 corresponden a la categoría construcción (C); 29 para Equipamiento e Infraestructura (EI); 27 criterios de Flora y Fauna (FF); 34 criterios para Manejo de Ecosistemas (MAE); y 16 criterios a Turismo (TU).

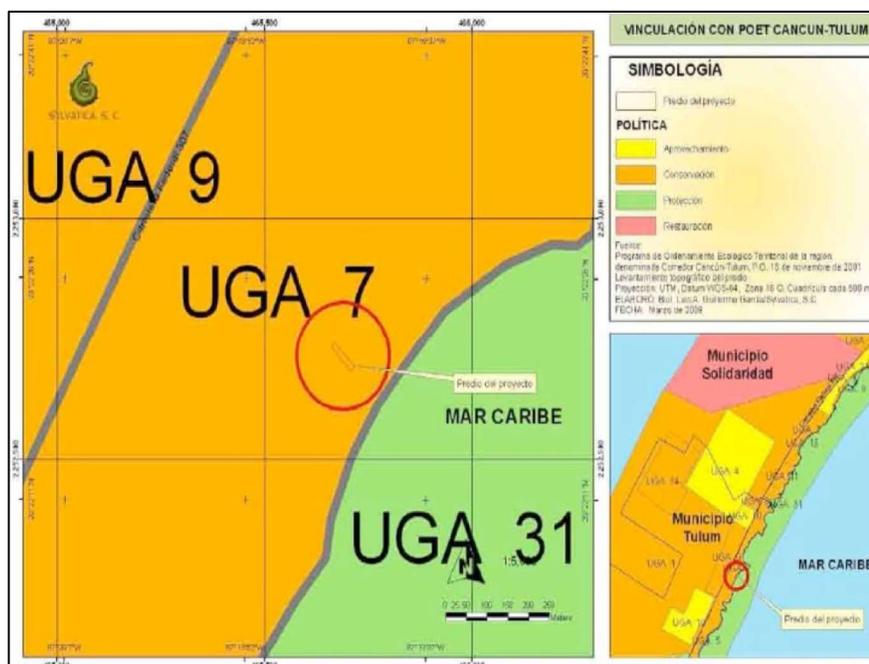


Figura 17. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum. Se muestra de manera gráfica la ubicación del predio con respecto a la UGA Cn507.

Tabla 12. Política, usos de suelo y criterios aplicables a la UGA Cn507.

<b>Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Cn507, P. SOLIMÁN, CHEMUYIL,                      AKUMAL,XAAK, KANTENAH, CHAK-HALAL, YANTEN Y PUNTA VENADO</b>					
<b>Política/Fragilidad Ambiental: Aprovechamiento/ Fragilidad Media</b>					
Uso de suelo				Criterios	
Predominante	Compatible	Condicionado	Incompatible		
Corredor natural	Flora y fauna	Infraestructura y turismo	Acuacultura, Agricultura, Forestal, Asentamientos humanos, Industria, Minería, Pecuario, Pesca	C	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15,16, 17, 18, 19
				EI	3, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20,21, 22, 23, 24, 25, 26,27, 28, 36, 38, 43, 48, 49, 50, 52, 53
				FF	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 32, 33, 34
				MAE	1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 7, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 45, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 59
				TU	3, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 34, 40, 43, 44, 45

De los 123 criterios que aplican a la UGA Cn507, únicamente 106 aplican al proyecto en estudio. Los criterios que no aplican al proyecto y que no fueron vinculados en el análisis de este ordenamiento se encuentran los siguientes:

Los criterios **EI-17** y **43** de Equipamiento e Infraestructura no se consideró, puesto que el proyecto no contempla la construcción de plantas de tratamiento ni de campos de golf.

El criterio **FF-32** de Flora y Fauna no se consideró, puesto que el proyecto no contempla obras o acciones que afecten a la comunidad coralina y la línea de costa.

Los criterios **MAE-18, MAE-24, MAE-25, MAE-26, MAE-27, MAE-47** y **MAE-59** de Manejo de Ecosistemas no aplican, puesto que en el predio no existen cuerpos de agua, dolinas, cenotes, cavernas y/o Área Natural Protegida que puedan ser afectados por las obras o acciones del proyecto.

Los criterios **TU-12, TU-17, TU-18, TU-21, TU-34, TU-43, TU-44** y **TU-45** de Aprovechamientos Turísticos no aplican, puesto que el proyecto no contempla hacer actividades turísticas y/o recreativas, de espeleo buceo en cavernas, construcción de hoteles e infraestructura asociada, prestación de servicios turísticos o comerciales y construcción de obras, infraestructura o desarrollos en Zonas Arqueológicas.

En virtud que no todos los criterios son aplicables al tipo de proyecto que se pretende desarrollar, a continuación se abordan los criterios ecológicos del POET de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum, vinculados con el proyecto denominado habitación, con la finalidad de establecer la viabilidad del mismo, de acuerdo con este órgano regulador.

## **Construcción (C)**

**C-1.** Solo la superficie mínima indispensable para el proyecto constructivo podrá ser despalmada.

El proyecto contempla el desarrollo de una casa habitación, que se desplantará en la superficie mínima establecida para el proyecto constructivo dando cumplimiento a este criterio, conservando en su totalidad los ejemplares de palma chit existentes en el predio, "in situ" o reubicando aquellos que se encuentren en la huella de desplante del proyecto.

**C-2.** Previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un programa de rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas, o en el mismo predio.

La vegetación que se conservará no interferirá con las áreas de aprovechamiento proyectadas, sin embargo es posible que se vean afectados algunos ejemplares que estén situados próximos a la superficie del desplante, por lo que se ejecutará un programa de rescate de flora dentro de la superficie que ocupara el proyecto.

Previo a la preparación del terreno, se delimitará el sitio de desplante y posteriormente se procederá a realizar el rescate selectivo de vegetación nativa que lo amerite, dando prioridad a la palma chit (*Thrinax radiata*), ya que se encuentra incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 en la categoría de especie amenazada. Para minimizar la afectación a la vegetación del predio, la mayor parte del proyecto se desplantará preferentemente sobre la vegetación herbácea halófito, de tal forma se amortiguara el impacto sobre los ejemplares de palma chit.

Con relación a la posible fauna incidente y considerando que sólo se desmontará el 9.9 % del predio y se mantendrá la vegetación existente en el resto de la superficie del predio, se anticipa que la fauna se desplazará por sus propios medios a las zona aledañas, dentro y fuera del predio donde exista cobertura vegetal, por lo que no será necesario la implementación de un rescate de fauna, cumpliendo así con el criterio.

**C-3.** Los campamentos de construcción deberán ubicarse en áreas perturbadas como potreros y acahuales jóvenes, dentro del predio y sobre los sitios de desplante del proyecto, pero nunca sobre humedales, zona federal o vegetación natural.

El promovente declara que no se establecerán campamentos durante la construcción del proyecto, debido a la cercanía del predio con el poblado de Akumal a 3.84 Km y de Chemuyil igualmente a 2.5 Km. Por lo que no se contraviene con este criterio.

**C-4.** Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo in situ de desechos sanitarios.

En el predio no se pretende el establecimiento de campamentos de construcción. Sin embargo, es pertinente destacar que está prevista la colocación de sanitarios portátiles, a razón de 1 por cada 25 trabajadores, con el propósito de evitar la defecación al aire libre que pudiera modificar la calidad del aire, mal olor, proliferación de fauna nociva y afectación a la salud humana por efecto de fecalismo al aire libre, por lo que no se contraviene este criterio, de tal forma que no se contraviene el criterio.

**C-5.** Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo integral (minimización, separación, recolección y disposición) de desechos sólidos.

El proyecto no incluye campamento de construcción, no obstante, está previsto el manejo de residuos sólidos durante todas las etapas del proyecto a fin de evitar la disminución de la calidad del aire, mal olor, escurrimientos de lixiviados y contaminación al suelo y al acuífero, proliferación de fauna nociva, la afectación a la salud y calidad de vida y el deterioro del paisaje, por lo que no se contraviene este criterio

**C-7.** Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento.

Debido a que las escasas dimensiones del proyecto involucrarán un número reducido de empleados, adicionalmente sólo se contratarán trabajadores locales, por lo que será innecesario este tipo de instalaciones. Por lo tanto, el criterio no se contraviene.

**C-8.** Cualquier cambio o abandono de actividad deberá presentar y realizar un programa autorizado de restauración de sitio.

No se prevé cambio o abandono de la actividad proyectada, sin embargo, el promovente se da por enterado de esta disposición y se compromete a acatarla en caso que ocurra este supuesto.

**C-10.** No se permite la utilización de explosivos, excepto para la apertura de pozos domésticos de captación de agua potable aprobados por un Informe Preventivo Simplificado y en apego a los lineamientos de la SEDENA.

Se cumplirá con este criterio, toda vez que no se tiene contemplado el uso de explosivos a lo largo de la construcción del proyecto, y menos aún en su operación.

**C-11.** No se permite la disposición de materiales derivados de las obras, producto de excavaciones o rellenos sobre la vegetación.

Se preverá un sitio específico para la acumulación de los residuos de obra dentro de la huella de desplante del proyecto y cerca de la vialidad de acceso, al interior del predio, de tal forma que no se afectará la cobertura vegetal existente fuera del área de desplante y que se prevé conservar como tal.; por lo tanto, no se contravendrá este criterio.

**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.

Como parte de las medidas preventivas propuestas por el promovente, está el manejo de los residuos sólidos y la utilización de sanitarios portátiles para el manejo de los residuos líquidos. En todo momento se seguirán las instrucciones de la autoridad municipal para la disposición final de los mismos y el promovente se ceñirá a lo indicado en el Reglamento de Construcción y en la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.

**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.

Se acatará lo indicado en este criterio a través de la vigilancia de la adecuada operación de la maquinaria que será utilizada para las etapas de preparación del sitio y construcción. Es pertinente destacar que no se prevé uso de maquinaria para la etapa de operación.

Los aspectos que se vigilarán durante la operación de la maquinaria serán

- Que no se presenten derrames de grasas o aceites
- Que no se presenten emisiones significativas.
- Que no se generen ruidos estridentes en horarios inhábiles, se ajustará al horario laboral.

Para estos aspectos se implementarán medidas preventivas y/o correctivas en caso de ocurrencia.

**C-14.** No se permite la utilización de palmas de las especies *Thrinax radiata*, *Pseudophoenix sargentii*, y *Coccothrinax readii* (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.

Ninguna de las obras y/o actividades proyectadas pretende la utilización de individuos o partes de éstos como material de construcción, de las especies señaladas, por lo que no se contraviene este criterio

**C-15.** El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos. En el presente documento se proponen medidas de mitigación para el control de polvos con el fin de disminuir la alteración de la calidad del aire y propiciar la no afectación de la calidad de vida, ni el paisaje.

**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.

Se dará cumplimiento con lo establecido en el presente criterio, toda vez que dentro de las medidas preventivas que se aplicarán para el desarrollo del proyecto, se contempla la legal adquisición de los recursos naturales a emplear durante la construcción, tales como material pétreo y tierra vegetal, entre otros, comprometiéndose el promovente a presentar los recibos y facturas que lo acrediten.

**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.

Debido a que el predio está a 3.84 Km del Akumal, no se ha considerado la instalación de un campamento, dando cumplimiento a este criterio.

**C-18.** Las cimentaciones no deben interrumpir la circulación del agua subterránea entre el humedal y el mar.

Se cumplirá con este criterio toda vez que las condiciones físicas existentes en el predio y sus alrededores permiten afirmar que la construcción del proyecto no interrumpirá la circulación del agua subterránea.

Dentro y a menos de 100 metros del predio no se registró vegetación de manglar que pudiera ser afectado por la construcción del proyecto; sin embargo a 111.9 metros se registran ejemplares de manglar de la especie *Conocarpus erectus*, el cual se encuentra aislado y no forma parte de una comunidad de manglar como tal.

De acuerdo a los resultados del estudio de mecánica de suelos, se excavará en los sitios de desplante de las obras previstas hasta encontrar material parental sano, con objeto

de construir la mampostería y las plantillas de cimentación, a partir de las cuales se ejecutan las componentes del proyecto.

La cimentación del proyecto se realizará a una profundidad de 1m, de tal manera que no se afecte el nivel freático ubicado entre los 2.8m y hasta 3.21m; la cimentación se realizará sin incidir en la interfase salina.

C-19. Se recomienda la instalación subterránea de infraestructura de conducción de energía eléctrica y comunicación, evitando la contaminación visual del paisaje.

El criterio se cumple, toda vez que sobre la vialidad principal del Fraccionamiento actualmente establecida, se dispuso sobre el derecho de vía la instalación de postes y líneas, de estas se tomara la energía y una vez que se baje al transformador del proyecto, la conducción al interior será oculta, evitando atravesar y/o afectar la vegetación y el paisaje existente en el predio.

## **Equipamiento e Infraestructura (EI)**

**EI-3.** La instalación de infraestructura estará sujeta a Manifestación de Impacto Ambiental.

Se cumple el criterio, puesto que la elaboración del presente documento alcanza tal fin.

**EI-5.** Los asentamientos humanos y/o las actividades turísticas deberán contar con un programa integral de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.

El proyecto en cuestión consiste en una actividad perteneciente al sector habitacional residencial y durante su desarrollo se contempla la aplicación de un programa integral de manejo de residuos, por lo que se cumplirá con lo establecido en el presente criterio.

**EI-8.** Se promoverá el composteo de los desechos orgánicos, para su utilización como fertilizantes orgánicos degradables en las áreas verdes.

En apego a lo señalado en este criterio, el promovente promoverá el composteo de los residuos sólidos orgánicos que deriven del desarrollo de la casa habitación, mediante la entrega al Servicio de Limpia Municipal de los desechos debidamente separados en orgánicos e inorgánicos.

**EI-9.** Se promoverá la instalación de sanitarios secos composteros que eviten la contaminación del suelo y subsuelo y la proliferación de fauna nociva en las zonas suburbanas y rurales.

El proyecto no se pretende realizar en una zona suburbana ni rural, sin embargo, se utilizará un sistema de fosas sépticas con humedal integrado para la contención de los residuos sanitarios durante la operación de la casa habitación; de tal suerte que no se anticipa la contaminación del suelo y subsuelo, ni proliferación de fauna nociva. De esta forma se dará cumplimiento a éste criterio.

**EI-10.** Los desarrollos turísticos y asentamientos humanos que incluyan clínicas, hospitales y centros médicos deberán contar con un sistema integral para el manejo y disposición de desechos biológico infecciosos.

El criterio no aplica, dado que el proyecto no contempla la instalación ni servicios de clínicas, hospitales ni centros médicos.

**EI-11.** Los desarrollos turísticos y/o asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de residuos líquidos y sólidos.

Como parte de las medidas preventivas propuestas por el promovente, está el manejo de los residuos sólidos y la utilización de sanitarios portátiles para el manejo de los residuos líquidos durante la etapa de construcción, por lo que no se contraviene este criterio.

Durante la operación de la casa habitación se manejarán los residuos líquidos a través del uso de fosas sépticas, como se ha mencionado anteriormente.

**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.

Dado que el predio se localiza en el área de influencia de la población de Akumal, el manejo y la disposición final de aguas residuales será mediante el uso de un sistema de fosas sépticas con humedal artificial, el cual asegurará el adecuado manejo de aguas residuales a través del control de los parámetros fisicoquímicos dentro de los niveles permisibles señalados por las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1996.

**EI-13.** Se prohíbe la canalización del drenaje pluvial hacia el mar y cuerpos de agua superficiales y en caso de ser necesaria la perforación de pozos de absorción para su solución, se deberá obtener la anuencia de la SEMARNAT y la Comisión Nacional del Agua.

El proyecto en evaluación no contempla la canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos superficiales de agua; sino a las áreas abiertas del Conjunto para promover su infiltración natural al subsuelo, por lo que no se contraviene este criterio.

**EI-14.** Deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial y sanitario en el diseño de calles y avenidas, además de considerar el flujo y colecta de aguas pluviales.

El proyecto en evaluación no contempla la construcción de calles y avenidas. No obstante, se contempla la infiltración natural del agua pluvial, sin mezclar con el sistema de colecta de residuos sanitarios, por lo que no se contraviene este criterio.

**EI-16.** Se promoverá la reutilización de las aguas residuales previo cumplimiento de la normatividad vigente en materia de contaminación de aguas.

Dado que las aguas residuales se dispondrán a través de la fosa séptica y el sistema de humedales artificiales habrá posibilidad de reutilizar las aguas residuales que se generarían por la operación del proyecto.

**EI-18.** Se deberá utilizar aguas tratadas para el riego de jardines y/o campos de golf. El sistema de riego deberá estar articulado a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

El proyecto no contempla el establecimiento de jardines ni campos de golf, únicamente contempla la conservación de áreas naturales de vegetación nativa en su estado original, por lo que el criterio no es aplicable al proyecto.

**EI-20.** No se permitirá la disposición final de aguas tratadas en el Manglar.

No se contraviene este criterio, en virtud que no se dará tratamiento de aguas residuales y los residuos sanitarios generados serán manejados a través del sistema de fosa séptica con humedal artificial.

**EI-21.** Quedan prohibidas las quemas de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el mantenimiento de derechos de vía.

El proyecto en evaluación no prevé la necesidad de dar mantenimiento a los derechos de vía, actividad que le compete a la Autoridad Municipal.

**EI-22.** Los taludes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.

El proyecto "Casa Latam" no involucra la construcción de caminos con taludes, por lo que no se contraviene este criterio.

**EI-23.** Los paramentos de los caminos de acceso deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.

El proyecto "Casa Latam" no involucra la construcción de caminos de acceso, por lo que no se contraviene este criterio.

El camino de acceso elaborado por el fraccionamiento Akumal Caribe y que conecta a la carretera 307 con los predios que conforman el fraccionamiento, es el que será utilizado para acceder a la casa.

**EI-24.** No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en la orilla de los caminos.

El proyecto "Casa Latam" no contempla la construcción de caminos.

En el status actual del predio se encuentra en el límite norte un sendero libre de vegetación con medidas de 1m de ancho por 42.53m de largo y que conecta la calle principal con la playa, este sendero es utilizado por visitantes ocasionando que el predio sirva como tiradero de los residuos inorgánicos generados por las actividades recreativas al acceder a la playa. (Figura 18<sup>a</sup>, 18b, 18c)



Figura 18ª



Figura 18 b

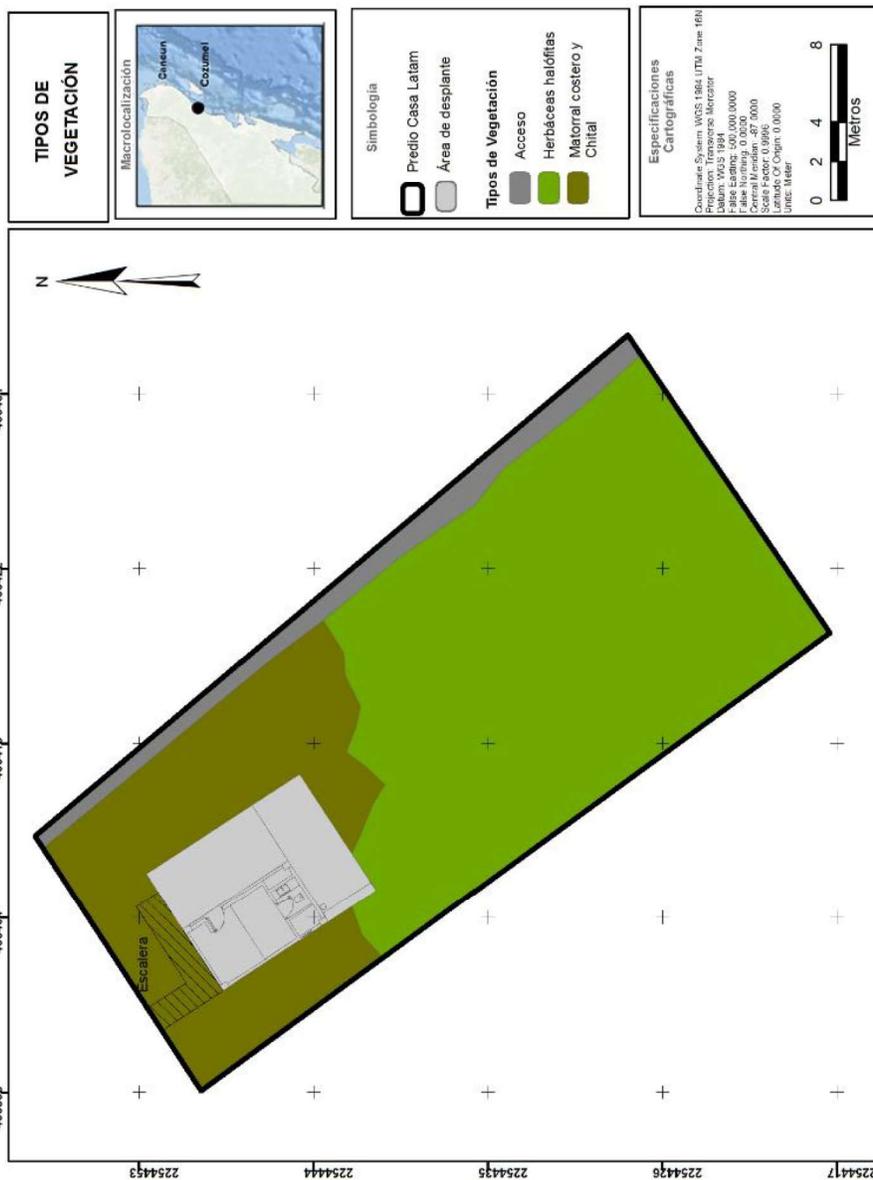


Figura 18ª.-Vista desde el camino principal, Figura 18b.- Vista desde la zona federal; Figura 18c.- Mapa con la ubicación del sendero ubicado al límite norte del predio que conecta la calle principal con la zona federal

Con el fin de ayudar a la reforestación de dicho camino de acceso, y a la vez eliminar el tránsito de personas ajenas al predio las cuales depositan su basura dentro del mismo; se propone destinar a reforestación la totalidad del sendero.

**EI-25.** Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.

El proyecto "Casa Latam" no contempla la construcción de caminos de acceso, únicamente contempla un acceso de entrada al predio, por lo que no se contraviene este criterio.

**EI-26.** Se prohíbe la realización de caminos sobre manglares.

El proyecto no contempla la construcción de vialidades, así mismo, al construir el acceso de entrada se pretende conservar en su estado original la vegetación de manglar y palma chit presente en el predio, de tal forma, no se contraviene este criterio.

**EI-27.** Los caminos que se construyan sobre zonas inundables deberán realizarse sobre pilotes o puentes, evitando el uso de alcantarillas, de tal forma que se conserven los flujos hidrodinámicos así como los corredores biológicos.

No se contraviene el criterio, dado que el terreno en estudio no presenta zonas inundables.

**EI-28.** Se prohíbe la instalación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos. El proyecto no incluye la instalación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos por lo que no contraviene lo señalado en este criterio.

**EI-36.** No se permite la construcción de muelles.

No se contraviene este criterio, dado que el proyecto no contempla la construcción de muelles.

**EI-38.** Se desarrollaran programas para la instalación de fuentes alternativas de energía.

Se anexa a la presente manifestación de impacto ambiental el Programa para la Instalación de Fuentes Alternativas de Energía.

**EI-48.** Todo proyecto de desarrollo turístico en la zona costera, deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre, por lo que en la realización de cualquier obra o actividad, deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a dicha zona, debiendo proveer accesos a ésta, en el caso de que se carezca de ellos. Eventualmente, podrá permitirse la reubicación de los accesos existentes, cuando los proyectos autorizados así lo justifiquen.

El proyecto corresponde a una casa habitación, sin embargo, no se prevé la obstrucción de accesos a la Zona Federal Marítimo Terrestre.

**EI-49.** No deberá permitirse la instalación de infraestructura de comunicación (postes, torres, estructuras, equipamiento, edificios, líneas y antenas) en ecosistemas vulnerables y sitios de alto valor escénico, cultural o histórico.

El predio en evaluación se ubica en un ecosistema con alto valor escénico, ya que se trata de una zona natural localizada en la costa del Caribe Mexicano. Sin embargo, al

interior del predio se proyecta que la infraestructura de comunicación sea oculta, por lo que no se contraviene este criterio.

**EI-50.** En las obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, se prohíbe el uso de aceite quemado y de otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera.

El proyecto en evaluación no implica la construcción de obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, por lo que no se contraviene este criterio.

**EI-52.** El camino paralelo a la costa debe construirse en el ecotono entre la duna posterior y el humedal, dejando pasos y accesos para la fauna.

El proyecto “Casa Latam” no involucra la construcción de caminos en la costa, por lo que no se contraviene este criterio.

**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.

Actualmente en el predio no existen caminos, así como no hay humedales presentes en su interior, por lo tanto no se contraviene este criterio.

## **Protección de Flora y Fauna (FF)**

**FF-1.** Se prohíbe la tala y aprovechamiento de leña para uso turístico y comercial.

Se acatará lo establecido en el presente criterio, toda vez que el promovente declara que no se tiene contemplado la tala y/o aprovechamiento de leña para uso turístico y comercial.

**FF-2.** Los desarrollos turísticos y/o habitacionales, deberán minimizar el impacto a las poblaciones de mamíferos, reptiles y aves, en especial el mono araña.

De acuerdo con la caracterización de la fauna del predio en estudio, la diversidad de especies animales que inciden o pueden incidir en el mismo es baja, sin embargo se tomarán las medidas precautorias para minimizar los posibles impactos que podría generar el desarrollo del proyecto; entre estas medidas está la conservación de las áreas naturales con vegetación nativa, la cual ofrecerá refugio y hábitat para las distintas especies animales cuya zona de distribución comprende los límites del predio.

**FF-4.** En los caminos y calles, se deberá conservar y promover la conectividad de las copas de los árboles para permitir la movilización de la fauna silvestre.

La superficie del predio con vegetación que no será afectada por la construcción del proyecto será mantenida en su estado original, la cual podrá funcionar como hábitat, refugio, zona de anidación y/o sitio de alimentación para la fauna local, adicionalmente la construcción de la casa habitación no contempla el establecimiento de vialidades, sumado al hecho de que la zona de desplante del proyecto se hará de tal manera que se conservará la vegetación circundante a la construcción del conjunto, por lo tanto no se contraviene lo establecido en el criterio.

**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.

Se tiene reporte que la playa adyacente al predio es importante para la anidación de tortugas marinas, aunado al hecho que presenta las condiciones favorables para ello. Por tal motivo, el promovente no considera hacer uso del suelo en la zona de playa ni pretende afectar las posibles nidadas, lo cual se hace manifiesto en el presente documento. Sin embargo, el promovente acatará las medidas de prevención para proteger a las tortugas, asimismo, se coordinara con la autoridad correspondiente para colaborar en las acciones que ella determine a favor de su conservación.

En el área de la playa ubicada frente al proyecto no hay estudios publicados que proporcionen un perfil de playa con los sitios específicos de anidación respecto de la distancia, incluso se solicitó información al Centro Ecológico Akumal (CEA) y refirieron por comunicación personal que es bastante variable en la bahía. De ahí que con base en los estudios técnico-científicos de los quelonios cabe señalar al respecto varios puntos de su biología y con los cuales se pudieron concluir varios aspectos respecto del impacto que el proyecto podría generar en ellos:

- La elección de los sitios de anidación de las hembras obedece a factores fisicoquímicos, ambientales, fisiográficos y etológicos.

- Las hembras perciben el lugar apropiado para construir el nido guiándose por la consistencia de la arena, la humedad, la temperatura y quizá el olor del sitio.
- Zurita et al. (1993), señalan que la extensión de una playa, en particular para las tortugas marinas, no es determinante, ya que se ha observado que las playas con menor longitud pueden presentar altas densidades de anidación.
- Así mismo, el sitio en la playa que cada género escoge para anidar, parece estar relacionado con la talla y el peso promedio del animal. De tal forma que el género *Caretta* busca una situación intermedia, ya que anidan al final de la primera terraza, en lugares libres de vegetación y comúnmente al primer intento. En el caso del género *Chelonia* el recorrido que realiza es mucho más largo, ya que por lo general sube hasta la segunda terraza, casi nunca desova al primer intento, la especie busca siempre espacios libres de vegetación. La anidación se da entre los 20 a 35 m desde la línea de la pleamar (Márquez, 2002).
- La forma, tamaño y profundidad del nido varía con las diferentes especies y se relaciona directamente con la talla de los animales. En el caso del género *Chelonia* la profundidad es mayor, aproximadamente 0.7-1 m (cama profunda), e intermedia para *Caretta*, aproximadamente 0.4 m

De lo anterior se desprenden algunos argumentos técnicos importantes respecto de cómo cumple el proyecto con este criterio, sin afectar la biología de las tortugas de acuerdo con Márquez (2002) y Zurita et al. (1993):

1. La construcción del proyecto no afectará en ningún momento la anidación de las tortugas marinas ni comprometerá la existencia de la especie ya que el sitio de desove obedece a factores abióticos y bióticos, de los cuales los factores comunes reportados para ambas especies corresponden a elegir una zona arenosa y libre de vegetación.
2. El proyecto se ubica a 49.03 m de la línea de pleamar con lo cual se estaría dejando libre la zona Federal Marítimo Terrestre y los primeros 29.03 m después de ésta, correspondientes a la única elevación topográfica de duna que existe en el predio, por lo que de acuerdo con las generalidades biológicas de las especies, se estaría dando cumplimiento con mantener libre de infraestructura la zona de desove de acuerdo a lo reportado por los estudios y una zona de influencia para los intentos. (Figura 19 y Figura 20)
3. No se cuenta con información específica del perfil de playa y sitios de anidación en el predio, de ahí que los promoventes del proyecto proponen que en coordinación con los encargados del Centro Ecológico de Akumal se definan los sitios de importancia real para la anidación de las tortugas, y en caso de existir áreas críticas se tomen las medidas adecuadas para su protección al momento de la realización y operación de las obras.

Como complemento a los anterior expuesto, durante la temporada de anidación 2016 se realizó un censo de nidos registrados por el Centro Ecológico Akumal y Fundación TAO que se encontraban en el frente de playa del predio donde se pretende construir Casa Latam.

Durante la temporada de anidación 2016 se registraron un total de 8 nidos, 7 de la especie *Caretta caretta* y 1 de tortuga *Chelonia mydas*; la distancia desde la pleamar y hasta el nido mas lejano (*Chelonia mydas*) fue de 9.56m; no se registraron nidos sobre y/o pasando la vegetación de la duna costera.

**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.

La vegetación dominante del predio corresponde a herbáceas de *H. litorallis*, rastreras e individuos arbóreos aislados (30 individuos de palma chit), siendo una fisonomía completamente diferente a la reportada para la vegetación de matorral costero típico de esta área, la cual se desarrolla cuando los suelos se han consolidado y no corresponden a dunas móviles donde se da la acción principal de depositación de arena.

Las plantas herbáceas y rastreras si bien fijan arena, su zona de distribución natural corresponde al frente de duna en contacto con el viento y crestas, por ser las zonas donde se da el movimiento de arena y depositación principal, contrario a la zona de duna posterior y valles donde esta acción es mucho menor.

De ahí que al conservar sin aprovechamiento los 29.03 m del predio que colindan con la ZOFEMAT y sumados a los 20 m de la ZOFEMAT se mantiene la zona principal de movimiento de arena entre la playa y la duna. El mantenimiento de las playas depende de factores externos al proyecto.

Una vez que se ha definido que el proyecto no afectaría la zona de desove de las tortugas marinas con base en la información técnico-científica reportada para el grupo y la zona, se estaría cumpliendo con lo que marca este criterio.

Cabe señalar que el desplante de la casa se replegó en su máximo hacia el oeste para mantener una mayor superficie de conservación al este del predio, ya que en sentido estricto no se podría cumplir con la distancia de 50 m, por lo que al dejar los 50 m solicitados en este criterio, no le quedaría espacio para la construcción de ningún tipo de infraestructura, lo cual se contraviene con lo establecido con el PDDU, ya que en esta zona se permite un uso de suelo TR-2 con parámetros urbanísticos definidos y a los cuales se ajusta el proyecto.

De ahí que el promovente conciente de la importancia que tiene la conservación de las tortugas, se compromete a mantener una distancia de 49.03 m a partir del límite de la línea de marea alta y el inicio del desplante de la casa habitación.

Durante la temporada de anidación 2016 se registraron un total de 8 nidos, 7 de la especie *Caretta caretta* y 1 de tortuga *Chelonia mydas*; la distancia desde la pleamar y hasta el nido mas lejano (*Chelonia mydas*) fue de 9.56m; no se registraron nidos sobre y/o pasando la vegetación de la duna costera.

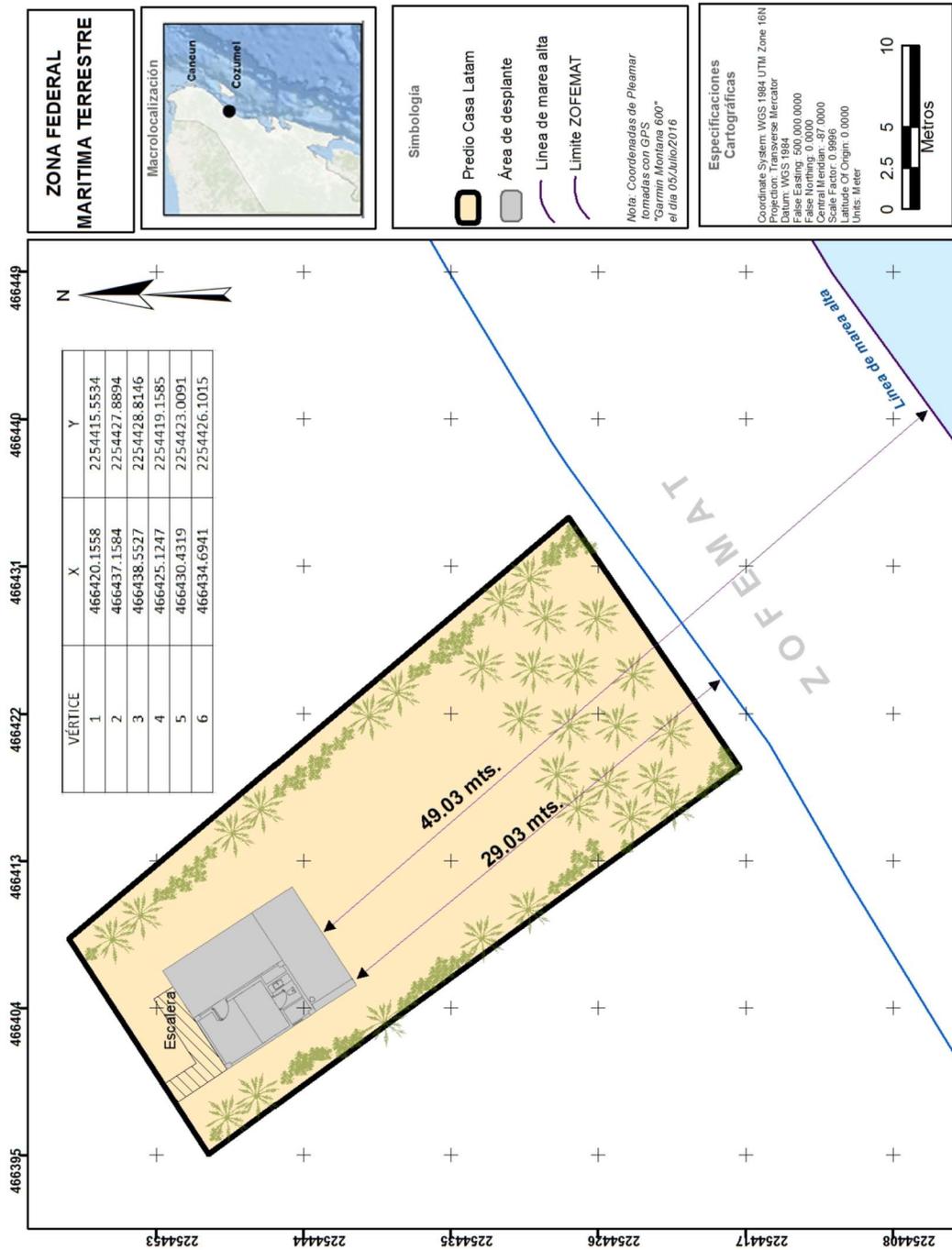


Figura 19.-Plano georreferenciado en el que se señala la línea de marea más alta y la distancia que guardan las obras del proyecto con respecto esta.



Figura 20.-Plano georreferenciado en el que se señala la línea de marea más alta y la distancia que guardan las obras del proyecto con respecto a esta.

**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.

El promovente manifiesta su intención de coadyuvar en el programa de protección a la tortuga marina que tenga vigente el permiso de aprovechamiento no extractivo en esta zona.

**FF-8.** La autorización de actividades en sitios de anidación de tortugas, estará sujeta al programa de manejo.

Las obras y actividades pretendidas no se proyectan en sitios de anidación de tortugas, ya que las obras pretendidas se localizarán a 49.03 m del límite Este de la zona federal marítimo terrestre, por lo que no se contraviene este criterio.

**FF-9.** Se prohíbe alterar las dunas y playas en áreas de arribazón de tortugas.

Las obras pretendidas se proyectan más allá de la zona de playa de donde es posible encontrar condiciones propicias para su utilización como área de anidación de tortugas marinas. Adicionalmente, no se proyecta la modificación de la playa y/o duna costera.

Con el fin de ampliar la información para el análisis del criterio FF se presenta el siguiente plano georreferenciado en el que se sobrepone el desplante del proyecto sobre los tipos de vegetación identificados en el predio. (Figura 21)

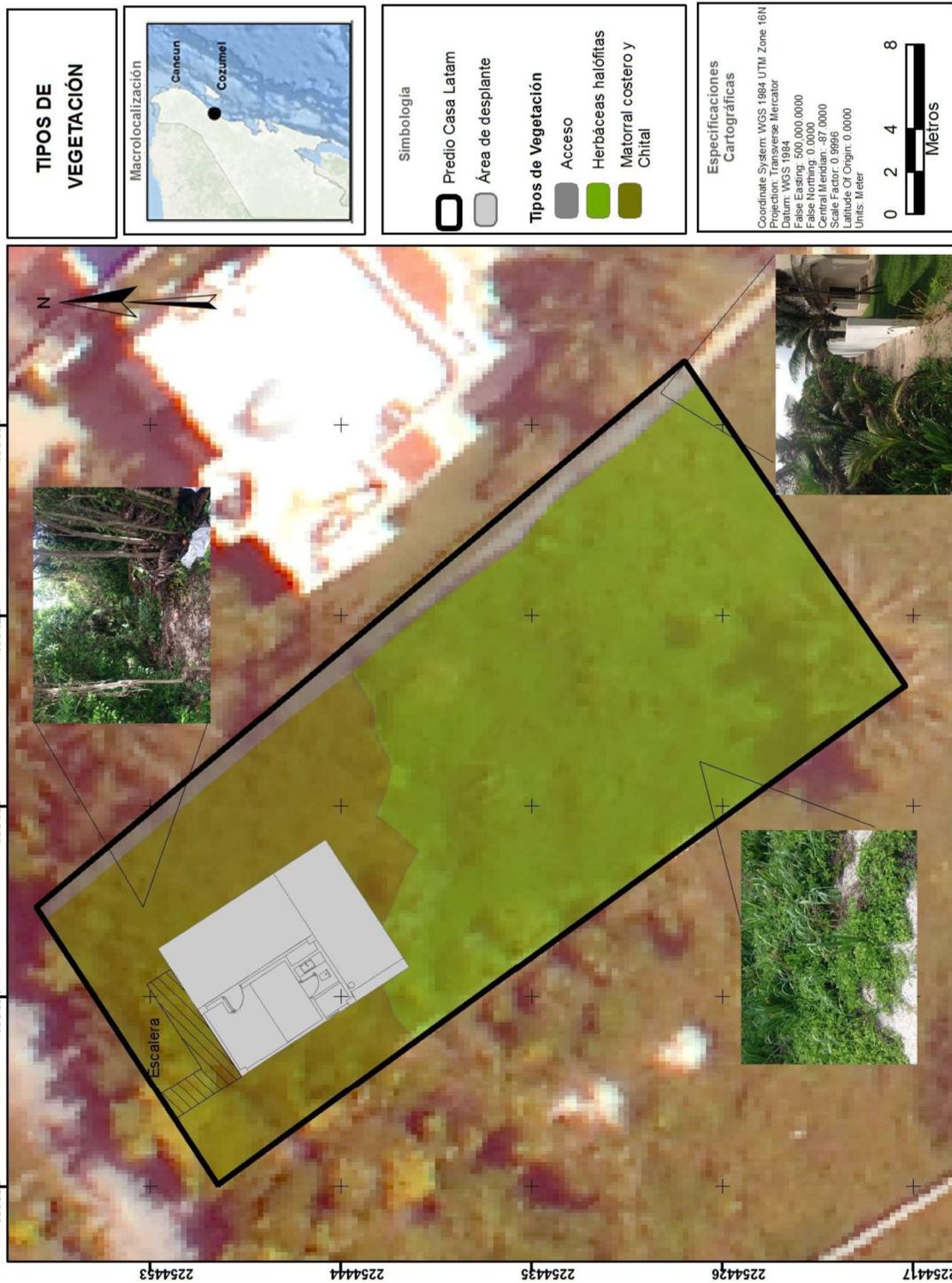


Figura 21.-Plano georreferenciado en el que se señala el área de desplante sobre la vegetación presente en el predio.

**FF- 10.** En playas de arribazón de tortugas se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.

El proyecto no contempla la proyección de algún tipo de luminaria hacia la duna costera y zona federal, la iluminación de la casa habitación no afectará debido a que las ventanas que tengan vista a la playa se cubrirán con cortinas, no obstante, el promovente se compromete a acatar el presente criterio.

**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.

En el diseño de iluminación del inmueble pretendido se han considerado medidas para minimizar la iluminación a la playa, en apego a lo establecido en este criterio y a la NOM-162-SEMARNAT-2012.

**FF-12.** Se prohíbe el tránsito de vehículos automotores sobre la playa salvo el necesario para acciones de vigilancia y mantenimiento autorizados.

Las actividades proyectadas no incluyen el uso de vehículos automotores sobre la playa por lo que no se contraviene este criterio.

**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.

Se llevará a cabo lo establecido en este criterio, en caso que se presente el arribazón de tortugas y se acatará lo dispuesto en el criterio **FF-7**, a fin de contribuir a la protección de la tortuga marina.

**FF-14.** En playas de arribazón de tortugas no se permite el acceso a ganado vacuno, porcino, caballo, 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.

Las actividades proyectadas no implican el acceso a la playa de ganado vacuno, porcino, caballo, ovino o de cualquier otra índole, ni la introducción de especies exóticas. A fin de prevenir el acceso de perros y gatos se colocarán anuncios indicando a los usuarios que no se permite el acceso a la playa de estas mascotas, por lo que no se contraviene este criterio.

**FF-15.** En las áreas verdes deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original según la especie.

Las áreas naturales que contempla el proyecto serán mantenidas en su estado original con vegetación nativa sin cambios o afectaciones, en apego a lo establecido en el criterio; adicionalmente se pretende realizar un rescate selectivo de vegetación nativa dentro de la zona de desplante del proyecto dando prioridad a las especies de mayor valor de importancia, para su posterior reubicación y trasplante dentro de los límites del predio.

**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.

Ninguna de las actividades proyectadas implica la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, por lo que no se violará esta disposición.

**FF-17.** Se permite establecer viveros e invernaderos autorizados.

En caso de que se requiera, el único vivero que se establecerá será de carácter temporal para contener las plantas rescatadas durante la etapa de preparación del terreno y las mismas serán reubicadas en áreas naturales, al concluir la fase de construcción del proyecto.

**FF-18.** Se prohíbe el uso de compuestos químicos para el control de malezas o plagas. Se promoverá el control mecánico o biológico.

No se pretende el uso de compuestos químicos para el control de maleza o plagas, y en caso de ser necesarios sólo se emplearán los productos aprobados por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).

**FF-19.** Se promoverá la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) no extractivas.

El proyecto no pretende el aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre, por lo que no requiere del establecimiento de UMAS.

**FF-20.** No se permite la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, excepto para fines de investigación autorizado por la SEMARNAT.

Ninguna de las actividades proyectadas implica la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, por lo que no se violará esta disposición.

**FF-21.** Se prohíbe el aprovechamiento de las plantas *Thrinax radiata*, *Pseudophoenix sargentii*, *Chamaedorea seifrizii*, *Coccothrinax readii* y *Beaucarnea ameliae* (chit, cuca, xiat, nakás y despeinada o tsipil) y todas las especies de orquídeas, a excepción de las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).

Ninguna de las actividades proyectadas implica el aprovechamiento de ejemplares de *Thrinax radiata*, *Pseudophoenix sargentii*, *Chamaedorea seifrizii*, *Coccothrinax readii* y *Beaucarnea ameliae* (chit, cuca, xiat, nakás y despeinada o tsipil), ni de alguna especie de orquídea, por lo que no se contraviene esta disposición.

**FF-22.** Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.

No se tiene prevista la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas en las áreas naturales del proyecto.

**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.

No se registró la presencia de flora exótica en la vegetación identificada al interior del predio, sin embargo, se evitará en todo momento su introducción considerando particularmente al pino de mar (*Casuarina equisetifolia*).

**FF-24.** En las áreas verdes se emplearán plantas nativas y se restringirán aquellas especies que sean perjudiciales a esta flora.

En el predio sólo se contempla la conservación de áreas naturales con vegetación nativa en su estado original, en caso de requerirse la introducción de otras plantas, se acatará lo dispuesto en este criterio.

**FF-26.** Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones cercanas a arrecifes y manglares.

El proyecto en evaluación no contempla, en ninguna de sus etapas, el uso de explosivos, dragados o construcciones cercanas a arrecifes y/o manglares, por lo que no se contraviene este criterio.

**FF-33.** Los desarrollos nuevos y/o existentes deberán garantizar la permanencia de las poblaciones de cocodrilos.

De acuerdo con los estudios realizados en campo con respecto a la caracterización de la fauna del predio en estudio, no se registra la presencia de alguna especie de cocodrilo, por lo que el presente criterio no es de observancia para el proyecto.

**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.

Entre las estrategias contempladas por el proyecto para minimizar, y en su caso, evitar las posibles afectaciones a las poblaciones de las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, se contempla la conservación de la superficie total en la que se distribuyen los ejemplares de palma chit (*Thrinax radiata*), esta última susceptible de rescatarse de ser el caso.

En el predio donde se pretende la construcción del proyecto “Casa Latam” se reporta la presencia de un total de 30 ejemplares de palma chit (*Thrinax radiata*), de los cuales 11 de ellos se encuentra dentro del área de desplante; para minimizar el impacto negativo se han propuesto medidas para un exitoso retiro y trasplante de los 11 ejemplares, además se realizará un proceso de colecta, siembra, germinación en el vivero provisional y reforestación dentro del predio en el área que corresponde a la reubicación de las palmas.

En las áreas delimitadas y consideradas para 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, aquellos ejemplares que son susceptibles de ser rescatados, una vez identificados 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.

Por otro lado dentro de la información complementaria solicitada se establecen medidas de protección y mitigación para la anidación y reintegración de neonatos de tortugas marinas durante la temporada de anidación cada año.

Las medidas establecidas son consideradas respetando los lineamientos de la NOM-162-SEMARNAT-2012, sin que estas ejerzan manipulación de los ejemplares.

De igual manera a 111.9m y a 144.3m del proyecto se reporta la presencia de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), el cual está situado a las orillas del camino de acceso que conecta la entrada del fraccionamiento Akumal Caribe con la carretera federal 307, motivo por el cual se establecen medidas de protección, prevención y compensación al manglar.

## **Manejo de Ecosistemas (MAE)**

**MAE-1.** En las playas sólo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera o asoleaderos.

El proyecto sólo contempla la construcción de la casa habitación dentro de los límites del predio.

**MAE-4.** No se permite encender fogatas en las playas.

Ninguna de las actividades previstas en el proyecto que se evalúa implica encender fogatas en la playa por lo que no se contraviene este criterio.

**MAE- 5.** Se prohíbe la extracción de arena de playas, dunas y lagunas costeras.

No se violará esta disposición ya que ninguna de las actividades previstas incluye la extracción de arenas de playas, dunas y lagunas costeras.

**MAE-6.** Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.

No se violará esta disposición ya que ninguna de las actividades previstas implica el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables directamente al suelo y/o cuerpos de agua.

Para evitar posibles derrames de hidrocarburos en caso que se realice la operación de vehículos y/o maquinaria, se promoverán medidas preventivas durante la etapa de construcción de las obras proyectadas.

**MAE-7.** No se permite la infraestructura recreativa y de servicios en el cordón de las dunas frontal.

Las obras previstas no se proyectan en el cordón de dunas frontal, ya que éstas se ejecutarán detrás (es decir, tierra adentro) a 31 m del borde o cresta de la costa.

**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 6m.

Las obras y actividades pretendidas no se proyectan sobre el cordón o cresta de duna costera, ya que las obras se localizarán a 21.92 m del límite Este de la Zona Federal Marítimo Terrestre, por lo que no se cumplirá este criterio. Sin embargo, la justificación de colocar la obra a esa distancia es para preservar los ejemplares de palmar (*Thrinax radiata*, especie en estatus de protección legal) que se encuentran en el límite Norte del predio y así minimizar la afectación de la cobertura vegetal, toda vez que, el sitio donde se ubicara el desplante consta de vegetación herbácea, asimismo, esta vegetación será conservada en el límite posterior hasta el inicio de cordón de duna costera, protegiendo a ésta también.

Por otra parte, la obra proyectada tendrá una altura máxima de 9 m, por lo que no cumple lo establecido en este criterio. No obstante, la altura de la edificación proyectada no representa un impacto significativo que pueda dar lugar a graves daños al ambiente, toda vez que el criterio **TU-15**, también aplicable a esta **UGA**, señala que “las edificaciones no deberán rebasar la altura promedio de la vegetación arbórea del Corredor que es de 12.0 m”; por lo que el mismo instrumento establece para la misma unidad de gestión dos restricciones de altura diferentes, asimismo, el **PDU** del Centro

de Población de Akumal establece una restricción de altura, en donde la altura máxima de la edificación no deberá exceder de 9 metros.

Considerando lo anterior, de 3 restricciones diferentes para el mismo parámetro, el proyecto no rebasa dos de ellas, de tal forma que por principio general, el proyecto se mantendrá dentro de las especificaciones señaladas por las restricciones, toda vez que no contraviene la restricción de altura que establece el criterio **TU-15** y el **PDU**.

**MAE-9.** No deberán realizarse nuevos caminos sobre dunas.

El predio no cuenta con caminos sobre la duna, asimismo, el proyecto en evaluación no contempla, la construcción de caminos sobre la misma, por lo que no se contraviene este criterio.

**MAE-10.** Solo se permite la construcción de accesos peatonales elevados y transversales sobre las dunas.

El proyecto en evaluación no contempla, la construcción de caminos sobre la duna, por lo que no se contraviene este criterio.

**MAE-11.** No se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de las dunas, ni la modificación de éstas.

Las obras y actividades pretendidas no se proyectan sobre el cordón o cresta de duna costera, sin afectar la vegetación existente en la cresta de duna. Por lo tanto, no se contraviene este criterio.

**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.

No se tiene registrado la presencia de humedales dentro del predio por lo que no se contraviene el criterio.

**MAE-14.** Complementario a los sistemas de abastecimiento de agua potable, en todas las construcciones se deberá contar con infraestructura para la captación de agua de lluvia.

El proyecto contempla la infiltración natural del agua pluvial, sin mezclar con el sistema de colecta de residuos sanitarios, por lo que no se contraviene este criterio.

**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.

Durante el desarrollo del proyecto no se realizará extracción de aguas subterráneas, puesto que el abastecimiento de agua potable será realizado a través de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado.

**MAE-17.** Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal y cuerpos de agua.

Al interior del predio no se registró la presencia de cuerpos de agua; por otro lado la escasa y casi nula vegetación que se desarrolla en la Zona Federal se mantendrá en su estado original, ya que el proyecto no implica afectaciones a dicha vegetación.

**MAE-21.** Sólo se permite desmontar hasta el 15% de la cobertura vegetal del predio, con excepción del polígono de la **UGA 7** que incluye el área de X'cachel-X'cachelito.

La superficie de desmonte solicitada en el predio es de 67.68 m<sup>2</sup>, lo cual equivale al 9.9 % de la superficie con vegetación del área total del predio que es de 682.82 m<sup>2</sup>.

De acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal, tal como señala la siguiente restricción:

El coeficiente de modificación del suelo no deberá ser superior al 45 % del total del lote; debiendo tener un mínimo del 55 % como área verde del total del lote; De acuerdo a lo anterior, se mantiene una superficie de 615.14 m<sup>2</sup> de áreas naturales, que corresponde al 90.09 % del predio, por lo cual se contempla conservar esta área verde que no será modificada, de tal forma que no se contraviene la restricción

**MAE-23.** La reforestación deberá realizarse con flora nativa.

La construcción del proyecto pretende la conservación de la vegetación natural existente en el predio, sin embargo, en caso que se requiera realizar actividades de reforestación únicamente se considera el establecimiento de flora nativa, siempre se asegurará que las características de la vegetación a utilizar no representen amenaza alguna a la vegetación nativa, además de que no se encuentran en los listados de especies invasivas de acuerdo con la CONABIO, en el caso de las especies ornamentales no nativas.

**MAE-29.** Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de fauna silvestre.

El proyecto pretende la conservación de 615.14 m<sup>2</sup> con vegetación en su estado natural, la cual podrá ofrecer sitios de descanso, refugio, anidación y/o alimentación para las especies de fauna que incidan en el predio, ya sea de manera temporal o permanente.

Parte de la vegetación que será conservada se encuentra comunicada de manera adyacente con predios ubicados en su colindancia Norte y Sur, terrenos que aún conservan su cobertura vegetal, lo cual permitirá la conectividad de la cobertura vegetal (Figura 22). De esta manera se presume que el proyecto no contraviene lo establecido en este criterio.



Figura 22. Zonas de conectividad de vegetación natural. Se muestran las zonas de vegetación que

**MAE-30.** En zonas inundables no se permite la alteración de los drenajes naturales principales.

Dentro del predio no se presentan zonas inundables, por lo que no se contraviene este criterio.

**MAE-31.** Las obras autorizadas sobre manglares deberán garantizar el flujo y reflujos superficial del agua a través de un estudio geohidrológico.

El desarrollo del proyecto se realizará sobre vegetación de halófitas herbáceas y no sobre el manglar, ya que este último será conservado en su totalidad, por lo que no se contraviene el criterio.

**MAE-32.** Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.

Las obras proyectadas no implican la obstrucción ni modificación de escurrimientos pluviales, ya que por el tipo de suelo presente en el predio las aguas pluviales escurren rápidamente en forma vertical, infiltrándose al subsuelo, y no presentan flujos horizontales susceptibles de ser obstruidos.

**MAE-33.** Se promoverá el control integrado en el manejo de plagas, tecnologías, espacio y disposición final, de envases de plaguicidas.

Como parte del mantenimiento de la casa habitación, es probable que se requerirá la fumigación y el control de plagas. De ser el caso, para esta actividad se contratará a empresas especializadas que cuenten con la Autorización de las autoridades Estatal y Federal competentes. Es así como la empresa promotora promoverá el control integrado de plagas. Los envases de plaguicidas serán dispuestos por el servicio de recolecta de residuos urbanos, del Municipio Tulum.

**MAE-45.** El aprovechamiento, tala y relleno del manglar en ningún caso deberá de exceder el 10% de la cobertura incluida en el predio y deberá realizarse de tal forma que no se afecte la continuidad y calidad de los procesos hidrodinámicos y dinámica poblacional de las especies de manglar, así mismo deberá garantizarse la permanencia del 90% de manglar restante. La porción a desmontar no deberá rebasar el porcentaje de despalme permitido para el predio.

El proyecto se desarrollará sobre vegetación de halófitas costeras, por lo que no se contraviene el presente criterio.

**MAE-48.** Solo se permite la utilización de fertilizantes orgánicos, herbicidas y plaguicidas biodegradables en malezas, zonas arboladas, derechos de vía y áreas verdes.

Como parte de las medidas de mitigación de impactos ambientales, se promoverá el empleo de fertilizantes orgánicos, herbicidas y/o plaguicidas biodegradables en malezas, zonas arboladas y/o áreas naturales, en caso de requerirse.

**MAE-49.** En las áreas verdes solo se permite sembrar especies de vegetación nativa.

El proyecto sólo contemplará el sembrado de especies nativas provenientes del rescate de vegetación en las áreas naturales, por lo que no se contraviene con lo establecido en el presente criterio.

**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.

Entre las acciones de reforestación propuestas por el promovente se incluye la reintroducción al predio de ejemplares de flora nativa, principalmente palmas, dando así cumplimiento a lo señalado en este criterio.

**MAE-53.** Se prohíbe la utilización de fuego o productos químicos para la eliminación de la cobertura vegetal y/o quema de desechos vegetales producto del desmonte.

No se tiene previsto o proyectado el empleo de fuego para la eliminación de cobertura vegetal en el predio, ni para quema de desechos vegetales, por lo que no se contraviene este criterio.

**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 comercializadas o aprovechadas para ningún uso en un plazo de 10 años y deberán ser reforestados con plantas nativas por sus propietarios, previa notificación al municipio.

En el predio no se observaron evidencias de afectaciones a causa de incendios, movimientos de tierra, productos o actividades que hayan eliminado o modificado la cobertura vegetal desde que fue adquirido por el promovente; por lo tanto, no se contraviene este criterio.

**MAE-55.** Se prohíbe la acuicultura en cuerpos de agua naturales.

El predio en evaluación no presenta cuerpos de agua naturales y no es la intención del promovente realizar actividades de acuicultura, por lo tanto, no se contraviene este criterio.

## **Aprovechamientos Turísticos (TU)**

**TU-3.** Se podrán llevar a cabo desarrollos turísticos con una densidad neta de hasta 30 cuartos/ha. en el área de desmonte permitida.

El proyecto en cuestión consiste en una casa habitación que contará con dos habitaciones, por lo tanto no se contraviene el criterio.

**TU-10.** Las actividades recreativas deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.

El proyecto en evaluación no propone la realización de actividades recreativas. No obstante, en acatamiento de este criterio se instrumentará un Programa de Manejo de Residuos, tanto sólidos como líquidos.

**TU-11.** Las actividades recreativas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.

El proyecto no contempla realizar actividades recreativas, sin embargo, en el presente manifiesto se incluyen medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas, así como un programa de supervisión ambiental que dé seguimiento a la aplicación de dichas medidas.

**TU-15.** Las edificaciones no deberán rebasar la altura promedio de la vegetación arbórea del Corredor que es de 12.0 m.

La casa habitación contará con una planta baja y dos niveles que en suma alcanzan una altura de 9 m, por lo tanto no se rebasa la altura promedio de la vegetación arbórea del corredor.

**TU-22.** En el desarrollo de los proyectos Turísticos, se deberán mantener los ecosistemas excepcionales tales como formaciones arrecifales, selvas subperennifolias, manglares, cenotes y caletas, entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna incluidos en la NOM 059.

Se cumple con este criterio toda vez que el proyecto contempla la conservación de la superficie en la que se desarrolla matorral costero que no será afectada con el aprovechamiento propuesto, en las cuales se distribuyen especies de palma chit (*Thrinax radiata*).

**TU-23.** Excepto lo mencionado en el criterio **TU-22**, en las actividades y los desarrollos turísticos, el área no desmontada quedará distribuida perimetralmente alrededor del predio y del conjunto de las edificaciones e infraestructura construidas.

El área que no será desmontada quedará distribuida de manera perimetral alrededor del predio y de la edificación, así como de la infraestructura existente, por lo que el desarrollo del proyecto no contraviene este criterio.

**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.

Este criterio será acatado por el promovente; adicionalmente se prevén acciones dirigidas a la conservación de las áreas naturales al interior del predio, de tal forma que no se contraviene este criterio.

**TU- 40.** Se prohíbe dar alimento a la Fauna silvestre.

Este criterio será acatado por el promovente, toda vez que existe la probabilidad de incidencia de fauna en el predio debido a la cobertura vegetal que será conservada y a las características naturales del sitio.

### 3.2.2 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Akumal, 2007-2032.

El predio en donde se pretende desarrollar la “Casa Latam”, se ubica dentro de una zona con uso del suelo Turístico Residencial de Densidad Baja (30 ctos/Ha), identificada en el Programa de Usos del Suelo con la clave **TR-2** del Plan Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población Akumal, 2007-2032 (Figura 23). En esta unidad son compatibles los usos plurifamiliares horizontal y vertical, tal como se indica en la Tabla 13.

Tabla 13. Usos Predominantes y Compatibles de la unidad TR-2. La Tabla indica los usos predominantes y compatibles del predio del proyecto. FUENTE: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Akumal, 2007-2032.

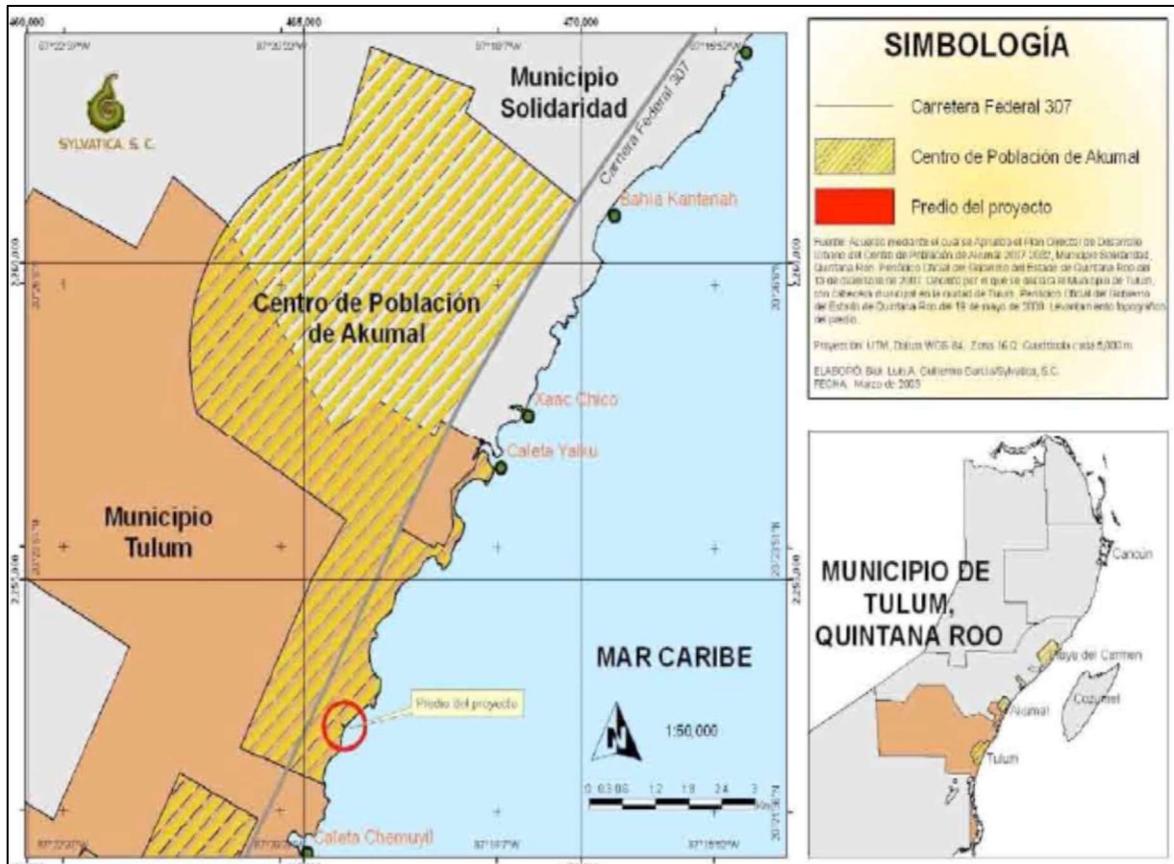
Zona Turística	Turístico residencial densidad baja	TR-2	Alojamiento y habitacional	
			Usos predominantes (P)	Turístico hotelero, densidad baja, unifamiliar.
			Uso compatible ( C )	Plurifamiliar horizontal y vertical.
			Usos no permitidos (-)	Turístico hotelero, densidad media y alta.

Con base en los usos antes descritos, el proyecto es compatible, al tratarse de un uso residencial.

#### 3.2.2.1 Clasificación de áreas

De acuerdo con la clasificación de áreas del PDU del Centro de Población Akumal, la zona en la que se encuentra el predio del proyecto se incluye en la categoría de Áreas de Reserva Urbana, las cuales corresponden a los terrenos donde se disponga el crecimiento del centro de población, en estas áreas corresponderá a las autoridades municipales promover el desarrollo de las obras de urbanización básica, sin las cuales no se autorizará modalidad alguna de acción urbanística.

Dentro de la categoría de Áreas de Reserva Urbana, el predio del proyecto queda incluido en la clasificación de Áreas de Reserva Urbana a Corto Plazo (RU-CP) siguiendo el número consecutivo indicado de 01. Estas son áreas pertenecientes a la reserva urbana que cuentan con las obras de urbanización básicas donde es factible realizarlas de inmediato, siempre y cuando cuenten con el Programa Parcial de Desarrollo Urbano correspondiente.



**Figura 23.** Macrolocalización del predio según PDU. En la imagen se muestra la ubicación del predio (círculo rojo) en el que se pretende desarrollar el proyecto denominado “Casa Latam”. De acuerdo con el PDU se ubica en las Áreas de Reserva Urbana a corto plazo (RU-CP01). FUENTE: PDU del Centro de Población Akumal 2007-2032, Municipio de Solidaridad, Q. Roo.

### UTILIZACIÓN GENERAL DEL SUELO.

Tal como se establece en el Pronóstico del presente instrumento normativo, las hipótesis de crecimiento poblacional consideran el parámetro de 4 habitantes por vivienda, de conformidad con los resultados del Censo General de Población y Vivienda 2000 y 2005, INEGI, por lo que para el establecimiento de las densidades permitidas normadas en este instrumento regirá la misma cifra: 4 habitantes por vivienda.

De acuerdo con la clasificación en la utilización del suelo, la zona en la que se ubica el predio del proyecto queda incluida en la categoría de Zonas turístico residenciales (TR) con clave **TR-2** (Zonas turístico residencial densidad baja) para la cual se determinan 30 cuartos/Ha.

Los predios o terrenos y las edificaciones construidas en las zonas turístico-hoteleras y residencial densidad baja, tipo **TR-2** estarán sujetas para el caso de residencias al cumplimiento de los lineamientos aplicables para las zonas habitacionales de densidad baja **H2**.

Los grupos de usos y destinos permitidos en la zona turística donde se ubica el predio en estudio son los que se indican en la Tabla 14:

Tabla 14. Clasificación de usos y destinos. La Tabla indica los usos y destinos aplicables al predio del proyecto. FUENTE: Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Akumal, 2007-2032.

Clasificación de Usos y Destinos		
GÉNERO	USOS	ACTIVIDAD O GIRO
Habitacional	Unifamiliar, densidad baja	Casa Habitación

#### VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS APLICABLES PARA LAS ZONAS HABITACIONALES DE DENSIDAD BAJA H2

- La densidad máxima será de 48 habitantes por hectárea, lo que representa 12 viviendas por hectárea (30 cuartos/ha)

El predio del proyecto cuenta con una superficie de 682.82 m<sup>2</sup>, por lo que de acuerdo con este criterio se pueden construir 2.5 cuartos. Considerando que el proyecto contempla la construcción de una casa habitación, con una densidad de 2.5 cuartos, el total de cuartos que se pretenden construir es de 2, por lo que no se rebasa la densidad establecida en el presente criterio.

- La superficie mínima del lote será de 570 metros cuadrados

El predio del proyecto cuenta con una superficie de 682.82 m<sup>2</sup>, por arriba de la superficie mínima establecida en esta restricción, por lo tanto se anticipa su cumplimiento.

- El frente mínimo del lote será de 15 metros lineales

El frente del predio es de 15.6 m<sup>2</sup>. (Figura 24).

- El coeficiente de ocupación del suelo no será mayor de 0.35 y, consecuentemente, la superficie edificable no deberá ocupar más del 35 % de la superficie total del lote

El predio del proyecto cuenta con una superficie de 682.82 m<sup>2</sup> y la superficie de desplante con que contara el proyecto es de 67.68 m<sup>2</sup>, lo cual corresponde a una superficie de edificación del 9.9 % y un COS de 0.082, menor a los parámetros establecidos en esta restricción, por lo tanto se anticipa su cumplimiento.

- El coeficiente de utilización del suelo no deberá ser superior a 0.65 y, por tanto, la superficie construida máxima no excederá al 65 % de la superficie total del lote.

El CUS del proyecto es de 0.45, con una superficie de construcción de 45.3 %, por lo que no se contravendrá este parámetro.

- El coeficiente de modificación del suelo no deberá ser superior al 45 % del total del lote; debiendo tener un mínimo del 55 % como área verde del total del lote;

El predio del proyecto cuenta con una superficie de 682.82 m<sup>2</sup> y la superficie de aprovechamiento de 25.18 %, por lo cual contempla conservar una superficie como área

verde de 74.82 % que no será modificada, de tal forma que no se contraviene la restricción.

- La altura máxima de las edificaciones será la que resulte de aplicar los coeficientes de ocupación y utilización del suelo; no debiendo exceder de 9 metros de altura. Para determinar la altura, esta se considerará a partir de la intersección del perfil natural del terreno con el nivel establecido de la vía pública referenciado al paramento edificado de mayor altura hasta el nivel de cumbrera en techos inclinados ó al pretil de azotea en techos planos;

El proyecto propuesto presenta una altura máxima de 9 m por lo que se encuentra dentro del límite permitido para este parámetro.

- Se deberá tener dentro del lote un área de estacionamiento con capacidad mínima para dos automóviles

El diseño del proyecto contempla un área de estacionamiento para 2 vehículos, por tal motivo, no se pretende violar esta restricción y se anticipa su cumplimiento. (Figura 24)

- Las restricciones laterales serán de 3 metros en todas las colindancias laterales, esta superficie será conservada totalmente como área verde

Las restricciones laterales oscilan entre los 3.03m y 6.37m. (Figura 24)

- La restricción posterior será de 6 metros

Se anticipa el cumplimiento de esta restricción, ya que las instalaciones se ubican a 21.92 m del límite posterior del predio.

- En las áreas de restricción por colindancia con la vía pública podrán construirse elementos no sólidos como pérgolas respetando siempre el mínimo de área verde indicada a conservar.

El proyecto no contempla la construcción de elementos no sólidos en las áreas de restricción por colindancia con la vía pública, de tal forma que no se contraviene la restricción. Sin embargo, en caso de realizarse una construcción con dichas especificaciones, se acatará lo señalado en esta restricción.

- No se permite construir en cenotes, reholladas, grietas, cavernas y pozos naturales, y se deberán respetar 50 metros libres alrededor de ellos, a partir de sus límites externos

No se contravendrá esta restricción, toda vez que no existen dentro del predio cenotes, reholladas, grietas, cavernas y pozos naturales.

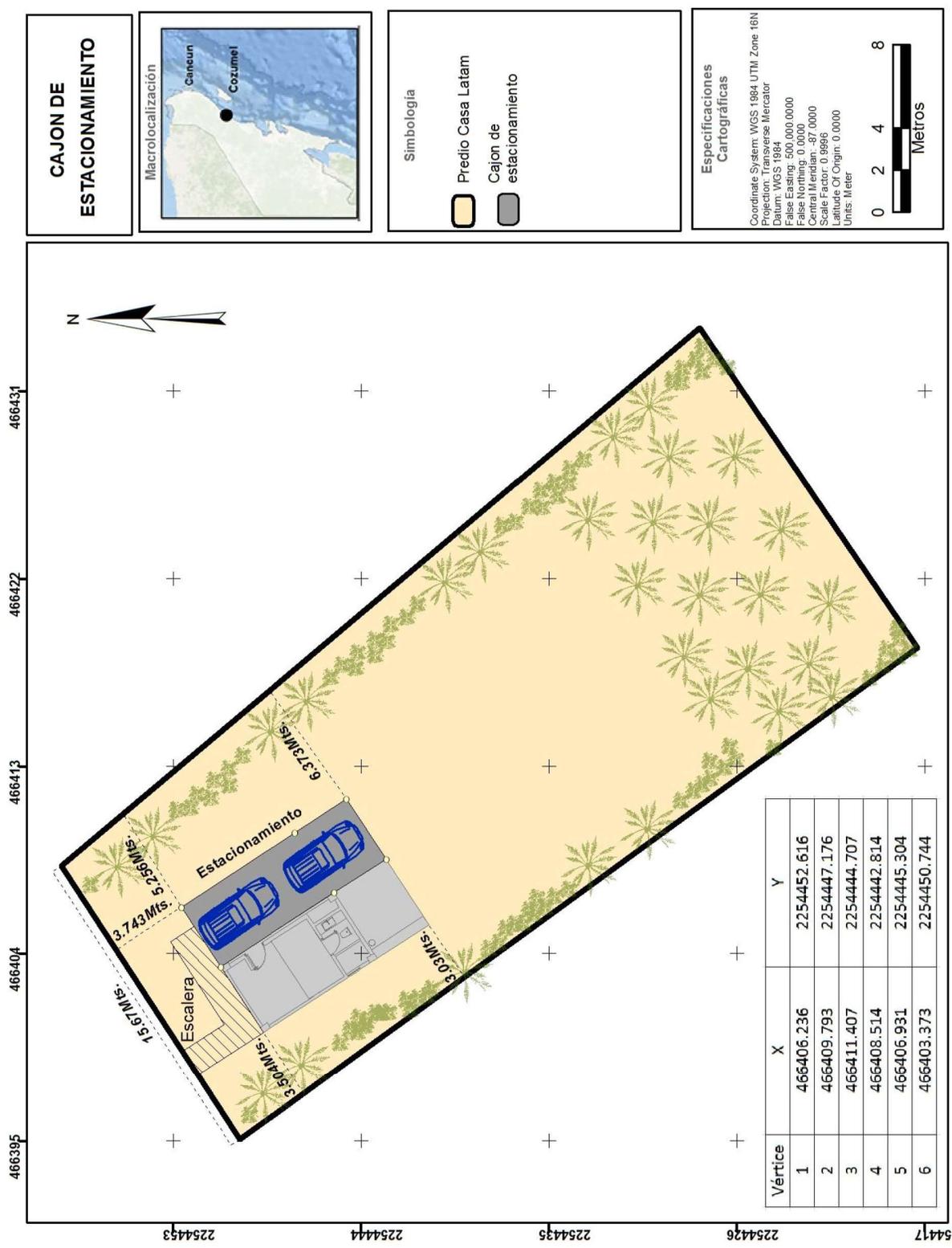


Figura 24.- Vinculación con criterios al PDU.

### 3.2.3 Análisis de los instrumentos normativos

#### *3.2.3.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*

Esta Ley es de competencia de la Federación y se publicó en el Diario Oficial el 13 de Diciembre de 2001. Título primero. Disposiciones Generales; Capítulo IV. Instrumentos de la Política Ambiental; Sección V. Evaluación del Impacto Ambiental

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 ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

IX) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.

#### III.2.3.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Este Reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 30 de Mayo del año 2000.

Capítulo II. De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones.

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

Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros:

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 afecten los ecosistemas costeros.

### 3.2.4 vinculación del proyecto con otros instrumentos normativos

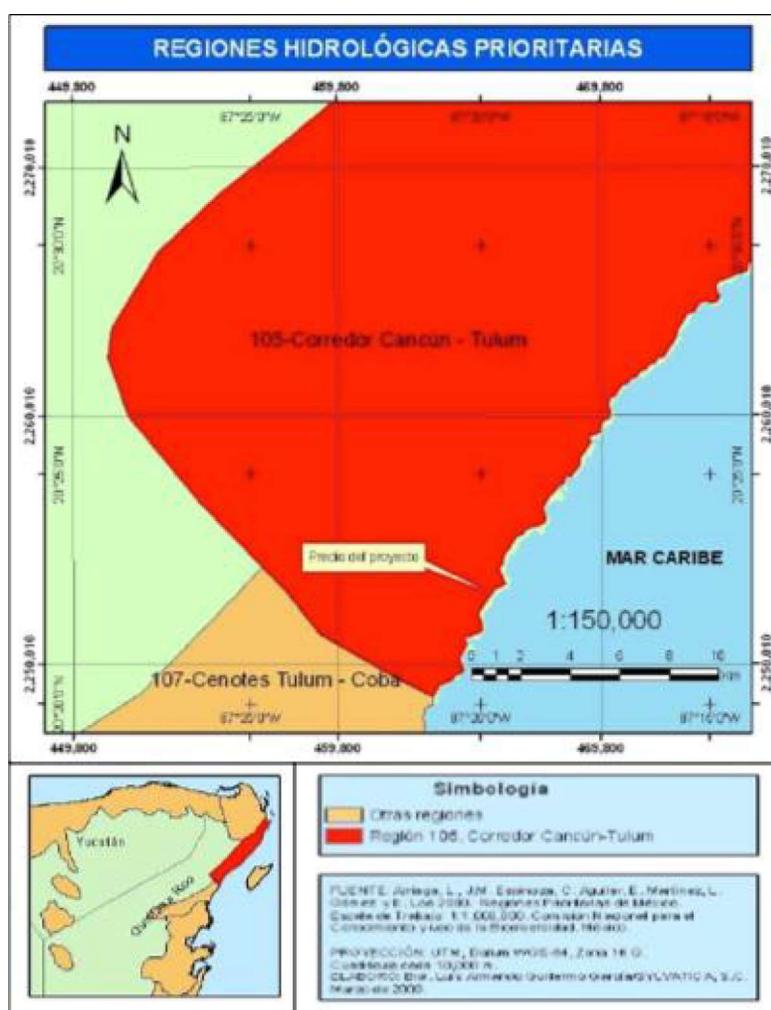
#### *3.2.4.1 Regiones hidrológicas Prioritarias*

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) con la finalidad de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, con la finalidad de establecer un marco de referencia para ser considerado por los diferentes sectores en el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Como resultado se delimitaron 110 Regiones Prioritarias, cuya información fue vertida en mapas del territorio nacional, de las cuales, aquellas que corresponden a la Península de Yucatán y al predio del proyecto se muestran en la Figura 25.

Con base en la regionalización citada, el predio del proyecto se incluye en la Región Hidrológica Prioritaria denominada RHP No. 105 "Corredor Cancún-Tulum", cuya problemática ambiental consiste básicamente en la modificación del entorno a causa de la perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales. Así como, problemas de contaminación por aguas residuales y desechos sólidos.

En el contexto de esta RHP, se anticipa que el proyecto no afectará negativamente el entorno, debido principalmente a que se ubicará en un sitio que cuenta con la infraestructura de servicios municipales básicos, que evitarán la contaminación al ambiente durante su etapa de operación.

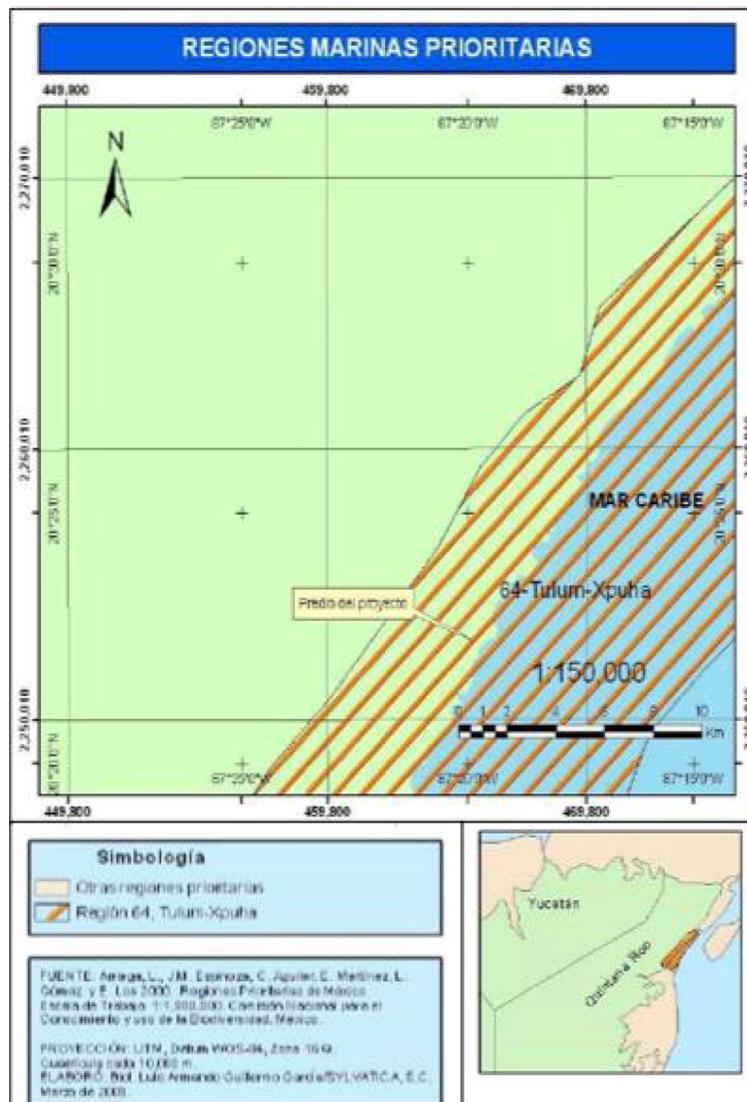


**Figura 25.** Regiones Hidrológicas Prioritarias. La Region Hidrológica No.105 "Corredor Cancún Tulum", abarca al predio del proyecto, el cual se indica con el punto color verde dentro del recuadro rojo. Fuente: CONABIO, 2000, Arriaga L., JM Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa. Regiones Hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:11'000,000.

### 3.2.4.2 Regiones Marinas Prioritarias

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México<sup>5</sup> con el apoyo de asociaciones internacionales. Llevó a cabo una clasificación de las 70 áreas prioritarias, considerando criterios ambientales, económicos y de amenazas. La clasificación resultó en diferentes grupos definidos por el patrón de uso de los recursos, el conocimiento sobre biodiversidad y las amenazas que enfrentan. Del resultado de esta clasificación, la Comisión obtuvo 58 áreas de alta biodiversidad, de las cuales 41 presentaron algún tipo de amenaza para la biodiversidad y 38 correspondieron a áreas de uso por sectores. Finalmente, también se identificaron 8 áreas que son importantes biológicamente que no cuentan con información sobre biodiversidad.

Con base a dicha regionalización, el predio en estudio se ubica en la RMP No. 64 Tulúm-Xpuhá (Figura 26) cuya principal problemática en materia forestal consiste en la deforestación. Sin embargo, la escasa superficie afectada realizada en el predio en estudio, solo del 12.05 % de la superficie total, no es significativo con respecto a la totalidad de la RMP.



**Figura 26.** RMP 64. Se muestra la RMP 64 TulúmXpuhá, donde se encuentra ubicado el terreno en estudio (señalado con flecha roja) FUENTE: [www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalización/doctos/Hmapa](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalización/doctos/Hmapa).

### 3.2.4.3 Normas Oficiales Mexicanas

#### Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001

Esta Norma Oficial Mexicana establece el listado de especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Es de observancia obligatoria para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional, establecidas por esta Norma.

En este contexto, dado que el promovente no pretende promover la inclusión, exclusión o cambio de especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, esta Norma no es aplicable al proyecto en este sentido, sin embargo, es un referente para la aplicabilidad de algunos artículos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente así como de la Ley General de Vida Silvestre.

En este orden de ideas es prudente mencionar que al interior del predio se registraron especies citadas en esta Norma, como es palma chit (*Thrinax radiata*) en categoría de especie amenazada. Al respecto, el proyecto contempla conservar la totalidad de la superficie en la que se distribuye fuera de la zona de desplante, los ejemplares que se encuentran dentro de la zona de desplante serán reubicados acorde al programa de rescate de flora adjunto a la presente manifestación de impacto ambiental, por lo tanto no sufrirán afectaciones derivadas de la construcción de la casa habitación.

Por otro lado el desarrollo del proyecto se realizará sobre vegetación de herbáceas, previo al desmonte de la zona de desplante de la casa, se realizará un rescate selectivo de vegetación de palma chit, dando prioridad a esta especie, con el rescate del 100 % de los ejemplares presentes en el área de aprovechamiento, para ser reubicados y trasplantados dentro del área del sendero ubicado al límite norte del; de esta manera se asegura su permanencia, sin afectaciones a su población actual presente al interior del predio.

En el predio donde se pretende la construcción del proyecto “Casa Latam” se reporta la presencia de un total de 30 ejemplares de palma chit (*Thrinax radiata*), de los cuales 11 de ellos se encuentra dentro del área de desplante; para minimizar el impacto negativo se han propuesto medidas para un exitoso retiro y trasplante de los 11 ejemplares, además se realizará un proceso de colecta, siembra, germinación en el vivero provisional y reforestación dentro del predio en el área que corresponde a la reubicación de las palmas.

En las áreas delimitadas y consideradas para 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, aquellos ejemplares que son susceptibles de ser rescatados, una vez identificados 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.

Con respecto a la fauna, en el predio no se registró la presencia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, sin embargo, se tomarán las medidas pertinentes para evitar las posibles afectaciones a la fauna que pueda incidir en el predio durante el desarrollo del proyecto.

Dentro de la manifestación de impacto ambiental se establecen medidas de protección y mitigación para la anidación y reintegración de neonatos de tortugas marinas durante la temporada de anidación cada año; las medidas establecidas son consideradas respetando los lineamientos de la NOM-162-SEMARNAT-2012, sin que estas ejerzan manipulación de los ejemplares.

De igual manera a 111.9m y a 144.3m del proyecto se reporta la presencia de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), el cual está situado a las orillas del camino de acceso que conecta la entrada del fraccionamiento Akumal Caribe con la carretera federal 307, motivo por el cual se establecen medidas de protección, prevención y compensación al manglar.

De acuerdo con esto, el desarrollo del proyecto es congruente con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, puesto que no se pondrá en riesgo las poblaciones de las especies de flora, registradas en alguna categoría de riesgo.

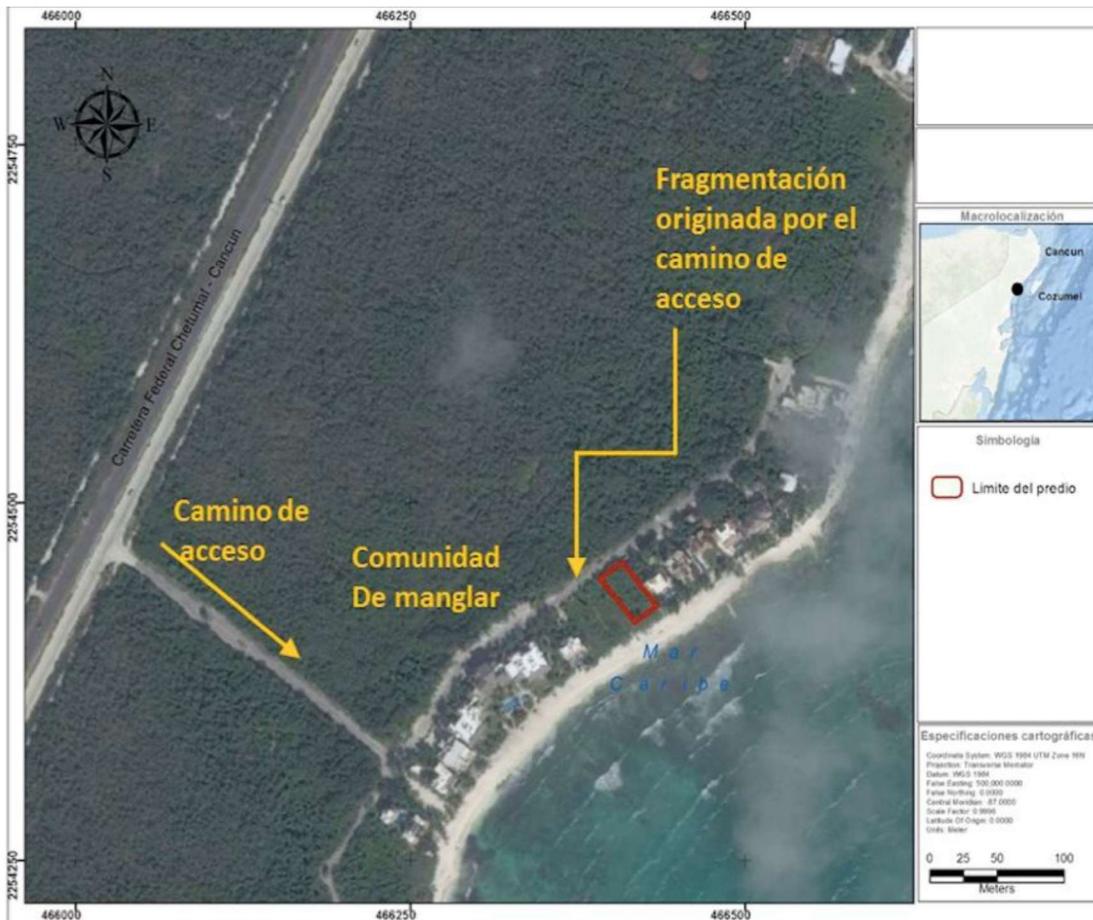
#### Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003

Esta Norma establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. De acuerdo con la misma los humedales costeros son ecosistemas costeros de transición entre aguas continentales y marinas, cuya vegetación se caracteriza por ser halófito e hidrófito, estacional o permanente, y que dependen de la circulación continua del agua salobre y marina. Asimismo, se incluyen las regiones marinas de no más de 6 m de profundidad en relación al nivel medio de la marea más baja.

Según la Norma, punto 4.0. Especificaciones, el manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integridad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:

- La integridad del flujo hidrológico del humedal costero.

Dentro de los límites del predio, no se registra vegetación propia de manglar ni zonas de inundación o cuerpos de agua. Por lo tanto, la continuidad del flujo hidrológico dentro del predio ya había sido afectada en primer lugar de forma longitudinal por el camino de acceso existente en la zona Oeste del predio. Adicionalmente el desarrollo del proyecto se realizará sobre vegetación de herbáceas halófitas. (Figura 27)



**Figura 27.-** Fragmentación de la comunidad de manglar por el camino de acceso del Fraccionamiento Akumal.

- Su productividad natural

Es pertinente mencionar que el predio ha perdido sus funciones ecológicas con el manglar; entre algunos de los factores determinantes de dicha pérdida se encuentran la fragmentación del ecosistema, la ausencia de flujos hidrológicos, así como la pérdida de continuidad con los predios aledaños en las colindancias Oeste, Norte y Sur, lo cual también influye en la disminución de la productividad natural del ecosistema.

No obstante, su productividad natural estará en función de la interacción que mantendrá con los demás ecosistemas presentes en el predio que de igual manera serán conservados, los cuales corresponden a matorral y herbáceas halófitas, en el que se conservarán los ejemplares de palma chit en la superficie que no será afectada con el desplante propuesto; por lo tanto no se afectará su productividad natural actual.

- La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas

Al respeto es preciso mencionar que el desplante de la casa habitación se realizará en la zona correspondiente a herbáceas halófitas, sumado a esto, es poco factible que el predio reciba la afluencia de turistas, puesto que el uso que se pretende dar es residencial.

- Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y Alevinaje

Durante el estudio realizado en campo, no se observaron sitios de anidación, reproducción, alimentación o alevinaje debido a que no existe zona de distribución del manglar.

- La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales

De acuerdo con la caracterización de la vegetación, la duna costera forma parte de una comunidad vegetal propia al interior del predio, puesto que se presentan especies propias de estos ecosistemas con distribución de manera uniforme en un tapete de vegetación localizadas hasta los límites de la Zona Federal Marítimo Terrestre.

Así mismo, dentro del predio no se registraron zonas inundables ni cuerpos de agua que interactúen con el manglar; de igual modo la zona marina adyacente al predio no presenta conexión alguna con dicha comunidad; puesto que la divide el ecosistema de duna costera, constituyéndose como una barrea física que limita la distribución del manglar en dicha zona, cuya cobertura y distribución ocurre de manera aislada; por lo tanto puede asumirse que el desarrollo del proyecto no afectará las interacciones funcionales del manglar.

- Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).

Actualmente el manglar presenta una reducción en sus procesos primarios, lo cual se atribuye a su distribución, ya que ocurre de manera fragmentada, por lo cual no mantiene una cobertura vegetal continua, siendo que el manchón se encuentra aislados contiguo a la vegetación de duna costera arbustiva.

Por otra parte, resulta difícil determinar el grado de estrés, así como los índices de migración y mortalidad o la reducción de su población, puesto que el proyecto aún se encuentra en proceso de planeación, por lo tanto dichos parámetros sólo podrán ser evaluados durante el proceso constructivo, sin embargo, hay que aclarar que no se pretende remover ni desmontar superficie alguna en la que se distribuya esta comunidad vegetal localizada a 111.9m de la zona de desplante, lo cual puede afirmarse considerando que el desplante de la casa habitación se realizará sobre vegetación de herbáceas halófitas; adicionalmente se tomarán las medidas pertinentes que permitan minimizar los posibles impactos a la vegetación en general.

En este orden de ideas, resulta importante mencionar que la zona en la cual se ubica el predio en estudio, se encuentra expuesta a la incidencia de fenómenos naturales de los cuales los más importantes son los huracanes debido a su magnitud, alcance y las consecuencias que tienen sobre la cobertura vegetal; por lo tanto, es probable que se dé una afectación o reducción importante en los ejemplares de manglar que se desarrollan en el camino de acceso principal al fraccionamiento Akumal Caribe, lo cual también puede provocar estrés fisiológico y la muerte de los individuos, sin embargo, esto no puede ser atribuible al desarrollo del proyecto en cuestión, ya que se trata de factores externos, fuera del alcance de las medidas propuestas para reducir los posibles impactos al manglar.

De acuerdo con los argumentos técnicos presentados anteriormente, el proyecto que se pretende desarrollar en el predio, no afectará ni alterará las funciones y características ecológicas que presenta actualmente el manglar; sin embargo, en los siguientes apartados se realiza el análisis de los criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 vinculados con el proyecto, con la finalidad de establecer su viabilidad sin contravención de lo establecido en esta Norma.

4.1. Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.

Al nivel regional el predio no tiene comunicación directa con cuerpos de agua ni humedales costeros, el proyecto no incluye obras de canalización, interrupción de flujo, desvío o infiltración de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica del manglar ubicado en la ruta que conecta la carretera federal con el fraccionamiento Akumal Caribe.

4.2. Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.

El proyecto no incluye la construcción de canales.

3. Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, azolvamiento y modificación del balance hidrológico.

El proyecto no incluye la construcción de canales., puesto que la ejecución de las obras proyectadas no los requiere, adicionalmente la zona de desplante se ubica sobre vegetación de herbáceas halófitas.

4.4. El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.

El proyecto no incluye el establecimiento de obras que ganen terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar; las obras proyectadas se realizarán sobre la vegetación de herbáceas halófitas.

4.5. Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.

El proyecto no incluye la construcción de bordos que pudieran bloquear el flujo natural del agua hacia el manglar.

4.6. Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y azolvamiento.

El desarrollo del proyecto no provocará degradación del manglar por contaminación o azolvamiento puesto que incluye la infraestructura necesaria para la captación y disposición de las aguas residuales y residuos sólidos que generará, así como

la contratación de los servicios para el manejo y/o recolección de residuos, que contemplará la disposición final de los mismos.

4.7. La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.

Durante el desarrollo del proyecto no se realizará extracción de agua o vertimiento de la misma proveniente de alguna cuenca que alimente humedales, puesto que el abastecimiento de agua potable será realizado por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) y el servicio privado de recolecta y limpieza de fosas sépticas, de tal manera que dicha dependencia y el servicio privado de limpieza de fosas sépticas se hará cargo de dar cumplimiento a la normatividad vigente en materia de contaminación de aguas.

4.8. Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.

En el predio no se registraron cuerpos de agua ni humedales; por otro lado las aguas residuales resultantes de la operación del proyecto se coleccionarán mediante el sistema de fosas sépticas y serán recolectadas periódicamente a través del servicio privado de pipas, quien se hará cargo de dar cumplimiento a la normatividad vigente en materia de contaminación de aguas.

4.9. El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.

El proyecto no requiere verter aguas residuales en alguna unidad hidrológica, puesto que incluye la infraestructura necesaria para la captación y disposición de las aguas residuales que generará, por lo que no se pone en riesgo la integridad del ecosistema.

4.10. La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.

El proyecto contempla la utilización de agua potable entubada que es distribuida por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado en la zona, por lo que no requerirá de la extracción de agua subterránea.

4.11. Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.

El proyecto no incluye, en ninguna de sus etapas, la introducción de ejemplares o poblaciones, de flora o fauna, que se puedan tornar perjudiciales para el manglar o el resto de los recursos forestales del predio, ya que sólo contempla la conservación de áreas naturales en su estado original. Por otro lado, cabe mencionar que no se registró la presencia de especies exóticas invasivas de flora y fauna de acuerdo con la CONABIO.

4.12. Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.

La información respecto al aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas no se conoce. Sin embargo, considerando el tamaño de las obras propuestas y su localización con respecto al cuerpo principal del humedal más cercana a la zona de influencia del predio, que corresponde al humedal ubicado en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, localizado a 45 Km al Sur de Akumal (población más cercana al predio), es necesario puntualizar que la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas ocurre precisamente en dicho humedal.

4.13. En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.

El proyecto sólo contempla la construcción de la casa habitación y en ninguno de los casos se pretende trazar vías de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal.

4.14. La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.

El proyecto no contempla ni pretende la construcción de vías de comunicación.

4.15. Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.

El criterio se cumple, toda vez que en la construcción de la vialidad principal del Fraccionamiento actualmente establecida, se dispuso sobre el derecho de vía la instalación de postes y líneas. Así mismo, tampoco se observan ductos o torres que atraviesen el manglar.

4.16. Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m

respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.

El proyecto no pretende o implica actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva o infraestructura urbana. Se trata de un proyecto de tipo habitacional, previsto como posible de acuerdo con los usos condicionados para la zona en la que se encuentra el predio, tal como se establece en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Cancún-Tulum.

4.17. La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.

Como se manifestó previamente, la obtención de material para construcción se hará de un banco de préstamo de material pétreo autorizado por la autoridad competente y/o de alguna casa comercial con licencia de funcionamiento vigente. Lo anterior garantiza que la explotación de los bancos de préstamo esté autorizada en materia de impacto ambiental y sus impactos no afectarán manglares, ni tendrán influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.

4.18. Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.

El desarrollo de las obras propuestas no implica el relleno, desmonte, quema y/o desecación de vegetación de humedal costero, puesto que este ecosistema no existe al interior del predio.

4.19. Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.

El proyecto no implica la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado.

4.20. Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.

El proyecto contará con un programa integral de manejo de residuos, que incluirá el acopio, almacenamiento temporal y disposición final de residuos sólidos, por lo que no se contraviene esta disposición.

4.21. Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semi-intensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10 % de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.

Este criterio no es de observancia para el proyecto, ya que no es ni pretende la instalación de granjas camaronícolas de ningún tipo.

4.22. No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.

Este criterio no es de observancia para el proyecto, ya que no es ni pretende la instalación de infraestructura acuícola.

4.23. En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.

Este criterio no es de observancia para el proyecto, ya que no es ni incluye obras de canalización.

4.24. Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.

Este criterio no es de observancia para el proyecto, ya que no es ni pretende la instalación de infraestructura acuícola.

4.25. La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.

Este criterio no es de observancia para el proyecto, ya que no es ni pretende la instalación de infraestructura acuícola.

4.26. Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.

No aplica, ya que el proyecto no es ni incluye obras de canalización, ni canales de llamada para extraer agua de la unidad hidrológica.

4.27. Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.

No aplica, ya que el proyecto no es ni incluye actividades extractivas relacionadas con la producción de sal.

4.28. La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.

La zona en la que se encuentra el predio cuenta actualmente con infraestructura como son las vialidades y otros servicios básicos como electrificación y agua potable, por lo tanto, el proyecto no requiere la introducción de dichos servicios. Sin embargo, la construcción del proyecto no considera introducir infraestructura turística puesto que

se trata de una casa habitación; asimismo, en el predio no existen zonas de anidación ni percha de aves acuáticas.

4.29. Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.

No aplica porque el proyecto no incluye actividades de turismo náutico ni superficies de humedal para dichas actividades.

4.30. En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.

No aplica porque el proyecto no incluye actividades de turismo náutico.

4.31. El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.

No aplica porque el proyecto no incluye actividades de turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero. El predio de interés tampoco es un sitio importante para la anidación de aves y otras especies normalmente asociadas a los humedales costeros.

La zona de playa es importante por el arribo de tortugas marinas, actividad que tendrá seguimiento a través de un programa de conservación de tortugas marinas establecido por la instancia que posea el Permiso no extractivo de vida silvestre en la zona del predio.

4.32. Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 Km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 Km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 Km uno de otro.

El proyecto tiene contemplado el camino de acceso.

4.33. La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.

No aplica ya que el proyecto no es ni incluye obras de canalización.

4.34. Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.

El proyecto no incluye o implica actividades o acciones que pudieran derivar en la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros, puesto que las obras

proyectadas se desplantarán sobre la superficie con vegetación de herbáceas halófitas próximas a la costa.

4.35. Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.

El proyecto se desarrollará sobre vegetación de herbáceas halófitas.

4.36. Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.

El proyecto se desarrollará sobre vegetación de herbáceas halófitas.

4.37. Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidades vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.

Las obras proyectadas no representan riesgos para el humedal costero más cercano al predio, de tal manera que no afectará la dinámica hidrológica regional o local y no verterá sus aguas residuales al medio, sino que serán manejadas mediante el sistema de fosa séptica con humedal artificial.

4.38. Los programas y proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.

No aplica puesto que las obras y actividades proyectadas no incluyen un programa o proyecto de restauración de manglares derivado de la no afectación de esta vegetación.

4.39. La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.

No aplica puesto que las obras y actividades proyectadas no incluyen un programa o proyecto de restauración de humedales costeros.

4.40. Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.

No aplica puesto que las obras y actividades proyectadas no incluyen un programa o proyecto de restauración de humedales costeros.

4.41. La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.

No aplica puesto que las obras y actividades proyectadas no incluyen un programa o proyecto de restauración de humedales costeros.

4.42. Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.

Este rubro se aborda en el capítulo IV correspondiente al Sistema Ambiental del presente documento.

4.43. La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.

Las obras y actividades proyectadas no son contrarias a las prohibiciones establecidas en los numerales 4.4 y 4.22 ó la limitación establecida en el numeral 4.14. De hecho tampoco se considera que incumpla la limitación establecida en el numeral 4.16, toda vez que se ha mencionado que no hay vegetación de manglar presente en el predio.

Debido a los importantes servicios ambientales que representan, los ecosistemas de manglar son actualmente reconocidos por su alto valor ecológico, tanto a nivel nacional como internacional. Es así que, ante la necesidad de proteger este tipo de ecosistemas, existen instrumentos jurídicos que regulan su aprovechamiento.

De manera específica hasta enero del 2007, la NOM-022-SEMARNAT-2003 era el único instrumento jurídico que normaba y regulaba el aprovechamiento en zonas de manglar, posteriormente, el 1 de febrero del 2007 se incluyó de manera oficial en la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) el artículo 60 TER, al que de manera obligatoria deben apegarse las actividades que se pretendan realizar en zonas de manglar y su área de influencia.

En este sentido, el proyecto en desarrollo se ajusta a las especificaciones del Artículo 60 TER de la LGVS, en cuanto a que no existen zonas de manglar. Las zonas de manglar más cercanas al proyecto se localizan a 111.9 y a 144.3 metros del predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

Considerando que el proyecto no pretende llevar a cabo la construcción de canales, bordos colindantes a la zona de manglar, tampoco se pretende realizar ningún tipo de aprovechamiento hídrico ni de cuerpos de agua provenientes de la cuenca, no se pretenden introducir ejemplares o poblaciones que puedan considerarse perjudiciales y/o exóticos, no se pretende realizar nuevas vías de comunicación, el material de construcción se obtendrá de bancos autorizados, no se hará uso de la zona de manglar como zona de tiro o disposición de material dragado y no se fragmentará la comunidad de manglar dado que no se pretende realizar remoción alguna en el área.

Como ya ha sido mencionado, dentro del predio no se registró vegetación de manglar que pudiera ser afectado por la construcción del proyecto; sin embargo a 111.9 metros se registró ejemplares de manglar de la especie *Conocarpus erectus*, el cual se encuentra aislado y no forma parte de una comunidad de manglar como tal. (Figura 28)

Aunado a lo anterior, el desarrollo y operación de proyecto no afectará la integridad del flujo hidrológico de ningún humedal, ni la integridad del ecosistema y su zona de influencia, tampoco se verá mermada su productividad ni se sobrepasará la capacidad

de carga de ningún ecosistema de humedal costero; no se pretende realizar relleno, desmonte, quema o desecación del manglar.

Tampoco se afectará la integridad de las interacciones funcionales entre el humedal costero y los ríos, dunas costeras o zona marina, no se llevaran a cabo cambios de las características ecológicas y mucho menos se afectarán los servicios ecológicos que presta el ecosistema.

Se contempla mantener 90% de áreas verdes del total del terreno, así mismo el proyecto no afectará la vegetación halófila, por lo que se considera que los aportes hídricos provenientes de la cuenca continental y de las mareas se mantendrán al contar con áreas permeables del terreno.

Bajo este panorama y considerando el numeral 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003, exceptuando y puntualizando que la vegetación de manglar más cercana al predio se ubica a 111.9m se llevaran a cabo las siguientes medidas compensatorias:

1. En las áreas designadas como conservación de matorral costero y herbáceas halófitas NO se realizaran actividades que no sean autorizadas previamente por la autoridad para evitar cambios en la microtopografía que puedan influir en escurrimientos superficiales.
2. Se vigilará a través de personal fijo y asesoría ambiental que no haya invasión peatonal en la sección de vegetación de conservación mantenida.
3. Se ejecutaran acciones para erradicar especies exóticas y oportunistas que se detecten en la comunidad de manglar que se ubica en el camino de acceso que conecta a los predios del fraccionamiento Akumal Caribe con la carretera federal 307.
4. Se colocará señalización, promoviendo la disposición adecuada de residuos, tránsito a baja velocidad para proteger la fauna silvestre y de protección a flora de la duna costera, palma chit y manglar.
5. Se instalará una malla de protección para evitar el paso peatonal de los trabajadores y visitantes a la vegetación, en la parte inferior de la malla tendrá aperturas de 60 cm de largo por 50 de ancho para facilitar el tránsito de fauna silvestre.
6. Limpieza permanente y retiro de los residuos presentes en el ecotorno.
7. Se diseñarán y colocarán señalamientos alusivos para la protección de la zona de manglar, con el propósito de que, quienes circulen por el camino del Fraccionamiento Akumal estén enterados del estatus de protección de las especies de manglar y de las sanciones a que serán acreedores quienes las afecten.
8. Monitoreo de la zona de conservación de manglar

El monitoreo consistirá en la toma y registros físico químicos del área de manglar próxima al predio y el que por su ubicación se encuentra propicio a cambios generados por el continuo tránsito peatonal y de vehículos que ingresan y salen de los Fraccionamientos Akumal Caribe y Tao Ocean.

Para realizar en monitoreo se consideran los siguientes puntos:

- Contar con un técnico especializado que coordine las actividades de monitoreo en el sitio o los sitios preestablecidos.
- Capacitación al grupo técnico que ejecutará el programa sobre la metodología, especificaciones técnicas para las mediciones del mangle.
- Revisión de las condiciones del equipo a utilizar para el monitoreo y para el registro de indicadores.
- Identificar con el GPS el punto geográfico en donde se realiza el monitoreo.
- Realizar en cada sitio de muestreo las mismas acciones y aplicación de los criterios para la obtención de datos, a manera de reducir posibles errores.
- Crear una bitácora en la que se registren las actividades realizadas los días de monitoreo, las muestras tomadas y las observaciones de campo relevantes.
- Para evaluar la calidad de agua se analizarán los siguientes parámetros fisicoquímicos: profundidad, visibilidad, pH, temperatura, conductancia, sólidos disueltos, salinidad, potencial de óxido reducción, porcentaje de oxígeno disuelto y oxígeno disuelto, mediante el uso de una sonda de análisis multiparamétrica Hanna.

Para tomar medidas de manejo de hábitat, poblaciones y ejemplares de manglar se consideran los siguientes puntos:

- Se prohibirá la remoción parcial o total de manglar existente en los sitios propuestos donde se ejecute el monitoreo.
- Se eliminarán residuos vegetales, como ramas o troncos secos, con el fin de no obstruir el desarrollo de la regeneración natural y arbolado parental. Después de ser retirado, el material inerte se triturará para reincorporarlo al mismo ecosistema, con la finalidad de enriquecer el suelo.
- El fomento y conservación de la fauna silvestre será un aspecto importante para iniciar acciones bajo la concepción de manejo integral. Para la evaluación de la fauna silvestre se realizarán observaciones durante las actividades de toma de datos dentro de la superficie del área de conservación, identificación de especies y otras variables que serán utilizadas como indicadores.
- Se eliminarán aquellas especies oportunistas que invadan las zonas de conservación y que no sean propias de un ecosistema de manglar, con la finalidad de reducir la competencia de luz, agua y nutrientes.

La cimentación del proyecto se realizará a una profundidad de 1m, de tal manera que no se afecte el nivel freático ubicado entre los 2.8m y hasta 3.21m; la cimentación se realizará sin incidir en la interfase salina.

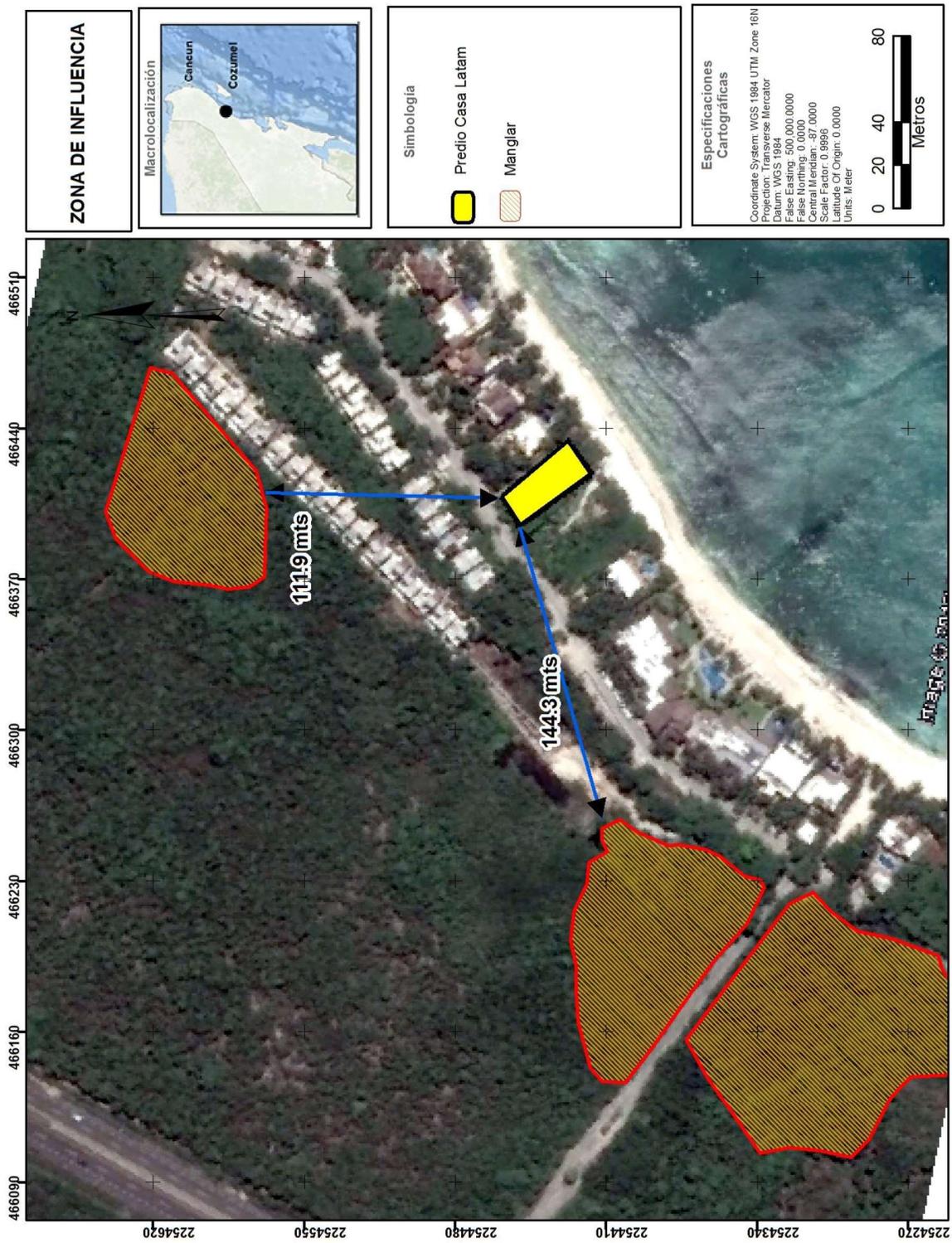


Figura 28.- Plano georreferencia en el que se muestran el área de mangle y la distancia que guardan con respecto al predio donde se pretende realizar el proyecto.

NOM-162-SEMARNAT -2012

A continuación se presenta la tabla 15 en la cual se vincula el proyecto “Casa Latam” con respecto a las especificaciones establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, indicando la forma en que dará cumplimiento a cada una de ellas.

Tabla 15.- Vinculación con los lineamientos de la NOM-162-SEMARNAT-2012.

<p><b>5.1</b> Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:</p>	<p>No se tiene contemplado realizar actividades de aprovechamiento no extractivo, no obstante, se establecerá contacto con el campamento Tortuguero que posea el permiso no extractivo vigente en la zona federal del predio para apoyar con insumos necesarios.</p>
<p><b>5.2</b> El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.</p>	<p>Se presenta la Manifestación de Impacto ambiental en su modalidad particular para su evaluación.</p>
<p><b>5.3</b> Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes.</p>	<p>El proyecto no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida</p>
<p><b>5.4</b> En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</p> <p><b>5.4.1</b> Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.</p> <p><b>5.4.2</b> Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.</p> <p><b>5.4.3</b> Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.</p> <p><b>5.4.4</b> Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause</p>	<p>5.4.1.- El proyecto no contempla la remoción de vegetación ni la introducción de nuevas especies de flora y/o fauna sea o no sea catalogada como exótica; el compromiso del proyecto es el de conservar la vegetación original de la duna costera en la colindancia del predio con la playa.</p> <p>5.4.2.- El proyecto no tiene contemplado modificar, alterar, destruir y edificar en la zona de la duna costera, por lo tanto se conservara en su estado actual.</p> <p>5.4.3.- Durante las fases de preparación, construcción y operación de Casa Latam se realizarán recorridos diarios en la playa para retirar de la misma todo objeto considerado como “basura inorgánica” para darle el correcto manejo y disposición final acorde al Programa de Manejo de</p>

<p>resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.</p> <p><b>5.4.5</b> Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.</li> <li>b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.</li> <li>c) Fuentes de luz de coloración amarillo o rojo puro, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.</li> </ul> <p><b>5.4.6</b> Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.</p>	<p>Residuos, se retiraran camastros y cualquier otro objeto movable.</p> <p>5.4.4.- El proyecto no contempla la proyección de algún tipo de luminaria hacia la duna costera y zona federal, la iluminación de la casa habitación no afectará debido a que las ventanas que tengan vista a la playa se cubrirán con cortinas, no obstante, se consideraran las especificaciones establecidas.</p> <p>5.4.5.- El proyecto no contempla la proyección de algún tipo de luminaria hacia la duna costera y zona federal, la iluminación de la casa habitación no afectará debido a que las ventanas que tengan vista a la playa se cubrirán con cortinas, no obstante, se consideraran las especificaciones establecidas.</p> <p>5.4.6.- El proyecto no contempla el ingreso de algún vehículo motorizado a la zona federal o duna costera; se apoyará realizando recorrido de vigilancia a pie y en caso de encontrar alguna anomalía se reportará al campamento Tortuguero que tenga el permiso no extractivo vigente para que interpongan el correcto procedimiento.</p>
--	--

### 3.2.5 Estatus jurídico ambiental en el área de estudio

Con base a la revisión de los instrumentos de regulación del uso del suelo aplicables a la zona del proyecto, así como a las leyes y reglamentos Federales, Estatales y Municipales en materia ambiental, se anticipa que la construcción del proyecto “Casa Habitación” es viable y no contraviene en lo general dicha normatividad.

El proyecto es congruente con las políticas y usos de suelo asignados en los instrumentos citados. Así mismo, durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, éste se ajustará a los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la región denominada corredor Cancún-Tulum, aplicables para la UGA Cn507, así como a las indicaciones y límites establecidos en los Reglamentos y Normas aplicables.

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

##### **4.1.- Delimitación del área de estudio.**

El proyecto se encuentra dentro del Lote 11, Manzana 10, colindante a la playa, ubicados en calle Fraccionamiento Akumal Caribe, en la localidad de Akumal, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, debido a las condiciones del Lote 11, se considera que el sistema ambiental estará delimitado desde el punto de vista físico y social a la región del Municipio de Akumal, mientras que para los aspectos biológicos se considera que este se limita a las condiciones actuales del predio. En este sentido, para los aspectos físicos y sociales se presenta información general (municipio y/o el estado) y en el caso de los aspectos biológicos, se presenta la información en lo particular (predio, lote 11 o zona de estudio).

##### **4.2 Análisis del sistema ambiental.**

La casa habitación tiene una superficie de desplante de 67.68m<sup>2</sup>, su construcción se pretende de dos pisos, con dos recamaras. En la planta baja albergara bodegas de servicio, bajo esta se ubicará la fosa séptica conservando en todo momento un área verde.

El proyecto se encuentra en el predio identificando como Lote 11, Manzana 10, colindante a la playa, ubicados en Calle Fraccionamiento Akumal Caribe, en la localidad de Akumal, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo.

Para fines de delimitar el sistema ambiental de proyecto, las zona costera del Municipio de Tulum pueden dividirse en cinco unidades ambientales: Zona Costera (ZC), la cual abarca desde la Carretera Federal 307 hasta la PREAMAR, Zona Natural Protegida (ZNP) o Parque Nacional Xel-Ha, Zona Urbana (ZU), como las localidades de Akumal, y Chemuyil, Zona Turística (ZT) y finalmente la zona de estudio o Lote 11, Manzana 10 (ZE).

En la Zona Costera (ZC) y Zona Natural Protegida (ZNP) encontramos selva baja caducifolia, duna costera y zonas inundables, como es de esperarse los ecosistemas naturales, bióticos y abióticos de la Zona Natural Protegida, se encuentran mejor conservados y protegidos que en la Zona Costera, la cual se encuentra fragmentada a causa de la construcción de las zonas turísticas (ZT) y las zonas urbanas (ZU), ya establecidas en el Municipio, ver Figura 29 y Figura 30

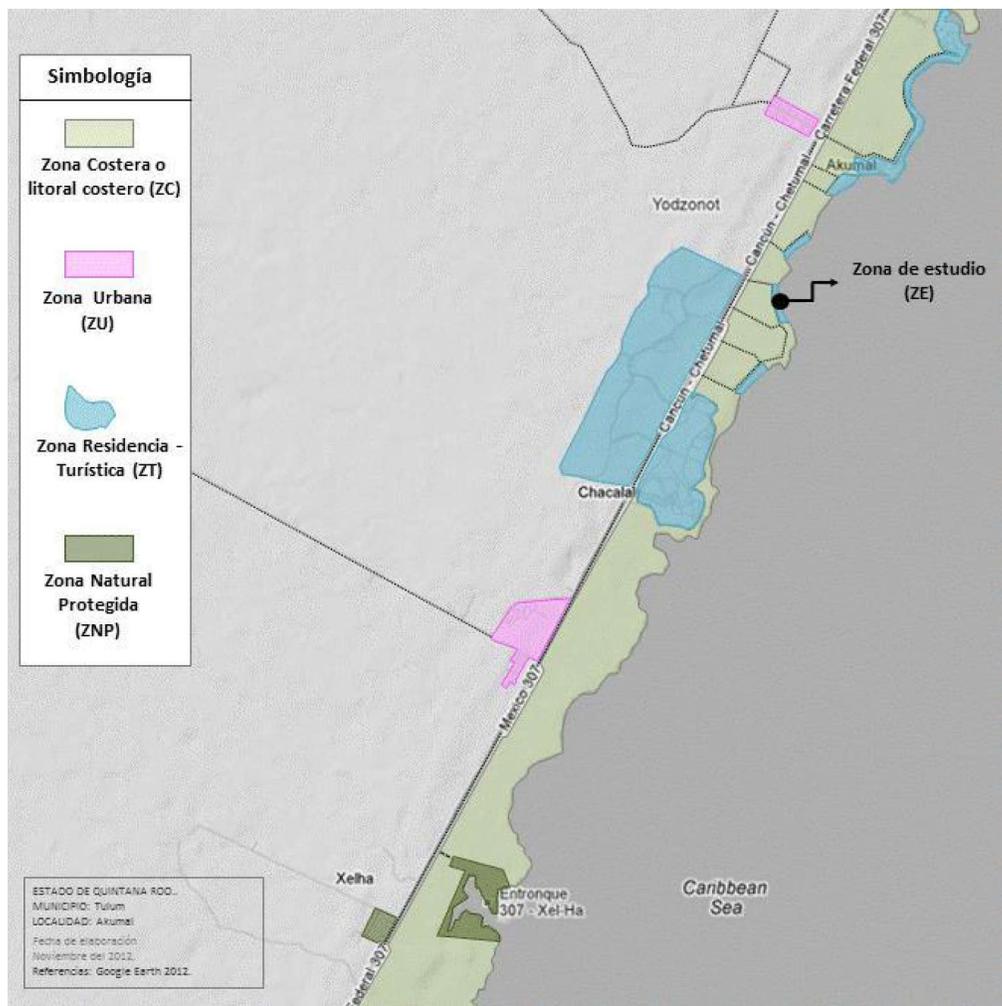


Figura 29. Determinación de las cuatro unidades ambientales en la Zona de Estudio (amarillo): Zona Costera (en verde), Zona Natural Protegida (verde oscuro), Zonas Turísticas (azul) y Zonas Urbanas (rosa).

La zona de estudio (ZE) este se encuentra modificado y limitado por la construcción de la Carretera Federal No.307, que comunica a las ciudades de Cancún y Tulum y por dos caminos de acceso a las playas construidos al sur y norte de la propiedad. Así mismo la zona de estudio está limitada por las zonas urbanas de Akumal y Chemuyil y las zonas turísticas del Gran Hotel Bahía Príncipe, el Fraccionamiento Akumal Caribe y el Hotel Akumal que funcionan como barreras artificiales dando lugar a un sistema con una composición y paisaje netamente turístico - residencial.

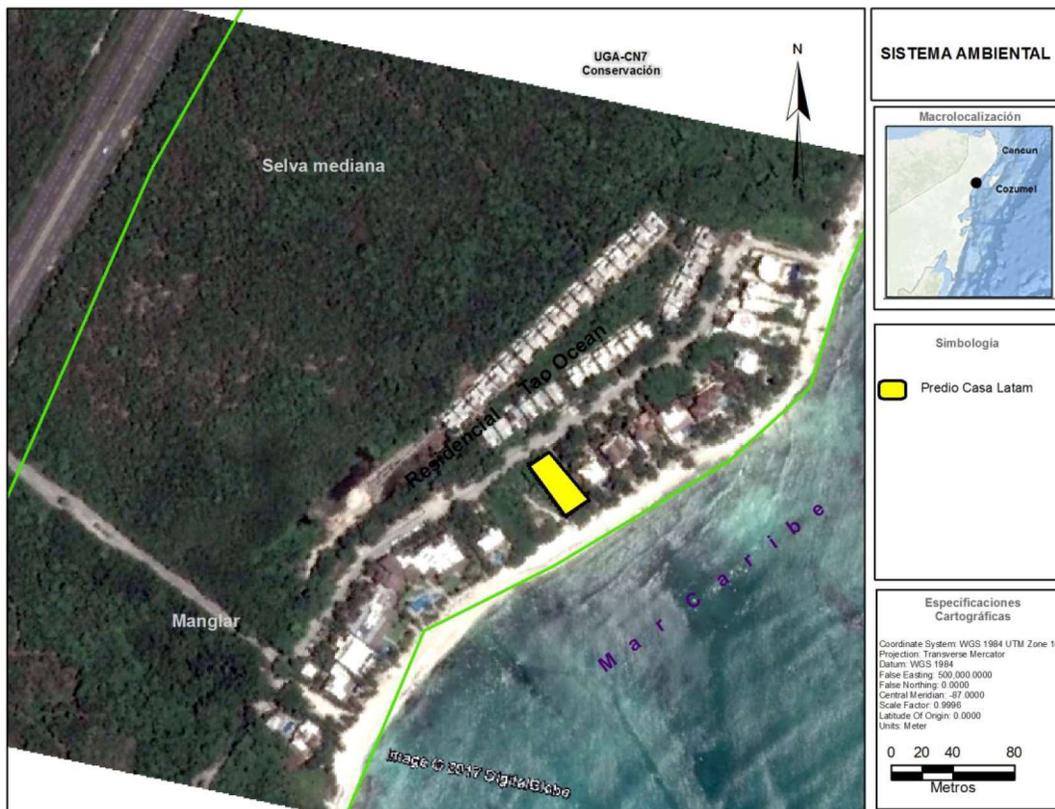


Figura 30.- Microrregión (MR), Zona de (ZR) y Zona del Proyecto (ZP).

Dicho lo anterior se considera que la zona ambiental quedan prácticamente reducidas a un pequeña zona y, de manera específica, al sitio donde se pretende desarrollar el proyecto de construcción del proyecto, dejando a la zona de estudio fuera de la influencia de la Zona Costera (ZC) y la Zona de Protección Natural (Xel-Ha).

#### 4.3.- Área de influencia del proyecto.

Se considera que el área de influencia del proyecto se puede determinar principalmente por la situación ambiental (resultado de la relación entre el grado de deterioro vs. conservación) en que se encuentra el sistema donde se insertará el proyecto, así como las principales fuentes de cambio que puede tener el proyecto mismo sobre las componentes ambientales.

De acuerdo con la descripción de las obras y actividades que comprenderá el desarrollo del proyecto, las principales fuentes de cambio ambiental pueden ser:

- Remoción de vegetación.
- Excavaciones y nivelaciones.
- Generación de residuos sólidos y residuos sanitarios.
- Emisiones a la atmósfera.

Considerando las principales fuentes de cambio, a continuación se presenta la tabla 16 en la que se indica los componentes y las formas en que se prevé que podrían resultar

modificados. Asimismo, y con base en el análisis para reconocer las características del sistema ambiental en el que se insertará el proyecto, fueron reconocidos los principales componentes ambientales que constituyen o representan un valor de conservación importante y que podrían ser vulnerables en caso de no establecerse medidas específicas de prevención y mitigación de impactos ambientales.

Tabla 16.- Componentes que pueden o no ser afectados por el proyecto.

COMPONENTES AMBIENTALES/ESTADO ACTUAL	¿MODIFICACIÓN ?		ÁREA DE INFLUENCIA
	SÍ	NO	
<b>Cobertura Vegetal</b>			
Como se ha venido mencionando, el predio se encontrándose en breña, con la presencia de matorral costero y palmas, cabe mencionar que el proyecto contempla la incorporación al 100% de la vegetación de la duna.	✓		El predio se ha visto modificado y fragmentado desde el punto de vista biótico, por la construcción del Fraccionamiento Akumal Caribe y la Carretera Federal No. 307, por lo que se considera que el área de influencia de este impacto se limita al Lote 11.
<b>Agua Superficial</b>			
Dentro del proyecto NO se encuentra ningún tipo de corriente de agua superficial perenne y/o intermitente.		✓	El predio se ha visto modificado y fragmentado desde el punto de vista hidrológico, por la construcción del Fraccionamiento Akumal Caribe, la calle de acceso al Fraccionamiento, el desarrollo turístico Casas Akumal y la Carretera Federal No. 307, por lo que se considera que el área de influencia de este impacto se limita al Lote 11.
<b>Topografía</b>			
La zona de estudio presenta una topografía de plana.	✓		Los trabajos de excavación y nivelación necesarios se reducirán solamente al área específica del proyecto. Cumpliendo con las especificaciones del PDDU y POET aplicables, por lo que se considera que el área de influencia se limita al área de desmonte del proyecto.
<b>Acuífero</b>			

Dentro del proyecto NO se encuentra ningún tipo de corriente de agua superficial perenne y/o intermitente.		✓	El predio se ha visto modificado y fragmentado desde el punto de vista hidrológico, por la construcción del Fraccionamiento Akumal Caribe y la Carretera Federal No. 307, por lo que se considera que el área de influencia de este impacto se limita al Lote 11.
<b>Paisaje</b>			
La zona presenta un paisaje netamente turístico, las cuales se han integrado al entorno natural, por lo que no prevé ninguna afectación en este sentido.		✓	El establecimiento del proyecto consolidará el tipo de paisaje urbano turístico de la zona establecida por el Plan de Desarrollo Urbano.
<b>Fauna</b>			
Tomando en consideración el estudio de fauna realizado, para la zona donde se ubica el predio se reporta la presencia de iguanas.		✓	En zona se encuentran gran diversidad de animales; sin embargo, cabe mencionar que los trabajos de desmonte se reducirán solamente al área específica del proyecto, así mismo NO se considera que una vez terminadas las actividades de construcción del proyecto los animales regresarán a las áreas verdes del proyecto.
<b>Zona de conservación</b>			
El área donde se encuentra el proyecto NO se localiza ningún Área Natural Protegida de carácter federal, estatal o municipal.		✓	El área específica donde se encuentra el proyecto corresponde a una zona fuertemente fragmentada la cual ha perdido la influencia natural de su entorno debido a la acción humana, modificando de manera directa las relaciones bióticas y abióticas.

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 micro-cuenca hacia un sistema netamente turístico.

Por lo que el proyecto prácticamente NO modificará el contexto ambiental del área de influencia del sistema ambiental analizado, tal y como se puede observar en la tabla anterior, en donde NO interactúa con ninguno de los componentes ambientales seleccionados, siendo los impactos ambientales generados de carácter puntual y localizado.

4.4.- Caracterización y análisis del sistema ambiental.

#### 4.5.- Aspectos abióticos

##### *4.5.1.- Clima*

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Climática de Köppen modificado por García (1981), y el Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo, publicado por el INEGI (2002), se tiene que en la zona norte del Estado de acuerdo al comportamiento de la precipitación y la temperatura en términos de sus características a través del tiempo además de otros elementos como evaporación, humedad relativa entre otros predominan los siguientes subtipos de clima:

El extremo norte desde Puerto Morelos a Chiquilá, pasando por Cancún y la zona continental, que incluyendo al Municipio de Isla Mujeres se manifiesta el subtipo climático Aw0 (x'), cálido subhúmedo, el más seco de los cálidos subhúmedos con régimen de lluvias de verano, de 1000 milímetros, tiene una temperatura media anual de 26°C, con una variación de la media mensual entre el mes más frío y el mes más caliente menor a 5°C, por lo que es isotermal, ver Figura 31.

El subtipo Aw1 (x') de humedad intermedia entre los cálidos subhúmedos, ocupa la mayor extensión del Estado, básicamente al oeste y se prolonga a los Estados de Campeche y Yucatán, sin embargo también se presenta en una franja transversal desde Puerto Morelos hacia Playa del Carmen, y Kantunilkín colindante con el Aw0 y el Aw2, manifiesta una temperatura media anual de 26°C, con diferencias de la temperatura media mensual entre el mes más caliente y el mes más frío de 5 y 7°C, que lo ubica entre isotermal o con poca variabilidad, por otro lado la precipitación promedio anual es de 1,100 a 1,200 milímetros.

La franja costera occidental desde Playa del Carmen, hasta Tulum, donde se ubica el predio de interés, básicamente se encuentra en el límite de la cuenca 32A y se prolonga hasta X'calak, rige el más húmedo de los cálidos subhúmedos, el subtipo Aw2 (x'), con temperatura media anual de 26°C, isotermal, con una precipitación anual de 1,200 a 1,300 milímetros (Figura.3). De acuerdo con los reportes de la Comisión Nacional del Agua (información de 1990 al 2000), y el Estudios Hidrológico del Estado de Quintana Roo, (INEGI, 2002) la porción norte del estado tomando como referencia la estación meteorológica de Playa del Carmen y donde se ubica el proyecto, le confiere las siguientes características:



Figura 31.- Tipos de climas de la Península de Yucatán.

En el Municipio, los vientos alisios predominan durante todo el año, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año. De acuerdo con los registros de Comisión Nacional del Agua. En los primeros meses del año (enero-mayo) los vientos tienen una dirección Este-Sureste (Figura 32).

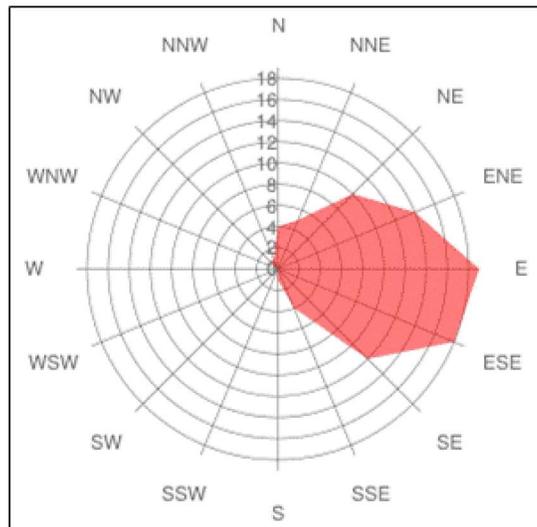


Figura 32. Rosa de vientos representativa del proyecto.

Para los meses de junio a septiembre, los vientos circulan en dirección Este, incrementando su velocidad promedio hasta los 3.5 metros/segundo. Finalmente, en noviembre y diciembre, la dirección del viento cambia hacia el Norte y presenta velocidades de 2 metros/segundo, lo que coincide con el inicio de la temporada de “nortes” en esta zona del mar Caribe.

#### *Eventos climáticos externos (ciclones y huracanes).*

Quintana Roo se encuentra ubicado dentro de la denominada zona Intertropical de convergencia, que es una franja larga y estrecha del océano situada en las proximidades del Ecuador. En esta zona, desde mayo hasta noviembre, los rayos solares tienen una incidencia en forma perpendicular provocando elevaciones significativas de temperatura y, consecuentemente, provocan el calentamiento de las aguas marinas. En esta época, también se manifiestan los vientos alisios que, aunados a las condiciones anteriores, propician la formación de fenómenos ciclónicos.

En la región del Atlántico y El Caribe se forman alrededor de 10 ciclones al año, de los cuales al menos 2 llegan a amenazar las costas de Quintana Roo. De esta manera, en los últimos 50 años, se han originado 494 huracanes, de los que 21 han tocado tierra o han pasado dentro de un radio de 100 kilómetros de las costas de Quintana Roo. Actualmente se tienen registradas dos zonas de origen, donde se forman estos eventos meteorológicos con impacto en las costas del Estado.

El primer punto se ubica en el mar Caribe, frente a las costas de Venezuela y Trinidad y Tobago. El segundo punto se localiza frente de las Antillas Menores en el Caribe Oriental hasta el océano Atlántico Tropical, específicamente en el área de Cabo Verde, frente a las costas del continente Africano.

De acuerdo con la velocidad del viento que logran alcanzar, los ciclones pueden evolucionar por tres niveles: depresión tropical, tormenta tropical y huracán. Es en el nivel de huracán cuando el evento se considera de riesgo para población. La intensidad de los huracanes se mide de acuerdo a la escala Saffir-Simpson, que registra 5 niveles de intensidad.

En los últimos años las costas de Quintana Roo han sufrido las consecuencias desastrosas de estos fenómenos meteorológicos. Los huracanes que más daño han causado en la región son: Allen en 1980, Gilberto (Categoría 5) en 1988, Opal y Roxanne en 1995, Keith en 2000, Isidoro en 2002 y Emily y Wilma en 2005. En la Tabla 17 se presentan los huracanes más recientes (2000 al 2010) que han afectado directa o indirectamente las costas de Quintana Roo.

Tabla 17. Huracanes que han afectado las costas del estado de Quintana Roo en los últimos años.

AÑO	NOMBRE	CATEGORÍA	PERIODO	V.MAXIMA (KM/H)
2010	Karl	TT	15 de septiembre	100
2007	Dean	H5	21 de agosto	270
	Emily	H4	10-21 julio	250
2005	Stan	TT	01-05 septiembre	75
	Wilma	H4	15-25 octubre	275
2004	Ivan	H5	02-24 septiembre	270
2003	Claudette	H1	8-16 julio	140
2002	Isidore	H3	18-25 septiembre	205
2001	Chantal	TT	15-22 agosto	115
2000	Gordon	DT	14-18 septiembre	55

Otros meteoros que afectan al estado son las tormentas tropicales, los nortes y las suradas. Las tormentas tropicales se presentan en verano y otoño y se consideran como predecesoras de los huracanes, y se caracterizan por presentar vientos inferiores a los 120 km/hora.

Los nortes, que hacen su aparición de noviembre a marzo, son masas de aire polar con velocidades altas que hacen descender la temperatura y ocasionan precipitaciones; generalmente van acompañadas por rachas de vientos que alcanzan los 100 km/hora. Las suradas o surestes, son fenómenos meteorológicos de poca frecuencia y duración en los que el viento dominante proviene del sureste y se desplaza al noroeste con velocidades que llegan a alcanzar los 60 km/hora.

### *Geología y geomorfología.*

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 coquiníferas de ambiente de litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar; suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobre yacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas. También se menciona que en la orilla colindante con el mar afloran depósitos rocosos del cuaternario, estos depósitos se encuentran distribuidos en toda la zona del litoral y unos 30 metros aproximadamente de ancho a partir de la línea de costa. (Figura 32)

Los depósitos sedimentarios que afloran en la superficie están representados por una unidad de calcarenitas biogénicas semiconsolidadas con estratos laminares.

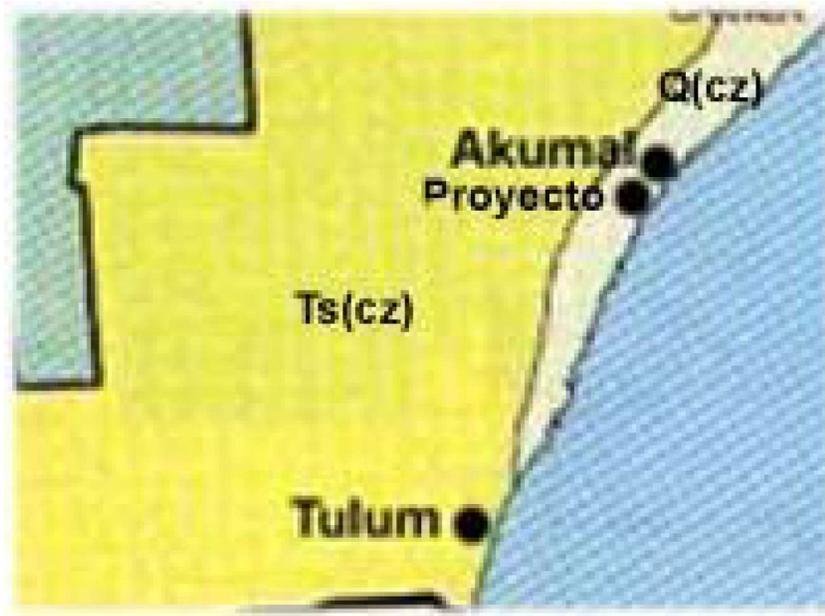


Figura 32.-Geología y Geomorfología

#### 4.5.2 Fisiografía.

La Península de Yucatán se formó por sedimentación calcárea encontrándose en un principio cubierta por un mar de poca profundidad, que fue emergiendo poco a poco unos centímetros cada siglo adquiriendo una forma de relieve plana con escasa elevación y una ligera inclinación de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos llegando a conformar parte de la provincia fisiográfica llamada “Península de Yucatán”.

De acuerdo al Estudio Hidrológico (INEGI, 2002), el Estado de Quintana Roo queda ubicado en esta provincia, misma que a su vez se divide en tres subprovincias:

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

La subprovincia Carso Yucateco, donde se ubica la propiedad cubre una mayor extensión de superficie del Estado llegando hasta la costa norte de la entidad, en donde se ubica el predio de interés, desde el punto de vista fisiográfico se trata de una planicie calcárea modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestada por la presencia de rasgos de disolución. Durante el cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas así como la acumulación de abundantes depósitos de litoral, litificación de depósitos eólicos y por la formación de playas y dunas arenosas (Figura 33).

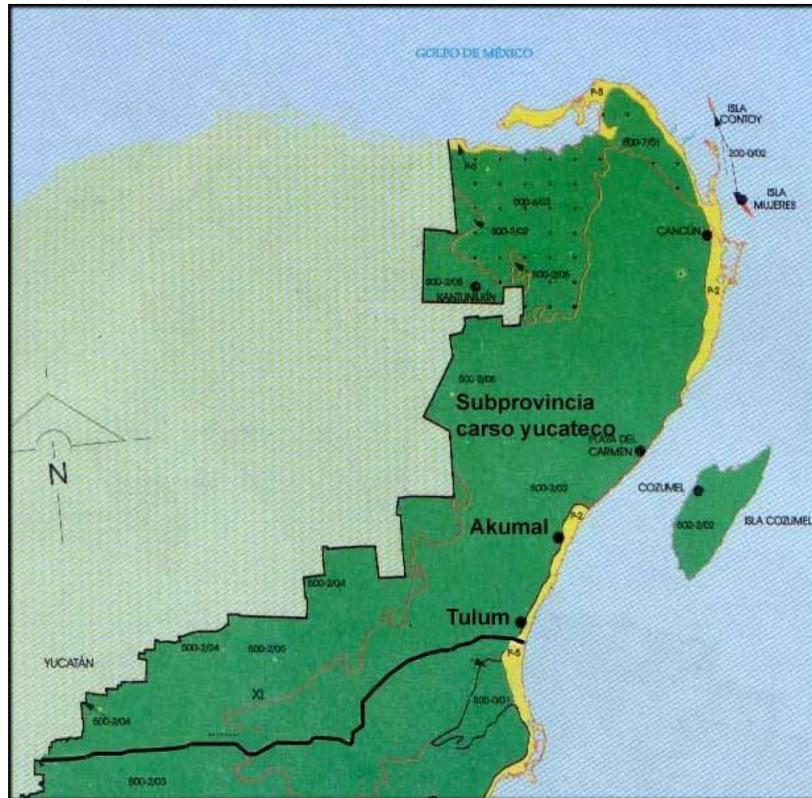


Figura 33. Ubicación de la propiedad dentro de la subprovincia "Carso Yucateco".

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

*Tipos de suelo.*

De acuerdo con la cartografía del INEGI, Estudios hidrológicos de Quintana Roo, 2002, en la costa norte del Estado, se reportan las siguientes asociaciones de suelo el cual se describe una síntesis de forma general de los más importantes. El primer grupo (Zo+Rc/1) Zolochak órtico más Regosol calcárico con textura gruesa. Este grupo de suelo se distribuye sobre la barra arenosa paralela a la costa tiene un ancho de aproximadamente de 20 a 50 metros, y en algunos lugares hasta 100 metros, en él, se distribuye por lo general la duna costera y en las partes de las zonas inundables se distribuye el humedal.

Segundo grupo (E +I/2) Rendzina más Litosol con textura media. Este grupo de suelo se distribuye con mayor presencia en la zona norte, en el que se puede observar desde selva baja, selva mediana y vegetación secundaria, además del establecimiento de cultivos.

Tercer grupo (I+Rc+E/2) Litosol más Regosol calcárico más Rendzina con textura media. Este grupo de suelo se distribuye en una pequeña franja paralela a la costa norte y hasta la laguna de Nichupté (Figura 34).



Figura 34. Tipos de Suelo del Estado.

### *Hidrología superficial y subterránea.*

El Estado de Quintana Roo, se encuentra ubicado en la parte oriental de la Península de Yucatán, sus límites geostatísticos están entre los paralelos 17°54' y 21°36' de latitud norte y 86°45', 89°10' de longitud oeste, limita al norte con el estado de Yucatán y el Golfo de México, al sur con Belice y la Bahía de Chetumal, al este con el Mar Caribe y al oeste con los estados de Campeche y Yucatán. El estado, se encuentra dividido por dos Regiones Hidrológicas (RH), la RH32, y la RH33. (Figura 35)

La RH32, corresponde a la Yucatán Norte (Yucatán), que abarca la parte norte del Estado, además de una porción de los estados de Yucatán y Campeche, en superficie cubre el 31.77% del total del mismo.

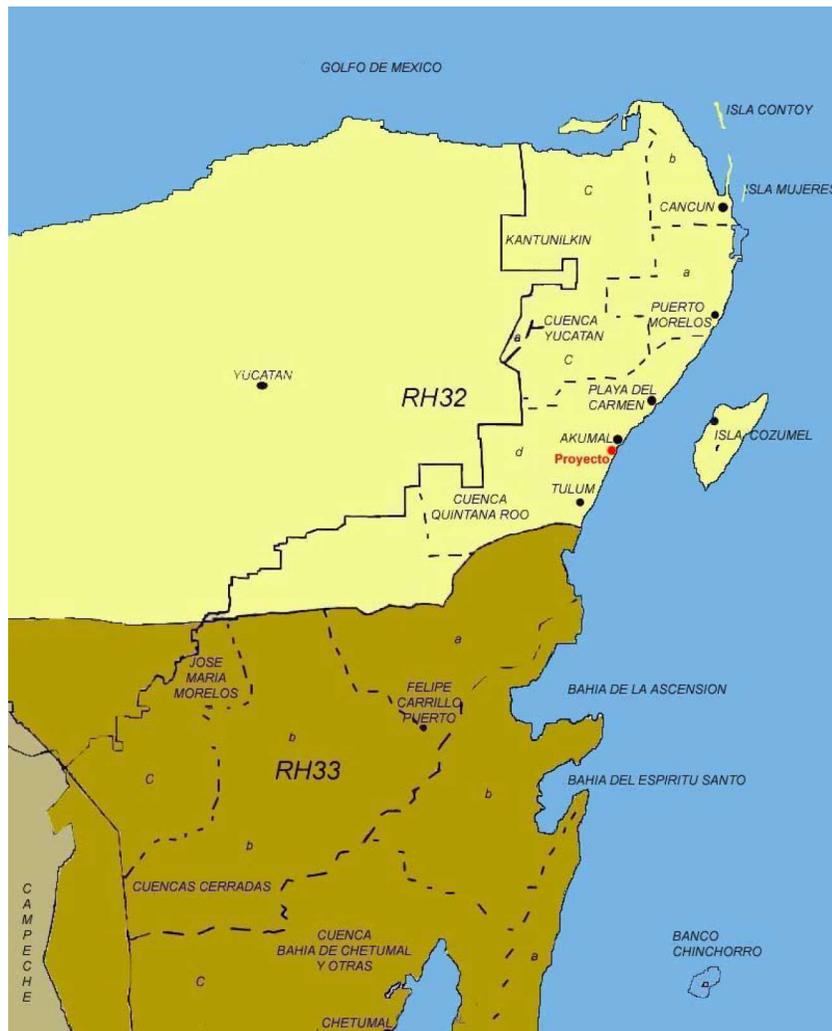


Figura 35.-Regiones hidrológicas.

Sus límites son: al norte con el Golfo de México, al sur con la RH33, al este con el Mar Caribe y al oeste con el estado de Yucatán. Esta región presenta dos cuencas denominadas 32A (Quintana Roo) y 32B (Yucatán).

La RH33 (Yucatán este) Quintana Roo, comprende la parte centro-sur del estado, además de Yucatán y Campeche, esta Región Hidrológica continua hacia los países de Belice y Guatemala y en superficie cubre el 68.23% del total del mismo, limita al norte con la RH32, al sur con Belice y Guatemala, al este con el Mar Caribe y la Bahía de

Chetumal, y al oeste con Campeche y la RH31. Esta Región Hidrológica está formada por dos cuencas la 33A Bahía de Chetumal y Otras y la 33B Cuencas Cerradas.

Para este estudio en particular se describe a continuación los elementos físicos y biológicos de la cuenca 32A (Quintana Roo) y en específico la zona que comprende la porción de Chemuyil y Akumal (subcuenca “d”) donde se ubica el predio y su área de influencia.

El predio NO presenta corrientes superficiales, como ríos o arroyos. El nivel freático del acuífero se encuentra entre 2 y 4 metros por debajo del nivel del terreno, ver Figura 36.



Figura 36. Vista general del predio en la cual se puede apreciar que no presenta corrientes superficiales.

#### 4.5.3 Corrientes marinas.

Las corrientes en el frente del sistema ambiental son casi totalmente unidireccionales con dirección Sur-Norte, estas corrientes tienen dos variantes en su intensidad aunque prácticamente inapreciables, en invierno son de 1.6 nudos y en verano de 1.5 nudos en su velocidad media longitudinal.

#### 4.5.4 Oceanografía.

La geodinámica se rige por dos factores principales: por un lado, el lento pero progresivo levantamiento de la plataforma continental y por el otro, el desarrollo de la barrera arrecifal que se levanta en la zona de la ante costa. Esta franja de arrecifes es la segunda más grande del mundo, ya que se extiende desde el norte de Guatemala, continúa por Belice y termina hacia el noreste de la Península de Yucatán. En México su longitud es mayor de 370 km. Las acciones geológico-biológicas que se suscitan en

el área determinan las características particulares de todo el perfil costero, de manera que encontramos dos tipos de litoral:

- El de agradación, con formación de playas y dunas costeras, situado en el margen posterior de la laguna arrecifal; y
- El de ablación-marina, situado en los sitios donde el frente arrecifal se entalla directamente al litoral, permitiendo que la rompiente se establezca muy cerca del borde del litoral.

La línea de costa es muy dinámica en cuanto a la transportación de las arenas de playas que se mueven de forma cíclica anualizada y a su vez de forma cíclica trienal y/o quinquenal en un segundo plano, por lo que durante diferentes épocas varía de forma sustantiva el paisaje en las diferentes zonas. Esta dinámica se ha agudizado debido al desarrollo urbano sobre las dunas y a los espigones construidos en el mar.

#### *4.5.5 Mareas.*

El régimen de mareas en la zona corresponde al tipo mixto semi-diurno de baja amplitud, esto quiere decir, que diariamente se presentan dos pleamares y dos bajamares, ambas con valor alrededor de 10 centímetros, por lo que en el área se puede presentar un rango de oscilación diurna promedio de aproximadamente 20 cm.

#### *4.5.6 Temperatura del agua.*

El agua superficial del Caribe se caracteriza por tener temperaturas y salinidades altas. La temperatura en la superficie del agua excede los 28°C durante el verano y es 1 o 2°C más fría durante el invierno (Hazelworth y Starr 1975).

#### *4.5.7 Transporte litoral.*

El transporte de sedimentos a lo largo de la costa es originado por el rompimiento de las olas y depende del ángulo de aproximación, de la duración y la energía del oleaje, lo cual está directamente influenciado por la acción del viento. En el Caribe Mexicano los vientos predominantes en verano son del sureste y en invierno son del norte. La energía con la que las olas se aproximan a la costa depende de la presencia o ausencia de estructuras arrecifales frente a ella, ya que estas estructuras amortiguan la energía del oleaje.

### 4.6.- Aspectos bióticos.

#### *4.6.1 vegetación.*

##### *4.6.1.1 Metodología para la caracterización vegetal del área de estudio*

Para obtener la información necesaria sobre las formaciones vegetales que se desarrollan en el predio del proyecto, identificar su composición florística, así como registrar las características ecológicas y ambientales de la misma, fue necesario realizar trabajos de campo y de gabinete. A continuación se describen las actividades de campo indicando a lo largo de la descripción, los recursos metodológicos utilizados.

Muestreo por intercepción linear (Brower y Zar, 1977)

De acuerdo con Brower y Zar (1977), en ciertos tipos de vegetación como la que se desarrolla en el área de estudio, el uso de métodos de muestreo como el de

cuadrantes anidados (comúnmente aplicado en comunidades arboladas), resultan ser imprácticos y probablemente impliquen una pérdida de tiempo en el esfuerzo de muestreo para la toma de datos. En dicho caso se considera útil el empleo de transectos, ya que resultan ventajosos y eficientes, particularmente en el estudio de etapas continuas de sección ecológica o de comunidades vegetales en zonas de transición (caso particular que se suscita en el predio), debido principalmente a la distribución homogénea de los individuos que serán muestreados.

Con base en lo anterior se realizó el levantamiento de datos en campo empleando el método de intercepción lineal propuesto por Brower y Zar (1977), dadas las características de la vegetación que se desarrolla en el predio, por el predominio de especies herbáceas y arbustivas de duna costera, con la escasa presencia de un estrato arbóreo definido por algunos individuos de palma chit.

Dicho método representa una modalidad en el sistema de muestreo por transectos y consiste en extender una línea de medición (transecto) entre dos puntos y dependiendo de las condiciones de la vegetación y la superficie a muestrear, el transecto se puede extender a una distancia de 10, 25, 50 o 100 m; marcando en la línea intervalos de 1, 5, o 10 m, considerando cada intervalo como una unidad separada del transecto. Según la metodología propuesta, únicamente serán registrados aquellos individuos que sean interceptados por la línea trazada o transecto (Figura 36).



Figura 36. Metodología de monitoreo transectos en campo tomando como referencia el la altura de una persona con respecto al estrato arboreo.

Para efectos del presente estudio se realizaron dos transectos con una longitud de 5 m cada uno con intervalos de 1 m. En cada intervalo del transecto se llevó a cabo la toma de los datos dasométricos correspondientes a los individuos interceptados, como son: altura y cobertura, esta última estimada mediante la longitud de intercepción que consiste en la porción de la línea trazada que es interceptada por una planta o grupo de plantas (Figura 37).

El número de transectos se determinó con base en la homogeneidad de la vegetación presente en el predio y en la superficie del mismo.



Figura 37. Registro de datos en campo. En las imágenes, de izquierda a derecha, se muestra el trabajo de ubicación y colocación del transecto para intercepción de los individuos a nivel del estrato herbáceo.

El trabajo de campo se complementó con el registro de las características ecológicas y ambientales de la vegetación, algunos rasgos particulares del área y la consecuente identificación de las especies vegetales existentes; para aquellas que no se pudieron identificar en campo, se tomaron breves descripciones fisonómicas de las mismas, respaldando sus características con la colecta de muestras de los ejemplares, complementado con un registro fotográfico para su posterior identificación.

Como inicio de las actividades de Gabinete, se procedió a la identificación de las especies que no se pudo realizar en campo y posteriormente se elaboró un listado completo de las mismas para determinar la composición de especies en el área de estudio.

También se verificaron los listados de la Norma Oficial Mexicana NOM-059 SEMARNAT- 2001, para descartar, o en su caso, identificar aquellas especies incluidas en alguna categoría de riesgo.

Descripción del método de análisis de datos de campo

Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Se empleó para determinar la diversidad de especies de la comunidad vegetal que se desarrolla en el área de estudio y es una medida de la incertidumbre de predecir correctamente de que especie será el siguiente individuo que se contabilice. Los datos son procesados aplicando la siguiente fórmula:

$$H = \sum_{i=1}^S (p_i)(\log_2 p_i)$$

Donde:

H = índice de diversidad de Shannon-Wiener

S = número de especies

$p_i$  = proporción del total de la muestra que corresponde a la especie  $i$ .

La incertidumbre aumenta conforme lo hace el valor de H, por consiguiente, valores altos de H implican mayor diversidad de especies. A manera de ejemplo, en una escala de valores de 0 a 1, aquellos cercanos a 1 implican que la incertidumbre es mayor y por lo tanto existe mayor diversidad; por el contrario si los valores son cercanos a 0 significa que la incertidumbre es menor, lo cual implica menor diversidad.

La función de Shannon-Wiener combina dos componentes de la diversidad que son el número de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de los individuos de cada especie (Lloyd y Ghelardi, 1964; citado por Krebs, 1985). La igualdad se define como la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H}{H_{\max}}$$

Donde:

E = equidad o equitatividad (gama de 0 a 1)

H = diversidad de especies observada

$H_{\max}$  = diversidad de especies máxima =  $\log^2 S$

Parámetros ecológicos

Los valores relativos de densidad, frecuencia y cobertura se obtuvieron para poder determinar el valor de importancia de cada una de las especies que componen la vegetación en el área de estudio. Las fórmulas utilizadas para la obtención de los parámetros son las siguientes:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Número de individuos de la especie "X"}}{\text{Total de individuos de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la especie "X"}}{\text{Suma de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Cobertura relativa} = \frac{\text{Índice de cobertura lineal de la especie "X"}}{\text{Suma de todos los valores del ICI}} \times 100$$

$$\text{Índice de cobertura lineal (ICI)} = \frac{\text{Suma de las longitudes de intercepción para la especie "X"}}{\text{Longitud total de los transectos}} \times 100$$

Mediante la suma de los tres valores relativos se obtuvo el valor de importancia ecológica de cada especie. La escala de valores de importancia va de 0 a 300 debido a que cada parámetro corresponde a un porcentaje que va de 0 a 100.

La vegetación del Estado de Quintana Roo, y en específico la zona norte del estado, presenta un mosaico de comunidades vegetales que responden a un conjunto de condiciones edáficas, geomorfológicas, microclimáticas y antropogénicas. A lo largo de la subcuenca se pueden observar ecosistemas costeros como humedales y en la medida que cambia la elevación se puede observar la selva. De este a oeste, el patrón general de distribución de los ecosistemas en la cuenca, es el siguiente:

**Duna.** Esta vegetación en general se encuentra en las zonas de playa en la costa, donde se ve interrumpida por la selva baja que a la vez se mezcla con el manglar, se encuentra distribuido en franjas de entre 30 y 100 metros de ancho, dentro de esta vegetación se puede observar dos tipos de asociaciones las cuales se distinguen de acuerdo a la dominancia de especies herbáceas, arbustivas y/o arbóreas.

**Humedales.** Los humedales, por lo general presentan dominancia de especies como el mangle con sus diferentes especies y alturas que asociado con otras especies como el tule, el zacate cortadera (vegetación graminoide) se desarrollan a manera de mosaicos en el que en ocasiones es difícil diferenciar una comunidad de otra, dada la gran mezcla de elementos que lo constituyen. Sin embargo puede observarse una transición desde las áreas de tierra firme sobre todo por el verde intenso del mangle todo del año.

**Lagunas costeras.** Aunque los cuerpos de agua permanentes son pocos, sobre todo las lagunas que se encuentran en las inmediaciones de la costa.

**Selva.** La selva en general cubre todo el estado de Quintana Roo, presenta cierto grado de disturbio por los ya numerosos asentamientos humanos, y las actividades agropecuarias como la milpa y la ganadería que han cambiado su composición natural. En particular, esta vegetación se caracteriza por ser una comunidad no muy densa, con especies arbóreas y bejucos, con alturas que van desde los 4 a 8 metros para la selva baja y de 8 a 12 m, en la selva mediana (Figura 38).

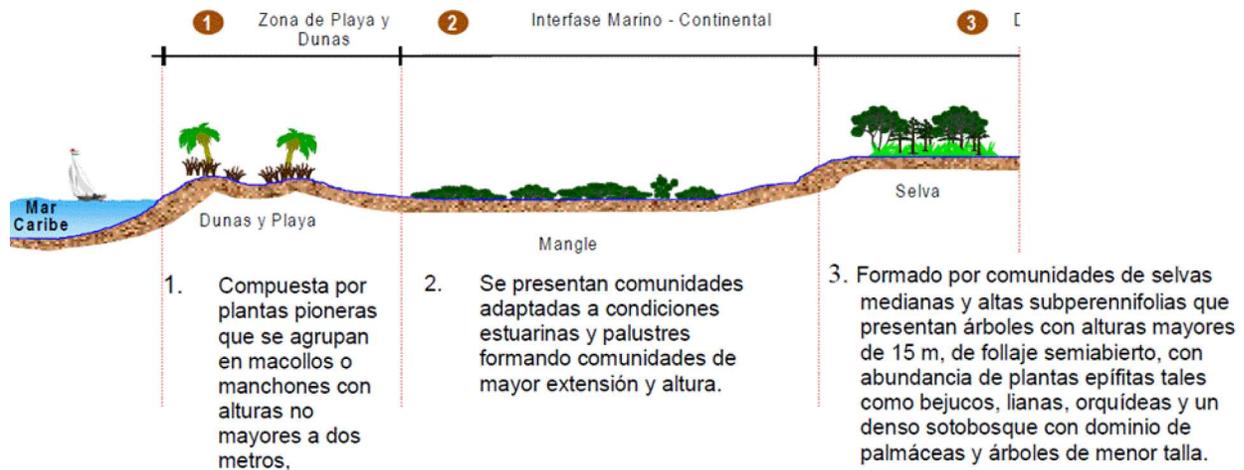


Figura 38. Distribución de los ecosistemas.

Vegetación de duna (vegetación halófila). La vegetación de dunas o halófila se establece a partir de la línea de marea en donde se acumula la arena y el suelo es muy inestable, expuestas a la acción del viento elevada salinidad e insolación, en esta zona se establecen plantas pioneras como *Sesuvium portulacastrum*, *Ambrosia hispida*, *Salicornia bigelowii* e *Hymenocallis littoralis*, hasta el límite estable de las dunas en donde existe una vegetación arbustiva formando un matorral más complejo formado por *Cocoloba uvifera*, *Ipomoea pes-caprae*, *Canavalia rosea*, *Sophora tomentosa* y *Ernodea littoralis*, entre otras.

Presenta un estrato arbóreo integrado por individuos con una altura promedio de 5 m, en un rango que va desde 4 m hasta la altura máxima registrada de 6 m. Los individuos presentes en este manchón vegetal se caracterizan por desarrollar una copa poco densa y escasamente ramificada, distribuidos de manera agrupada de pequeños manchones, como es el caso de la palma chit (*T. radiata*), los cuales también se les observó ocupando el estrato arbustivo (Figura 39).



Figura 39. Palma Chit (*T. radiata*). En la imagen se observan ejemplares de palma Chit que integran la comunidad vegetal en el estrato arbóreo y arbustivo.

Por otra parte, es importante señalar que las condiciones actuales de la vegetación se debe principalmente por su ubicación en una zona de corredor natural de la Riviera maya, sin embargo, no está exenta de la influencia antropogénica por ser un área de influencia del Centro Poblacional de Akumal. Como resultado de esta condición, la vegetación original se ve afectada principalmente por la acumulación de desechos de la actividad antropogénica (Figura 40).



Figura 40. Afectaciones a la vegetación. En la imagen se observa la disposición inadecuada de residuos solidos en una zona del predio.



Figura 41. Aspecto general de los elementos de duna costera en el predio. En la imagen se observa las características generales de las especies presentes en el estrato herbáceo de vegetación al interior del predio, las cuales comúnmente forman parte de comunidades de duna costera.

La especie predominante del estrato herbáceo y arbustivo, corresponde a *A. hispida*, la cual se encuentra ampliamente distribuida a nivel del estrato herbáceo, siguiendo en representatividad la especie *L. involucrata* y *P. keyense*. Las especies menos conspicuas fueron *A. ramosissima* e *H. littoralis*, representadas por 2 y 1 individuo respectivamente. De forma general, estas especies cubren prácticamente toda la superficie del estrato herbáceo y arbustivo, alcanzándose a observar apenas algunos claros del terreno.

#### Listado taxonómico de especies dentro del predio

Como parte del estudio de campo realizado en el predio del proyecto, se elaboró un listado de las especies que componen la vegetación. La información contenida en el mismo se presenta por especie, cada una ordenada alfabéticamente por familia, incluyendo el nombre común, así como la forma de vida que presentan (Tabla 18).

Tabla 18. Listado taxonómico de vegetación. Se indican las especies registradas en el área de estudio, de acuerdo a la familia taxonómica, incluyendo nombre común y forma de vida.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de vida
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa	h
Amaranthaceae	<i>Althermanthera ramosissima</i>	Sakmuul	h
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Oreganillo	h
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chiit	p
Compositae	<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de mar	h
Leguminoseae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tsiw'che	a

\*Forma de vida: (a) árbol, (h) herbácea, (p) palma.

#### 4.6.1.2 Importancia de la flora

La vegetación que se desarrolla en el predio con valor de importancia ecológica alto corresponde a la especie *A. hispida* con base a su predominio entre las especies herbáceas y arbustivas que conforman dicho estrato; ésta importancia ecológica está dada principalmente por el predominio que presentan las especies herbáceas y arbustivas dentro del predio dentro de un ecosistema de duna costera.

De igual manera representa un hábitat adecuado para la incidencia de pequeñas especies de fauna, lagartijas principalmente, debido a la cobertura vegetal que presenta.

#### 4.6.1.3 Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables.

De acuerdo con el listado taxonómico de especies reportado en la Tabla 18, se registró la existencia de 1 especie enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001: *Thrinax radiata* (chit) en la categoría de especie amenazada.

#### 4.6.1.4 Parámetros ecológicos

Considerando la metodología aplicada para el muestreo de la vegetación, dentro de los transectos se obtuvo el registro de tres especies con alto valor de importancia que corresponden a *A. hispida* (margarita de mar), *L. involucrata* (oreganillo) y *P. Keyense* (tsiiw' che), siendo la primera la que obtuvo el valor de importancia más alto y dos especies con valores de importancia bajos, que corresponden a *A. ramosissima* (Chak mol ak) e *H. littoralis* (lirio de playa) (Tabla 19).

Tabla 19. Parámetros ecológicos. Se presentan los resultados del análisis de los parámetros ecológicos para la vegetación del predio. Las especies se enlistan de mayor a menor valor de importancia.

Especie	Densidad relativa (Rdi)	Frecuencia relativa (Rfi)	Cobertura relativa (Rci)	Valor de importancia (IVI)
<i>Ambrosia hispida</i>	55.93	52.63	64.97	173.53
<i>Lantara involucrata</i>	23.73	15.79	14.65	54.17
<i>Pithecellobium keyense</i>	15.25	15.79	11.46	42.51
<i>Alternanthera ramosissima</i>	3.39	10.53	3.5	17.42
<i>Hymenocallis littoralis</i>	1.69	5.26	5.41	12.37
Total general	99.99	100	99.99	300

Con base en la Tabla anterior, la especie *A. hispida* presenta los valores relativos de densidad y frecuencia más altos. Esto se debe a que se trata de una especie herbácea; presenta un valor de cobertura alto puesto que cuenta con numerosas ramificaciones de 20 a 50 cm; las hojas están profundamente divididas, es una especie dominante (Flores y Espejel, 1994) que se distribuye en la vegetación de dunas costeras (CICY, 1993).

Con el segundo valor de importancia alto se encuentran las especies *L. Involucrata* (oreganillo) y *P. keyense* (tsiiw' che), ésta última es una de las especies arbóreas y arbustivas más abundantes en los matorrales de dunas estabilizadas (CICY, 1993). Estas especies se encuentran entre la vegetación de matorral cuya distribución obedece a un gradiente que va del mar hacia el manglar, encontrándose individuos más altos cercanos al mangle, de tal forma que su abundancia y altura es reducida dentro de la vegetación de duna costera.

Por otra parte, los valores de importancia más bajos corresponden a *A. Ramosissima* (Chak mol ak) e *H. littoralis* (lirio de playa), debido a los valores relativos de densidad, frecuencia y cobertura no son representativos, situación que se da por tratarse de especies que no presentan dominancia en la vegetación del sitio.

El hecho de haber obtenido el registro de sólo cinco especies en los transectos, deja de manifiesto el predominio de *A. hispida* (margarita de mar) en la vegetación que se desarrolla en el predio, lo cual se ve reflejado en el siguiente gráfico (Figura 42), en donde se pueden observar valores relativos similares entre las dos especies con valor de importancia media y aquellas de valor bajo.

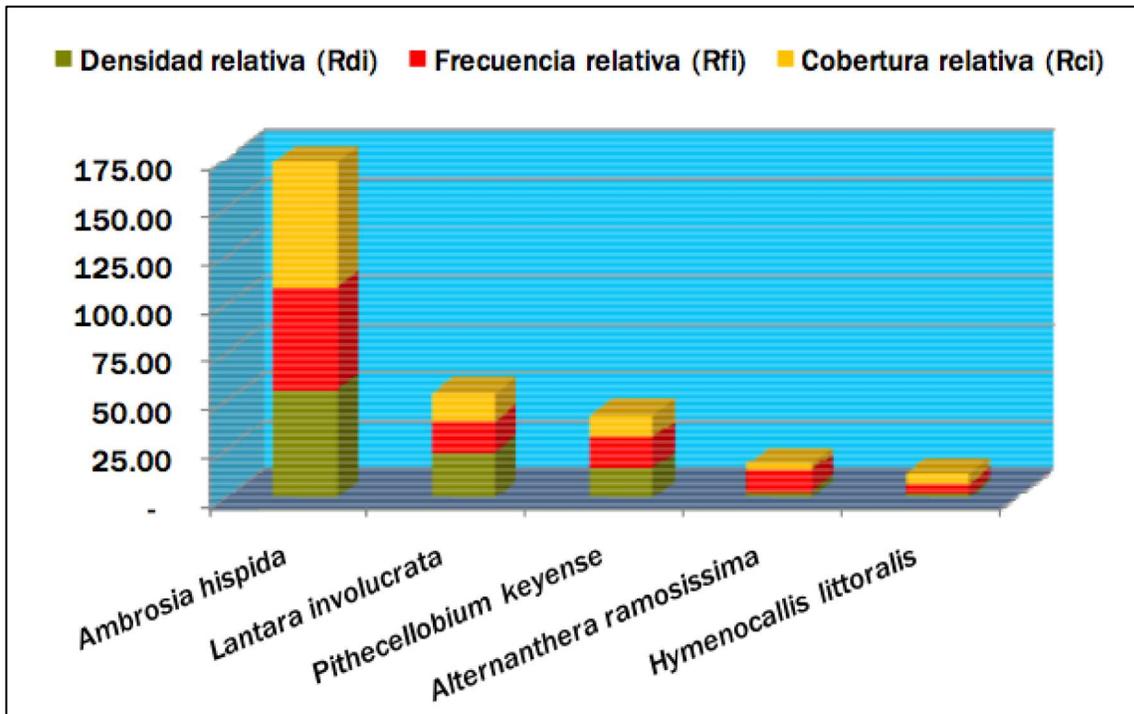


Figura 42. Valor de Importancia. En el gráfico se muestra la influencia que tiene cada uno de los parámetros ecológicos en la determinación de este valor.

#### 4.6.1.5 Diversidad y equidad de especies.

La diversidad de especies estimada para la vegetación del predio, mediante el índice de Shannon-Wiener es de  $H = 1.64$  con una  $H_{max}$  de 2.32. Comparando las dos variables, se tiene que el valor de diversidad de especies observada ( $H$ ) es menor al valor de diversidad de especies máxima ( $H_{max}$ ); esto nos indica que se tiene una diversidad relativamente alta de especies, considerando que los valores de ambas variables son diferentes; a esto se tiene que, a un mayor número de especies hace que aumente la diversidad de las mismas, sin embargo, la distribución desigual entre ellas no aumenta la diversidad de especies medidas (Krebs, 1985).

Para el caso del valor de equidad obtenido  $E = 0.70$ , y considerando la gama de valores de 0 a 1 en la escala de medición de la distribución de especies (en donde el valor máximo que puede obtenerse es de 1), se determina una distribución uniforme de especies en la vegetación, ya que el valor de equidad ( $E$ ) es cercano a 1, situación que se ve reflejada con el predominio de individuos herbáceos (*A. hispida*) distribuidos de manera homogénea en todo el predio.

Matorral costero. De acuerdo con Espejel y Rodríguez (1981) desde el punto de vista florístico el matorral costero es más complejo que la zona de pioneras (dunas costeras). El matorral es diferente entre las dunas y crestas por las hondonadas. En las hondonadas hay especies como *Bravaisia tubiflora* y *Pithecellobium* spp, *Maytenus phyllantoides* y *Bumelia retusa*.

Como se ha venido mencionando, el predio se encontrándose en breña, con la presencia de matorral costero en donde los elementos componentes principales son las palmas (*Thrinax radiata*). Cabe mencionar que esta vegetación se encuentra con cierto grado de perturbación al estar sometida a la presión principalmente por la construcción

del Fraccionamiento Akumal Caribe, así mismo los impactos ocasionados por los huracanes, ver Figura 43.



Figura 43.- *Coccoloba uvifera* (uva de mar) especie que forma parte de la duna costera.

Es importante mencionar que las palmas (*Thrinax radiata*) 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.

Asimismo, se contempla la incorporación al 100% de la vegetación de la duna, no tiene contemplado remover, dañar o utilizar ninguna de las especies vegetales de la duna, por el contrario el proyecto se pretende ayudar al desarrollo, cuidado y mantenimiento de los mismos.

#### 4.6.2 Fauna.

En cuanto a fauna silvestre se refiere, actualmente la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) reporta que para el estado de Quintana Roo existe una riqueza de 16 especies de peces, 11 de anfibios, 56 de reptiles, 340 de aves, 43 de mamíferos terrestres, 8 de mamíferos acuáticos y 39 de mamíferos voladores. En lo que se refiere a la diversidad de vertebrados endémicos a Mesoamérica y endémicos al estado el grupo de organismos más abundante son las aves, registrando aproximadamente 72 especies, ya que de acuerdo con Paynter (1955), su presencia, distribución y abundancia se ve favorecida principalmente por los diferentes tipos de hábitat que se presentan en el estado y a la gran capacidad de adaptación que poseen estos organismos.

El segundo lugar lo ocupan los reptiles, que según Peters (1953) y Bahena (1995) hasta el momento se han registrado aproximadamente 53 especies destacando la víbora de cascabel, nauyaca o cuatro narices y las iguanas. En el caso de los mamíferos, se han observado 23 especies y sus densidades de algunas de ellas son relativamente pequeñas y por la fragmentación del hábitat se encuentran aisladas por ejemplo el tapir, saraguato o mono aullador, mono araña, jaguar, entre otros (Genoways y Jones 1975).

Asimismo, encontramos a los anfibios con aproximadamente 11 especies (Duellman 1965, Lee 1980) y a los peces con 16 especies. En relación a la fauna del predio, solamente se identificó Iguanas, sin embargo, aunque no se prevén afectaciones a las mismas durante los trabajos de desmonte, se llevarán a cabo acciones para su ahuyentamiento, así como rescate y reubicación.

#### IV.4.1 Metodología de la caracterización de fauna del predio

El predio en estudio posee una superficie de 682.82 m<sup>2</sup>, dentro de un ecosistema de duna costera con elementos de matorral costero, debido a la reducida superficie del sitio no se consideró factible realizar un trabajo de campo intensivo que involucre un método de muestreo probabilístico, en virtud que, no se puede obtener un tamaño poblacional representativo de las especies o comunidades que pudiesen encontrarse en el predio y los resultados estarían claramente sesgados con errores que arrojen datos sin la representatividad requerida. En este sentido, se encuentran en este supuesto los índices univariantes de la estructura de comunidades (abundancia, diversidad, riqueza, equitatividad), los cuales dependen del área de muestreo, de la comparación con otras comunidades hipotéticas, de la aleatoriedad del muestreo y el tamaño muestral, este último muy importante puesto que genera un problema íntimamente asociado con las mediciones de diversidad y suele verse afectada por variaciones del mismo. Asimismo, el tamaño del área de muestreo determina la distribución de las poblaciones y/o comunidades, en tanto más grande sea el área de muestreo se espera sea mayor el número de especies y las asociaciones entre ellas. En todo caso, el tamaño de la muestra y método con que se seleccionen los individuos que integrarán la misma dependerá en gran medida de los objetivos de la investigación y/o los alcances del estudio, así como de las características y dimensiones del área de trabajo.

Por lo anterior, se optó por utilizar un método de observación directa mediante un recorrido al interior del predio, a través de la vegetación y entre las brechas aprovechables, para registrar los avistamientos de ejemplares de fauna observados en el sitio, así como registros de indicios como huellas, restos óseos, rascaderos, excretas, nidos, madrigueras, desplumaderos y cualquier otra evidencia de su presencia, las cuales son de fácil identificación in situ.

#### IV.4.2 Especies existentes en el sitio

Para el predio de estudio únicamente se registró la presencia de dos grupos faunísticos (Tabla 20), pertenecientes a dos Clases de vertebrados, aves y reptiles.

Tabla 20. Especies de fauna observadas en el predio.

Familia	Especie	Nombre común	Número de individuos
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo	1
No identificado	No identificado	Lagartija	2

El registro de aves estuvo conformado por un único representante de la especie *Pitangus sulphuratus* (Luis bienteveo) que yacía posado sobre una rama de la vegetación de matorral (Figura 44).



Figura 44. Avifauna observada en el predio. Individuo de *Pitangus sulphuratus* (Luis bienteveo) descansando sobre una rama de matorral del predio.

Para el grupo de los reptiles se observó un par de individuos de lagartija no identificados, pertenecientes probablemente al género *Sceloporus sp*, de acuerdo a la información existente.

Entre la fauna esperada que ha sido reportada en zonas aledañas a la ubicación del predio, se refieren en la Tabla 21 las siguientes especies:

Tabla 21. Listado taxonómico de fauna de la región. Se indican las especies esperadas en el sitio con base a la información reportada para la zona.

<b>Clase Reptiles</b>		
<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
Colubridae	<i>Masticophis sp.</i>	Culebra sabanera
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basílico
Polychridae	<i>Anolis tropidonotus</i>	Anolis jaspeado
Teiidae	<i>Cnemidophorus angusticep</i>	Huico
Cheloniidae	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga blanca
Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i>	Tortuga caguama
<b>Clase Aves</b>		
<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
Accipitridae	<i>Buteo nitidus</i>	Águila gris
Ardeidae	<i>Egretta alba+</i>	Garza blanca
Ardeidae	<i>Egretta caerulea+</i>	Garza azul
Ardeidae	<i>Egretta thula+</i>	Garcita blanca
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita
Columbidae	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma de alas blancas
Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Sargento
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle
Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero
<b>Clase Mamíferos</b>		
<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí

**+ Aves acuáticas**

Es importante mencionar de forma especial que la zona de playa adyacente al predio es visitada anualmente por tortugas marinas durante la temporada de desove y nacimiento de las crías, según la información proporcionada por los habitantes de la zona. Las especies factibles de arribar a la playa del predio son *Caretta caretta* (tortuga caguama) y *Chelonia mydas* (tortuga blanca) Figura 45.



Figura 45. Tortugas marinas. Izquierda: *Caretta caretta* (Tortuga caguama); derecha: *Chelonia mydas* (tortuga blanca), se observan durante su arribo para la ovoposición.

En esta zona se llevan a cabo acciones dirigidas a la protección y conservación de las tortugas marinas, a través de un programa implementado por medio del Centro Ecológico de Akumal y el campamento del DIF, con la participación de los habitantes de la zona para contribuir a proteger estas especies.

#### 4.6.2.1 *Abundancia, distribución, y temporadas de reproducción de las especies en riesgo o de especial relevancia que existan en el sitio del proyecto y su zona de influencia*

A excepción del arribo de tortugas marinas en la playa colindante al predio durante la temporada reproductiva (mayo-noviembre), no se registran dentro del predio especies en riesgo o de especial relevancia que sean susceptibles de afectación por el desarrollo de las obras y/o actividades proyectadas.

#### 4.6.2.2 *Especies de valor científico, comercial, estético, cultural y para autoconsumo*

No se registraron durante el trabajo de campo realizado en el predio de estudio especies de valor científico, comercial, estético, cultural y para autoconsumo.

### 4.7 Paisaje.

El proyecto se integrará al paisaje del mar Caribe, eliminando el aspecto de abandono y descuido que presenta el predio. Asimismo se considera que el proyecto no interfiere con el paisaje, no debe considerarse como un elemento exógeno y dadas sus características mostradas en planos no representa una obra descontextualizada en el sentido paisajístico, de su entorno natural.

La intervisibilidad, la calidad visual hacia la línea costera se estima adecuada dadas sus dimensiones y alcances. En términos estrictos de paisaje, el proyecto implica formas concebidas para que se integran al entorno, se han considerado propuestas orientadas

a tendencias con el entorno de espacios prioritariamente naturales (aéreas verdes con vegetación natural de la región).

La integración, coherencia ambiental, paisajística, territorial, social e institucional de este proyecto parte del diseño de la construcción planteada, la cual deriva en formas sencillas y funcionales, con materiales convencionales, de carácter local en plena congruencia con su medio ambiente.

Para describir el paisaje del área de estudio del proyecto se consideran tres componentes del mismo: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje. Cada uno de estos componentes se define y relaciona con el proyecto, para poder determinar, de manera cualitativa y descriptiva, los efectos que se anticipa manifestará cada componente por efecto del proyecto.

Visibilidad: Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Con base a ello, el predio del proyecto aporta al paisaje de la zona elementos naturales característicos de la zona costera, conformada por un grupo reducido de Chitales que sobresalen en el predio junto con algunos individuos de manglar botoncillo de 4 metros de altura promedio y la superficie restante y más extensa está dominada por la vegetación rastrera de duna costera. En virtud que la zona tiene un uso predominante de corredor natural, se aprecia un escenario caracterizado por áreas con vegetación natural conservada que resaltan la arquitectónica del Fraccionamiento residencial y de su entorno. Por otra parte, al entorno representado por la vegetación de los alrededores se suma a este paisaje el Mar Caribe, el cual se aprecia desde el predio y, en conjunto, son los elementos paisajísticos que se desean destacar.

Calidad paisajística: Para ésta se consideran tres elementos; las características intrínsecas del sitio, basadas en su morfología, vegetación, cuerpos de agua, entre otros. La calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m, en el que se aprecien otros valores como las formaciones vegetales, litología, entre otros. Finalmente, la calidad del fondo escénico; es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Los elementos indicados otorgan gran importancia a la adecuada apreciación de los componentes naturales presentes en el predio.

Tal definición nos obliga a determinar la singularidad paisajística o elementos sobresalientes naturales dignos de apreciación presentes en el predio y, dadas las condiciones de una zona con uso de corredor natural, se reconocen los elementos vegetales que armonizan con las casas habitaciones del Fraccionamiento Residencial, caracterizados principalmente por los individuos de mangle y Chitales, que otorgan un valor paisajístico alto, en conjunto con el fondo matizado por el mar Caribe.

Fragilidad: Se refiere a la capacidad del paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él. Considerando que el paisaje en donde se ubica el predio del proyecto es primordialmente natural, con uso compatible para infraestructura y turismo, se anticipa que la construcción del mismo es acorde a la fisonomía de corredor natural del sitio y su entorno.

#### *4.7.1 Valor del paisaje en el sitio del proyecto*

Sin excluir otros componentes ambientales con alto valor paisajístico existentes en la zona, los de mayor interés son la vegetación que conforma las áreas naturales comunes en el Fraccionamiento Residencial, principalmente por los ejemplares de manglar botoncillo y palma chit, y el segundo en interés paisajístico es la zona costera,

que incluye el Mar Caribe y las playas. Tales atributos han originado que la zona adyacente al predio se haya modificado previamente, con el desarrollo de casas habitación pertenecientes al Fraccionamiento Residencial, para habitantes nacionales y extranjeros, y con alta frecuencia de visitantes extranjeros durante la temporada invernal principalmente.

En la Tabla 22 se presenta una comparación del valor cualitativo de los parámetros para evaluar el paisaje en su estado natural contra su estado modificado por la construcción del proyecto. A los primeros 2 parámetros se les asignó un valor alto u óptimo, toda vez que, se considera la importancia de las especies vegetales del predio (chitales y mangle botoncillo) por estar listadas dentro de la NOM-059 SEMARNAT-2001 en un estatus de restricción, en tanto que, se considera una fragilidad baja porque esos tipos vegetales solo representan una reducida porción de la vegetación del predio, el cual permite un uso del suelo para infraestructura y turismo. A partir de la construcción del proyecto, si bien se va a modificar la condición actual del paisaje, se considera que el cambio en la visibilidad no será negativo, puesto que la construcción proyecta la incorporación de los elementos naturales de la flora enmarcadas por el mar Caribe dentro del contexto natural de la zona. La calidad del predio será afectada por la construcción per se, sin embargo, al conservar los elementos naturales del paisaje se prevé un buen estado del sitio. La fragilidad del terreno no se considera que será afectada significativamente, puesto que la vegetación existente ya fue fragmentada previamente por el camino de acceso al fraccionamiento situado en la colindancia Oeste del predio, y porque se rescatara y/o conservara in situ los ejemplares de palma chit y mangle botoncillo.

Tabla 22. Valores del paisaje del predio. En la Tabla se indica la evaluación cualitativa de los parámetros paisajísticos en su estado actual natural y su proyección con la construcción.

Parámetros	Valor actual del parámetro	Valor del parámetro con la construcción del proyecto
Visibilidad	Óptima	Aceptable
Calidad paisajística	Óptima	Aceptable
Fragilidad	Reducida	Reducida

#### 4.8 Medio socioeconómico.

##### 4.8.1 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 (Tabla 23).

Tabla 23. Habitantes por Municipio.

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	Kantunilkin	25 333
Solidaridad	Playa del Carmen	159 310
Tulum	Tulum	28 263

La población de Akumal, representó aproximadamente 1.1% de la población que reside en el territorio municipal, ahora territorio del municipio de Tulum. 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 24.

Tabla 24. Estadísticas de Población del Municipio de Tulum, Quintana Roo.

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

Fuente: INEGI Censo del 2010 <http://www.inegi.org.mx>

#### 4.8.2 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.

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%.

#### 4.8.3 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.

El acelerado crecimiento de la población en el Estado de Quintana Roo tiene su origen en el elevado índice de migración motivada por la oportunidad de trabajo que ofrecen principalmente los desarrollos turísticos y las actividades asociadas.

En el Municipio Solidaridad más de la mitad de la población (71.22 %) proviene de diversas partes del país, 1.40 % del extranjero, 1.20 % no fue especificado, y el 26.1 % nacieron en la entidad (INEGI, 2006). En la Figura 46 se muestran gráficamente los sitios de origen de la población proveniente de otras regiones del país (INEGI, 2001).

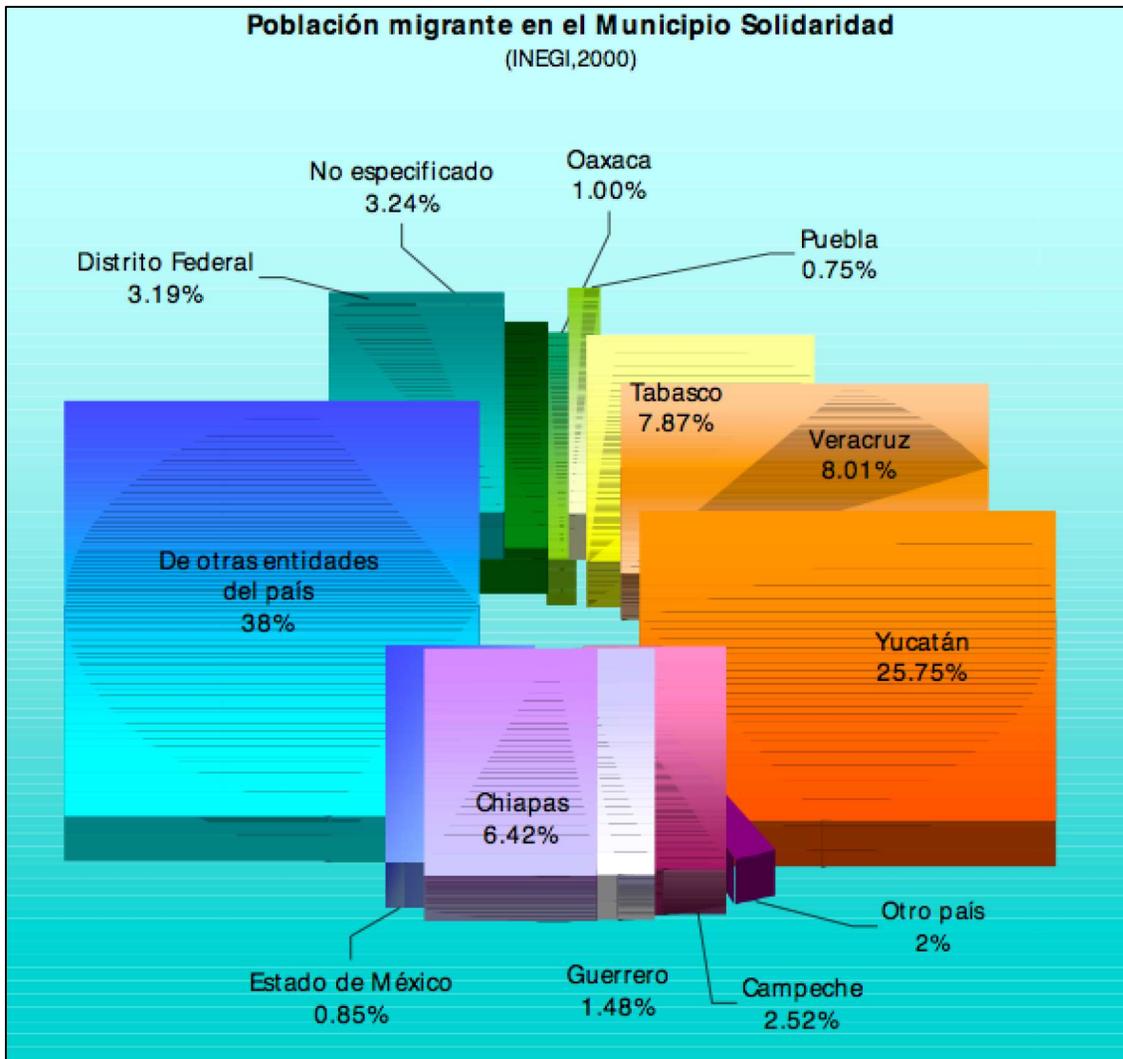


Figura 46. Composición porcentual de la población migrante. En la gráfica aparece la proporción de personas provenientes de distintos Estados de la República y del extranjero, que conforman parte de la población del Municipio Solidaridad.

#### 4.8.4 Distribución y ubicación de núcleos de población cercanos al proyecto

El predio en el que se pretende la construcción de la “Casa habitación” se localiza dentro de la Localidad costera de Akumal, que forma parte del Centro de Población de Akumal (Figura 38), cuyas colindancias son las siguientes: al Norte con los Municipios Lázaro Cárdenas y Benito Juárez, al Sur con el Municipio de Tulum, al Este con Mar de las Antillas y Municipio de Cozumel, Oeste con el Estado de Yucatán.

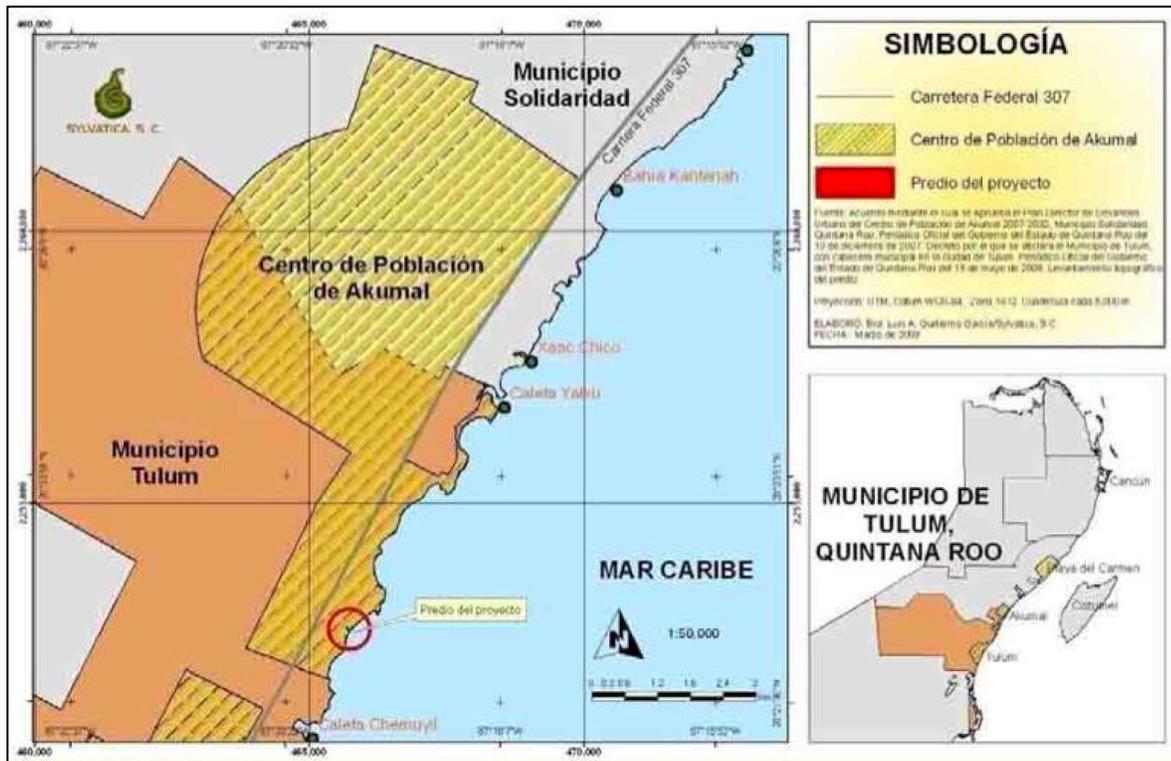


Figura 47. Centros de población en la zona de influencia del área de estudio. En la imagen se observa la ubicación del Municipio Tulum (actual) en relación con los municipios colindantes que conforman la entidad, así como, los principales núcleos de población cercanos a Akumal donde se localiza el área de estudio.

#### 4.8.5 Tipo de centro poblacional conforme al esquema de sistema de ciudades (Secretaría de Desarrollo Social, SEDESOL)

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, principalmente en Cancún y su área circundante.

Considerando lo anterior El Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2002 concede a Akumal la jerarquía de Centro Microregional que se conecta directamente con Nuevo Akumal y de manera indirecta con Cancún que es considerado un Centro Estatal de Servicios.

#### 4.8.6 Región económica a la que pertenece el sitio del proyecto, según la clasificación del INEGI, y principales actividades productivas

El Centro de Población de Akumal pertenece a la Región Económica "C", según la clasificación del INEGI, y entre sus principales actividades productivas se cuentan las del sector terciario –turismo y comercio-, seguidas de actividades productivas del sector secundario como la construcción, en virtud de los empleos generados por concepto de la industria de la construcción ya que se requiere numerosa mano de obra para realizar las construcciones de hoteles y casa habitación que requiere el municipio.

#### 4.8.7 Ingreso per cápita por rama de actividad productiva, población económicamente activa (PEA) con remuneración por tipo de actividad, salario mínimo vigente, PEA que cubre la canasta básica

En el Municipio Solidaridad, de acuerdo con los resultados del XII Censo General de Población y Vivienda de 2000, la población mayor de 12 años corresponde a 44,246 individuos, de los cuales 65.42 % cuenta con un empleo remunerado y se conoce como Población Económicamente Activa (PEA); la mayor parte de los cuales pertenecen al sexo masculino, en una proporción de 73.3 %, mientras que las mujeres representan sólo 26.69 % (INEGI, 2001).

Los resultados definitivos del XII Censo de Población y Vivienda 2000, para la clasificación de las actividades económicas se utilizó el Sistema de clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), que las agrupa de acuerdo con la similitud de procesos de producción, con la finalidad de proporcionar un marco único, consistente para la presentación y análisis de estadísticas económicas.

De acuerdo con lo anterior de la PEA ocupada que corresponde a 28,604 personas, 33.5 % trabaja en Servicios de hoteles y Restaurantes, 13.82 % en comercio, 12.4 % está vinculado con la industria de la construcción y el resto a diversas actividades, entre las que destacan aquellas relacionadas con la industria manufacturera, las relacionadas con el campo como agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza, así como, transporte, correos y almacenamiento.

En el Estado de Quintana Roo, según reporte del primer trimestre del 2007; la población económicamente activa (PEA) de más de 14 años era de 598,025 individuos correspondiente al 69.09 % de la población, de los cuáles 97.39 % está ocupada, mientras que el 2.61 % está desocupada.

La población no económicamente activa ocupa el 30.90 %, del cual la población disponible representa el 12.13 %; mientras que la no disponible comprende el 87.87 %.

En cuanto al salario mínimo vigente general en la zona "C", en la cual se ubica el Municipio Solidaridad, este es de \$ 51.95 pesos diarios, de acuerdo con la Comisión

Nacional de Salario Mínimo, vigente a partir del primero de enero de 2009. La distribución de los salarios es variable, en el caso del Municipio Solidaridad, la población que no recibe ingresos asciende a 19 % del total de la PEA, cifra considerada elevada y seguramente se refiere a aquellos negocios familiares que involucra a varios miembros de la familia.

El rango que se encuentra entre la población que percibe de uno a tres salarios mínimos es el más significativo ya que agrupa 44 % de la PEA e indica la predominancia de la clase media con tendencia a media baja (Figura 48).

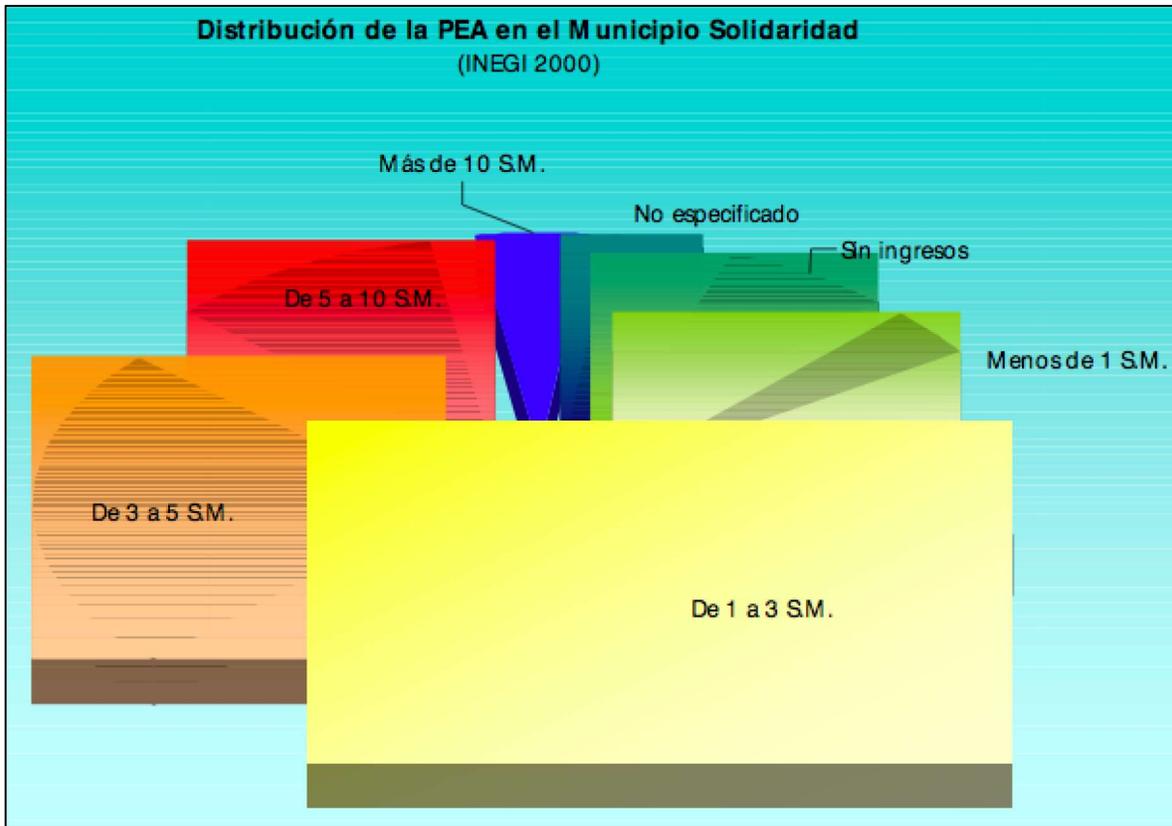


Figura 48. Salarios por PEA (Población Económicamente Activa), según ingresos mensuales en el Municipio Solidaridad (INEGI, 2010).

#### 4.8.8 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	Popoluca	1
Mazateco	3	Totonaco	16

Fuente: INEGI 2005, Censo de Población y Vivienda.

#### *4.8.9 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%.

Origen del centro de población.

La ubicación de Akumal le permite participar en el equilibrio de la oferta de servicios y diversificación turística dentro del acelerado crecimiento de la Riviera Maya. La localidad fue establecida en el año 1975 y su origen es el de un fraccionamiento frente a las costas del Mar Caribe y se complementa en 1995 como un desarrollo de 200 lotes del lado poniente de la carretera en respuesta a las necesidades de aquel entonces, evolucionando lentamente hasta la fecha, con limitaciones en infraestructura y equipamiento.

En los últimos años, ante el riesgo de afectar de forma negativa e irreversible el positivo interés turístico en el Caribe Mexicano, se han generado cambios significativos en las políticas, normas y criterios de aprovechamiento del suelo en el Estado de Quintana Roo, surgiendo documentos relativos a ello en los tres niveles de gobierno como son: el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum; Programa Subregional de Desarrollo Urbano del Corredor Cancún-Riviera Maya, Quintana Roo (Región Caribe Norte), Plan Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal 2007-2032 municipio de Solidaridad, Quintana Roo, creación del municipio de Tulum, proporcionando certeza jurídico ambiental y urbano a la región, ofreciendo estrategias de desarrollos para resolver el rezago en materia de vivienda y la demanda futura, promoviendo y sensibilizando el cuidado del medio ambiente, enalteciendo los atractivos naturales y preservando la riqueza de su entorno natural constituida por cenotes, cavernas, diversidad biológica y ríos subterráneos.

#### *4.8.10 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.

#### *4.8.11 Tendencia de desarrollo.*

Akumal presenta dos polos de potencial desarrollo muy definidos por la carretera federal No. 307 Chetumal-Puerto Juárez; por un lado la zona costera entre Bahía Príncipe y el Hotel Palladium y por otro lado, la selva en una franja de 3 kilómetros aproximadamente incluyendo al poblado de Akumal, los cuales provocan el cambio de uso de suelo y con ello, afectaciones a la fauna, biodiversidad, hidrología subterránea, calidad del agua salobre así como a los factores sociales y económicos que es por lo que se requieren estudios como el presente.

Por otro lado se encuentran los efectos naturales provocados por los huracanes que durante su paso por la zona en forma periódica afectan de manera directa a las comunidades vegetales y sus componentes incluyendo las construcciones existentes y las actividades económicas preponderantes. Todo lo mencionado anteriormente sobre los componentes ambientales deben constituir un motivo de reflexión en la toma de decisiones tanto para los inversionistas como las dependencias reguladoras del desarrollo de actividades económicas, urbanas y ambientales para darles seguimiento a través de indicadores como los que se, sobre todo en zonas donde el aprovechamiento actual es incipiente como el caso de Akumal.

#### *4.8.12 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.

#### *4.8.13 Tenencias de la tierra.*

Las condicionantes por tenencia del suelo en el polígono designado para Akumal, en su mayoría es propiedad privada con 3,361 hectáreas y propiedad estatal son 472 hectáreas. Los predios que colindan con el área de aplicación son de propiedad privada, y solo una pequeña franja al sureste es propiedad estatal. Este tipo de tenencia pudiera considerarse como restrictivo, para este caso específico no se considera así en virtud de la vocación del polígono de crecimiento urbano designado recientemente y el interés de inversionistas y del propio gobierno en su desarrollo. Así mismo la continuidad urbana también es propicia hacia el norponiente de la ciudad en virtud de los caminos y veredas

que continúan hasta la carretera federal 307 y la posibilidad latente de dotar con servicios de infraestructura, de abasto y desecho.

#### *4.8.14 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.

#### *4.8.15 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. Se accede por la carretera federal número 128. 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.

#### *4.9 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.

#### *4.10 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.

#### *4.11 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.

#### *4.8.20 servicios públicos.*

a) Agua: el H. Ayuntamiento de Tulum, así como, en particular, la localidad de Akumal en donde se pretende ubicar el proyecto, ya cuentan 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.

#### *4.12 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.

#### 4.13 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.

#### 4.14 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 se encuentran fraccionamientos, desarrollos turísticos y una amplia oferta de servicios proporcionadas por la comunidad de Akumal. 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 resultados obtenidos

por 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, 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.

El proyecto no modificará los patrones hidrológicos o cauces naturales de agua; debido a la magnitud no se requerirá de un gran número de personal que será contratado en la localidad más cercana (Akumal o en su caso Chemuyil o Tulum) por lo cual no se prevé la modificación de patrones demográficos, ni la creación o reubicación de la población. El desarrollo del proyecto requerirá de la construcción de algunas obras de apoyo para su realización, ya que aun cuando se ubica en una zona que ya cuenta con los servicios básicos para los trabajadores (transporte), solo se instalarán realizarán estructuras destinadas a almacenes, oficinas y áreas de sanitarios y almacenamiento temporal de residuos, además de que habrán de realizarse las gestiones necesarias para la obtención de servicios de telefonía y electricidad.

Se registró la presencia de una especie enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se trata de la palma Chit (*Thrinax radiata*) con categoría de amenazada, para la cual se pondrá especial énfasis en su rescate y reubicación.

Así mismo se identificó la presencia de iguanas, sin embargo, aunque no se prevén afectaciones a las mismas durante los trabajos de desmonte, se llevarán a cabo acciones para su ahuyentamiento, así como rescate y reubicación.

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

### 5.1 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, son:

- 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.

### 5.2 Indicadores ambientales.

Los factores ambientales, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico. El Medio Físico incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico incluye el Medio Socio-Cultural y el Medio Económico.

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva.

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 Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). A continuación se realizará una breve descripción del método de Presión Estado Respuesta, también llamado modelo llamado PER, misma que comprende tres tipos de indicadores ambientales, que son:

- 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 sobre el ambiente. Los primeros corresponden a las externalidades creadas por las actividades humanas, como 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 (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.

Finalmente, 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 cómo una acción de respuesta contribuye a la solución de un problema ambiental. 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 49.

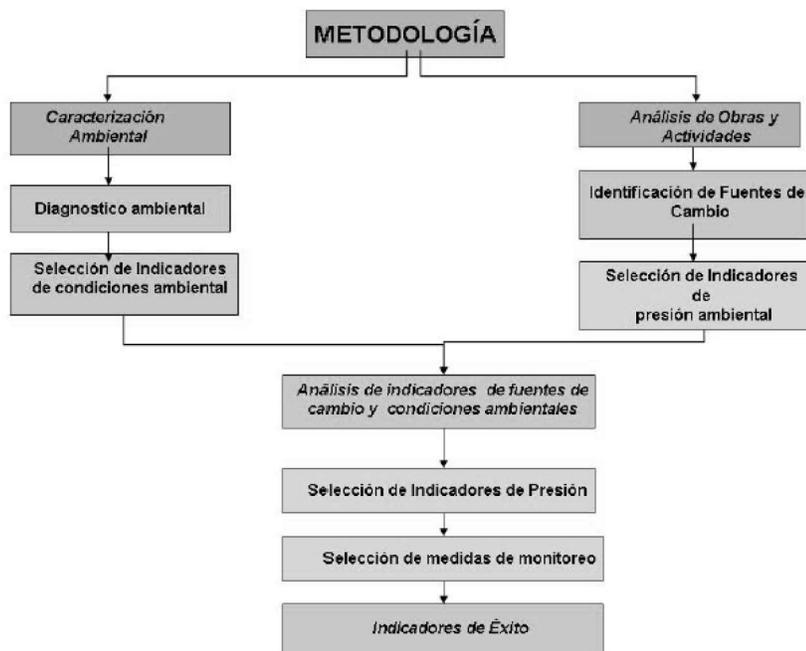


Figura 49. Diagrama de Flujo del método utilizado para la determinación de indicadores.

Para seleccionar los componentes ambientales, tanto Gómez Orea (1999), como Conesa (1997), coinciden en que deben considerarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el Medio.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre
- Información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- Intangibles o inconmensurables.

La valoración de los componentes ambientales, toma en cuenta la importancia y magnitud del mismo. Sin embargo, en muchos casos no es posible medir objetivamente tales parámetros y es necesario aplicar criterios subjetivos en su valoración.

Cuando este es el caso, se puede adoptar el criterio sugerido por Conesa (1997): el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado cualitativo enumerado a continuación:

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental.

Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Con este fin se atribuye a cada factor un peso o índice ponderal, expresado en unidades de importancia (UIP), y el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de factores ambientales (Medio Ambiente de Calidad Óptima) (Estevan Bolea, 1984, En: Conesa, 1997).

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 de 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 y capaz de mostrar las tendencias a través del tiempo.
- 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 macros: 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 y medio paisajístico.

Indicadores de Primer Nivel o Específicos: Son cuantificables y calificables, se caracterizan porque determinan patrones espaciales y funcionales de los ecosistemas, definiendo unidades ecológicas y de paisaje. A estos indicadores se les debe hacer 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:

Tabla 26.- Indicadores

COMPONENTES (NIVEL III)	FACTORES (NIVEL II)	INDICADORES (NIVEL I)
Medio Abiótico	Suelo	Condiciones geomecánicas. Grado de erosión.
	Agua	Temperatura. Sólidos Totales.
	Aire	Niveles de NOx. Niveles de CO2.
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 automáticamente definidas y delimitadas en virtud de la definición del propio indicador. Existen diferentes métodos para poder determinar qué 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.

### *5.3 Matriz de importancia*

Siguiendo a Conesa (1997), una vez identificadas las acciones relevantes, los factores del medio que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, y los impactos potenciales que serán generados, la matriz de importancia nos permitirá obtener una valoración cualitativa de éstos.

En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio, acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria.

Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración.

La valoración cualitativa se efectuará a partir de la matriz de impactos en la que en cada casilla de cruce se anotará la importancia del impacto determinada como se indicará más adelante. Con esta matriz se mide el impacto ambiental ( $I_{ij}$ ) generado por una acción simple de una actividad ( $A_i$ ) sobre un factor ambiental considerado ( $F_j$ ), es decir, que se medirá el impacto con base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto.

La importancia del impacto es pues, el ratio mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cuantitativo. El valor de importancia del impacto, se establece en función de 11 características.

La primera de ellas se refiere a la naturaleza del efecto (positivo o negativo), en tanto que la segunda representa el grado de incidencia o intensidad del mismo y los nueve restantes (extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad), los atributos que caracterizan a dicho efecto.

Dichas características se representan por símbolos que ayudan a visualizar e identificar rápidamente a cada una y forman parte de una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. A saber:

$$I = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde:

I = Importancia del impacto

± = Signo

IN = Intensidad

EX = Extensión

MO = Momento

PE = Persistencia

RV = Reversibilidad

SI = Sinergia

AC = Acumulación

EF = Efecto

PR = Periodicidad

MC = Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. En términos generales puede afirmarse que los valores inferiores a 25 son irrelevantes, entre 25 y 50 moderados, entre 50 y 75 severos y superiores a 75 deben considerarse críticos.

Siguiendo el método propuesto por Conesa (1997), en aquellas casillas de cruce que correspondan a los impactos más importantes, a los que se produzcan en lugares o momentos críticos y sean de imposible corrección y que darán lugar a las mayores puntuaciones en el recuadro relativo a la importancia, se le superpondrán las llamadas Alertas o Banderas Rojas, para llamar la atención sobre el efecto y buscar alternativas en el proyecto que eliminen la causa y la permuten por otra de efectos menos nocivos.

Si no es posible modificar la actividad o acción impactante, deben buscarse medidas correctivas, de mitigación o de compensación que anulen o palien los efectos negativos.

#### *5.4 Lista de indicadores de evaluación de impacto ambiental.*

A continuación se señalan los principales indicadores seleccionados para la presente Evaluación de Impacto Ambiental:

## Físicos y Químicos.

Hidrología superficial y subterránea (agua): 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, v.gr. derrames de lubricantes durante la fase de construcción, cantidad de agua utilizada durante el proceso productivo, etc.

Atmósfera: Cantidad de emisiones generadas a la atmósfera durante las diferentes etapas del proyecto: construcción, operación, 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.

Ruido: Se consideran básicamente dos indicadores de evaluación, la intensidad y la duración en las diferentes etapas del proyecto.

## 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 ésta, cortando corredores naturales o segmentando la zona en estudio, entre otros aspectos.

La abundancia, referida al número de individuos totales.

## 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 que se dirige.

### 5.5 Determinación y valoración de los factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos.

Se denomina entorno a la parte del medio o ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuente de recursos y materias primas (recursos naturales, energía, mano de obra, etc.), soporte de elementos físicos (edificios, instalaciones, etc.) y receptor de efluentes a través de los vectores ambientales, aire, agua y suelo, así como de otras salidas: empleo, conflictividad social, etc. (Gómez Orea, 1999).

El ámbito geográfico del entorno corresponde al área de extensión de las interacciones que surjan entre las acciones del proyecto y los factores del medio que reciban los impactos provenientes de aquellas. En muchos casos, el área se circunscribe a las inmediaciones del proyecto, sin embargo, en otras, se extiende mucho más allá en áreas lejanas, dando lugar a un entorno discontinuo y no restringido al área del proyecto.

Los factores del medio susceptibles de recibir impactos derivados de las acciones del proyecto están representadas mediante un árbol de acciones o mapa conceptual. Tabla 27. A la derecha de cada componente ambiental se ha asignado un valor de importancia estimado a partir de su grado de caracterización cualitativo, siguiendo los criterios de Conesa (1997).

Tabla 27: Elementos del ambiente susceptibles de recibir impactos ambientales.

Entorno	Sistema	Subsistema	Componente ambiental	Factor ambiental afectado	UIP	
Entorno	Medio físico	Medio abiótico	Agua	Recursos hídricos	110	
				Calidad	100	
			Aire	Nivel de ruido	60	
			Suelo	Estructura	100	
		Calidad		60		
		Medio biótico	Flora	Importancia	60	
				Cobertura	110	
			Fauna	Importancia	50	
				Abundancia	20	
		Medio perceptual	Paisaje natural	Calidad y valor escénico	100	
			Paisaje urbano	Calidad y valor escénico	20	
		Medio socioeconómico	Medio sociocultural	Población	Servicios	50
					Calidad de vida	80
		Economía	Sector Construcción	40		

	Medio socioeconómico	Medio económico		Generación de empleos temporales	40
<b>SUMA UIP</b>					1000

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

Tabla 28: 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).
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, a continuación se señalan los principales indicadores de presión que podrían servir para medir el nivel de impacto por el presente proyecto:

Tabla29 : Indicadores de Presión del proyecto.

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

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.

Los indicadores de respuesta en esta manifestación 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.

#### 5.6 Criterio y metodologías de evaluación.

##### 5.6.1 Criterios.

Para evaluar la importancia de los impactos que se derivarán del proyecto, se aplicaron para el presente estudio los criterios que proponen Conesa–Vitora (1993), así como su técnica, misma que se describe a continuación:

Tabla 30.: Importancia de Impacto. Se indican las 11 características que conforman la importancia del impacto, así como los valores que pueden adoptar cada una dependiendo de su grado de acción. Tomado de Conesa Fernández (1997).

NATURALEZA		INTENSIDAD (IN) (Grado de destrucción)	
Impacto beneficioso	+	Baja	1
Impacto perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de la manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Mediano plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Mediano plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4

SINERGIA (SI) (Regularidad de la manifestación)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF) (Relación causa-efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
Indirecto	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		IMPORTANCIA (I)	
Recuperable de manera inmediata		$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Recuperable a medio plazo			
Mitigable			
Irrecuperable			

A fin de clarificar el significado de las características expresadas y sus valores, se describe a continuación brevemente cada una de ellas.

**Signo.** El signo hace referencia al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores considerados. Sin embargo, en ocasiones no es fácil predecir el efecto por lo que se puede incluir un tercer valor (x), que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir.

**Intensidad.** Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

**Extensión.** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto.

Esta característica se valora con escala entre 1 y 8 en la que 1 representa un efecto muy localizado o puntual y 8 representa una ubicación de influencia generalizada en todo el entorno del proyecto.

Esta característica introduce un valor adicional que aplica si el impacto se produce en un lugar crítico. En este caso se deben sumar cuatro unidades al número que resultó de la valoración del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Cuando éste es el caso, y además se trata de un impacto peligroso para el cual no es posible introducir medidas correctoras, deberá buscarse otra alternativa a la actividad.

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

Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor de 4. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo, se asigna el valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años se califica con 1, Largo Plazo.

Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 1 a 4 unidades que se suman al valor obtenido previamente, según su momento de acción.

*Persistencia.* Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

*Reversibilidad.* Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al Corto Plazo, se le asigna un valor de 1, si es a Medio Plazo 2 y si el efecto es irreversible 4.

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

Si el efecto es totalmente recuperable se le asigna un valor de 1 ó 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor de 4, que se resta al valor de importancia total. Cuando el efecto es irrecuperable se le asigna el valor de 8. Si el efecto es irrecuperable pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se adopta es 4.

*Sinergia.* Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

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

*Acumulación.* Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

*Efecto.* Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

*Periodicidad.* Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con 1.

Tabla 31.- Ejemplo de Tabla “check list” y de evaluación de la magnitud de impacto.

Indicador								
Impacto	Negativo (-)		Neutro		Positivo			
Extensión (Ex)	Puntual (1)		Parcial (2)		Extenso (4)	Total (8)	Critico (+4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz		Temporal		Permanente			
Sinergia (Si)	Sin sinergismo (simple) (1)		Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)					
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	Irrecuperable (8)		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	Muy alta (8)	Total (12)	
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	Critico (+4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)		Irreversible (4)			
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)					
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)		Continuo (4)			
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- [3i + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc] =$							

Una vez aplicado el mismo se puede conseguir el valor o magnitud que puede tener un impacto sobre un factor ambiental, de acuerdo con los siguientes criterios.

El método seleccionado comprende valores dentro del intervalo de 13 a 100. Los que se mantienen con valores inferiores a 25 se consideran irrelevantes o compatibles. Los impactos moderados son aquellos en los que el cálculo de la importancia da cifras entre 25 y 50. Y considera impactos severos aquellos que tengan cifras de importancia comprendidas entre los números 50 y 75 y críticos a todos aquellos, cuyo valor de importancia sea superior a 75.

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas nos indicará las acciones más agresivas, altos valores negativos; las poco agresivas, bajos valores negativos y las benéficas, valores positivos, pudiendo analizarse las

mismas según sus efectos sobre los distintos factores. Asimismo, la suma de importancia del impacto de cada elemento tipo por filas, nos indicará los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la realización de la actividad.

Dicha suma indica los efectos totales causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos. Sin embargo, pese a la cuantificación de los elementos tipo llevada a cabo para calcular la importancia del impacto, la valoración es meramente cualitativa, ya que el algoritmo creado para su cálculo es función del grado de manifestación cualitativa de los atributos que en él intervienen.

Las importancias de los impactos correspondientes a los efectos producidos por dos acciones sobre dos factores, expresa simplemente que la importancia del primer efecto son mayores o menores que la del segundo, pero con carácter cualitativo, no en la proporción que sus valores numéricos indican.

### *5.7 Metodología de evaluación de impacto ambiental.*

En el presente estudio, se aplicará una metodología matricial, así como la asignación de valores de acuerdo a los criterios de Conesa-Vitora (1993), que permitirá la determinación de la magnitud de los impactos positivos y negativos. La metodología matricial, permitirá jerarquizar las áreas en función de la magnitud e importancia, pueden ser identificados claramente los impactos más relevantes al proyecto, ya sean benéficos o adversos.

El método matricial, está basado en una lista de las actividades, mismas que se presentan en los renglones y una relación de las áreas que pueden ser objeto de los efectos ambientales en los renglones de la matriz, de tal suerte que áreas y actividades pueden ser interrelacionadas y los impactos clasificados dentro de la misma matriz. Una ventaja adicional de éste método, consiste en la posibilidad de calcular y evaluar los impactos que ocasionará una actividad específica o un conjunto de actividades dentro de una etapa del proyecto o bien calcular y evaluar los impactos sobre uno o un grupo de los componentes ambientales del ecosistema. Para ejemplificar este método se ha incluido una matriz simplificada que sin duda servirá para ilustrar el método que se utilizará como base o guía para este proyecto en particular.

Esta matriz simplificada fue obtenida de *Methods of Environmental Impact Assessment* editado por Peter Morris y Riki Therivel (1995) y se basa en la posibilidad de identificar interacciones entre los impactos ambientales de un proyecto específico, sin embargo, en el ejemplo propuesto por Morris y Therivel no se asignan valores numéricos.

COMPONENTE AMBIENTAL	COMPONENTE DEL PROYECTO			
	CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN	
	A	B	C	D
Suelo y Geología				
Flora				
Fauna				
Calidad del Aire				
.....				

*Los impactos ocasionados por uno de los componentes del proyecto*

*Los impactos sobre uno de los componentes ambientales del ecosistema*

Para este caso en particular, el método matricial modificado, incluyó tres grandes áreas para agrupar las actividades a ser desarrolladas en el proyecto (columnas) y que corresponden a la Etapa de Preparación del Terreno, Etapa de Construcción y la Etapa de Operación y Mantenimiento.

Otras etapas que anteriormente eran incluidas en este tipo de matrices como la Etapa de Planeación y la Etapa de Abandono, se excluyeron de la matriz dado que de las actividades inherentes a la planeación no se esperan impactos negativos sobre el ambiente o en el ámbito socioeconómico, mientras que para la etapa de abandono se deberá elaborar un plan de abandono y restauración del área.

El método matricial identifica las áreas de impacto (renglones) en tres componentes: físicoquímicos, biológicos y socioeconómicos en los que las áreas y actividades se interrelacionan. Debe señalarse que esta metodología matricial se utilizará en primera instancia para identificar los impactos adversos y benéficos sin tomar en cuenta las medidas de mitigación propuestas y posteriormente con medidas de mitigación, para cada una de las etapas del proyecto y para cada una de las áreas a las que se ha hecho referencia, pudiendo así comparar los impactos ambientales con y sin medidas de mitigación. A fin de que la asignación de valores sea objetiva y evite la asignación arbitraria, se realizó un ejercicio de asignación de valores mediante la participación de un grupo interdisciplinario de profesionales.

Se espera que el método matricial propuesto permita, como ya se ha señalado, identificar aquellas áreas y/o actividades en las que tendrán lugar los mayores impactos ambientales, ya sea por su carácter primario o irreversible y aquellas áreas y/o actividades en las que los impactos podrán ser reducidos mediante la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

**5.8 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.

#### 5.9 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.

##### Operación:

- Uso de las instalaciones.
- Mantenimiento de las instalaciones.

#### 5.9.1 Preparación del sitio.

##### 5.9.1.1 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.
- Exposición y erosión del suelo.
- Pérdida de hábitat para la fauna.
- Interrupción de los 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.

El desmonte es un impacto reversible a mediano plazo, 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 grandes las medidas de mitigación, siempre y cuando exista el aporte de agua y semillas.

Como se ha venido mencionando, el predio se encuentra en breña, con la presencia de duna y matorral costero en donde los componentes principales son las palmas (*Thrinax radiata*). Cabe mencionar que esta vegetación se encuentra con cierto grado de perturbación al estar sometida a la presión de la construcción del Fraccionamiento Akumal Caribe, así mismo por los impactos ocasionados por los huracanes en años anteriores se hacen presente, pues se observa árboles y arbustos caídos, quebrados y descopados en la zona.

El proyecto corresponde a una casa habitación y de descanso de 2 pisos, con una superficie total de 682.822 m<sup>2</sup>, el proyecto no tiene contemplado remover, dañar o utilizar ninguna de las especies de plantas y animales ubicadas al interior del mismo y en la duna costera, por el contrario el proyecto pretende ayudar al desarrollo, cuidado y mantenimiento de los mismos.

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 alta, pero de extensión puntual y reversible, además que se consideran medidas de mitigación.

Dentro del predio no se encuentra vegetación de manglar, bajo este panorama y considerando el numeral 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003, exceptuando y puntualizando que la vegetación de manglar mas cercana al predio se ubica a 111.9m se proponen medidas de mitigación.

Factor Impactado: Atmosfera.

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 y la presencia de los trabajadores en la zona de la obra.

Cabe mencionar que el despalme y desmonte de la vegetación se realizará preferentemente de forma manual por lo que se considera que los impactos ocasionados serán puntuales y pueden ser mitigados.

ATMÓSFERA							
Impacto	Negativo	•	Neutro	•	Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	Muy alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	• Irreversible (8)	
Magnitud (Ma)	$Ma = \pm (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -25$					Irrelevante	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (-25), considerado como Irrelevante y se consideran medidas de mitigación.

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.

El proyecto corresponde a una casa habitación y de descanso de 2 pisos, con una superficie total de 682.822 m<sup>2</sup>, por lo que se considera que el impacto es de intensidad alta, pero de carácter puntual, además de que se contempla la implementación de medidas de mitigación.

SUELO							
Impacto	Negativo	•	Neutro	•	Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	• Irreversible (8)	
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) =$ -29					Moderado	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (-29), considerado como Moderado y se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Agua.

Las labores de desmonte 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, pero de carácter puntual y mitigable.

AGUA						
Impacto	Negativo	•	Neutro	•	Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	• Muy alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•		
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	• Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) =$ -36				Moderado	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (-36), considerado como Moderado, sin embargo se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: 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 y pérdida de hábitat para la fauna.

El proyecto corresponde a una casa habitación y de descanso de 2 pisos, con una superficie total de 682.822 m<sup>2</sup>, la cual la superficie de desplante será de 67.68m<sup>2</sup>.

Asimismo el proyecto contempla el respeto al 100% de la vegetación de la duna, no tiene contemplado remover, dañar o utilizar ninguna de las especies vegetales de la duna, por el contrario el proyecto se pretende ayudar al desarrollo, cuidado y mantenimiento de los mismos.

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.

Se trata de un impacto que se manifestará una vez realizado el desmonte del área, por lo que su efecto será en un corto plazo, es un impacto permanente, ya que las afectaciones a la vegetación permanecerán durante la vida útil del proyecto, además que sería muy difícil su recuperación, debido a que se encuentra en una zona destinada para aprovechamiento, por lo que es irreversible.

Dentro del predio no se encuentra vegetación de manglar por lo que este no se verá afectado, no obstante, bajo este panorama y considerando el numeral 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003, exceptuando y puntualizando que la vegetación de manglar mas cercana al predio se ubica a 111.9m, se proponen medidas de mitigación.

Por lo que se considera que la etapa de preparación del sitio tiene un impacto negativo, de intensidad media, pero de extensión parcial e irreversible, además que se consideran medidas de mitigación.

VEGETACIÓN						
Impacto	Negativo	•	Neutro	•	Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)		Parcial (2)	•	Extenso (4)	Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)		Irreversible (4)	•
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•		
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	• Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/-(-3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) =$ -37				Moderado	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una

magnitud de (-37), considerado como Moderado, sin embargo se consideran medidas de mitigación.

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.

El proceso de anidación, gestación y reintegración de ejemplares de tortugas marinas no se verá afectado debido a que el proyecto no contempla la modificación, alteración y destrucción de la duna costera.

La zona de desplante se encuentra a 49.08m a partir del registro de marea más alto; considerando las distancias de anidación reportadas para el frente del predio (12 m Max) se están dejando 37.08m para no generar perturbación sobre los ejemplares de tortuga marina.

Cabe mencionar que los animales de mayor tamaño por su naturaleza se desplazan por si solos hacia donde encuentren los nutrientes necesarios y disponibles para un mejor desarrollo de su comunidad. Por lo tanto, 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 y cual es contemplada por el proyecto.

FAUNA						
Impacto	Negativo	•	Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	• Muy alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)			

Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	• Periódico (2)	Continuo (4)			
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	A mediano plazo (2)	Mitigable (4)	• Irreversible (8)		
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) =$ -36			Moderado		

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (-36), considerado como Moderado, sin embargo se consideran medidas de mitigación.

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 manera al encontrarse dentro de un Fraccionamiento. Así mismo se contempla conservar el 56% de la vegetación presente en la propiedad, igualmente se consideran medidas de mitigación para este impacto el cual se considera de intensidad media y muy puntual.

PAISAJE						
Impacto	Negativo	• Neutro	Positivo			
Intensidad (In)	Baja (1)	Media (2)	• Alta (4)	Muy alta (8)	Total (12)	
Extensión (Ex)	Puntual (1)	• Parcial (2)	Extenso (4)	Total	Crítico (4)	
Momento (Mo)	Largo plazo (1)	Mediano plazo (2)	Inmediato (4)	• Crítico (4)		
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	Temporal (2)	• Permanente (4)			
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	• Irreversible (4)			
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	• Sinérgico (2)	Muy sinérgico (4)			
Acumulación (Ac)	Simple (1)	Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	• Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	• Periódico (2)	Continuo (4)			
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	A mediano plazo (2)	Mitigable (4)	• Irreversible (8)		

Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -27$	Moderado
---------------	--	----------

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado en el paisaje tiene una magnitud de (-27), considerado como Moderado.

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 las localidades cercanas como Akumal y Chemuyil, lo cual propiciará la generación de empleos y la captación de impuestos a favor del Municipio de Tulum.

Empleo						
Impacto	Negativo		Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)	Muy alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	□	Directo (4)	•		
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = 19$				Irrelevante	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (19), considerado como Irrelevante.

## 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 del impacto bajo el cual se evaluó el indicador fue a nivel puntual, ya que los impactos ejercerán presión únicamente sobre el área a desarrollar.

Asimismo, la compactación modificará la actividad bioquímica y microbiológica del suelo, siendo 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.

Por otro lado, 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.

Factor Impactado: Atmosfera.

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.

ATMÓSFERA						
Impacto	Negativo	•	Neutro	•	Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	Muy alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•		
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	

Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	A mediano plazo (2)	Mitigable (4)	• Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) =$ -25			Moderado

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (-25), considerado como Moderado.

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 el proyecto corresponde a una casa habitación y de descanso de 2 pisos, con una superficie total de 682.822 m<sup>2</sup>, en la cual el área de desplante será de 67.68m<sup>2</sup>.

SUELO						
Impacto	Negativo	•	Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	• Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total (12) Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)			

Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -36$					Moderado	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado en la calidad del suelo tiene una magnitud de (-36), considerado como moderado.

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 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 mediana, puntual y mitigable.

AGUA							
Impacto	Negativo	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		

Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1) <input type="checkbox"/>	A mediano plazo (2)	Mitigable (4)	Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) =$ -31			Moderado

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado en la calidad del agua de la zona marina tiene una magnitud de (-31), considerado como Moderado.

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. Se consideran medidas de mitigación.

PAISAJE						
Impacto	Negativo	•	Neutro	•	Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	Muy alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)	<input type="checkbox"/>
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	• Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) =$ -27			Moderado		

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado en el paisaje tiene una magnitud de (-27), considerado como Moderado.

Factor Impactado: Empleo.

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.

Empleo						
Impacto	Negativo		Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)	Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•		
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = 19$					Irrelevante

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (19), considerado como Irrelevante.

## CONSTRUCCIÓN

### CIMENTACIÓN

El proyecto consiste en la construcción de una casa habitación y de descanso de dos pisos, con dos recamaras, En la planta baja contará con una cocina, estancia, áreas de servicio y dos baños, adicionalmente en la parte de abajo se instalaran bodegas de servicio, dos medios baños y un cuarto de máquinas, conservando en todo momento un área verde.

En esta actividad se realizarán las perforaciones o excavaciones en los sitios donde deberán ubicarse los cimientos, que servirán de base a las construcciones según en las características de los estudios de mecánica de suelos.

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, sin embargo todos serán de caracteres temporales, muy localizados y se consideran medidas de mitigación.

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.

ATMÓSFERA						
Impacto	Negativo	•	Neutro	•	Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)	

Acumulación (Ac)	Simple (1)	• Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	• Periódico (2)	Continuo (4)			
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	A mediano plazo (2)	Mitigable (4)	• Irreversible (8)		
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -26$				Moderado	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado en la calidad del aire tiene una magnitud de (-26), considerado como Moderado.

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.

SUELO						
Impacto	Negativo	•	Neutro	Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	• Alta (4)	Muy alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)	Extenso (4)	Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	Inmediato (4)	• Crítico (4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	Permanente (4)	•	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	Irreversible (4)	•	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	• Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)			

Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)	Mitigable (4)	•	Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -32$				Moderado	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (-32), considerado como Moderado, sin embargo se consideran medidas de mitigación.

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, cabe mencionar dentro del proyecto NO se encuentra tipo de corriente de agua superficial perenne y/o intermitente.

Acorde al estudio de mecánica de suelos, las cimentaciones tendrán una profundidad la cual no llegará al manto freático para no generar cambio en la hidrología subterránea.

AGUA						
Impacto	Negativo	•	Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•		
						Total (12)
						Crítico (4)

Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	• Periódico (2)	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	A mediano plazo (2)	Mitigable (4)	• Irreversible (8)	
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -31$			Moderado	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (-32), considerado como Moderado.

Factor Impactado: Paisaje.

Indudablemente los trabajos de cimentación traerán como consecuencia un impacto al paisaje actual de la zona. Se consideran medidas de mitigación.

PAISAJE						
Impacto	Negativo	•	Neutro	•	Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	• Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -27$			Moderado		

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado en el paisaje tiene una magnitud de (-27), considerado como Moderado.

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 propiciara 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.

Empleo						
Impacto	Negativo		Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)	Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•		
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = 19$				Irrelevante	

## ESTRUCTURAS Y ALBAÑILERÍA.

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. Se contempla toda una serie de medidas de remediación a desarrollarse durante el transcurso de esta etapa.

Factor Impactado: Atmosfera.

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 alta 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.

ATMÓSFERA						
Impacto	Negativo	•	Neutro	•	Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	• Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	• Total (8)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•		
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	• Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -32$				Moderado	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado en la calidad del suelo tiene una magnitud de (-32), considerado como moderado y recuperable a mediano plazo.

Factor Impactado: Suelo.

Debido a que en esta fase de la obra, la intensidad de trabajo aumentara con respecto al uso de 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.

Sin embargo, se contempla toda una serie de medidas de mitigación a desarrollarse durante el transcurso de esta etapa.

SUELO							
Impacto	Negativo	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)		Muy alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -28$					Moderado	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado en la calidad del suelo tiene una magnitud de (-28), considerado como moderado y recuperable a mediano plazo.

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.

Así mismo la calidad del agua no se afectara por la defecación al aire libre de los trabajadores debido a que 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.

AGUA						
Impacto	Negativo	•	Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•		
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	• Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -28$				Moderado	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado en la calidad del agua de la zona marina tiene una magnitud de (-28), considerado como Moderado, sin embargo se consideran medidas de mitigación.

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 del Fraccionamiento Akumal Caribe. Se consideran medidas de mitigación.

PAISAJE						
Impacto	Negativo	•	Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total
						Crítico (4)

Momento (Mo)	Largo plazo (1)	Mediano plazo (2)	Inmediato (4)	• Crítico (4)		
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	Temporal (2)	• Permanente (4)			
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	• Irreversible (4)			
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	• Sinérgico (2)	Muy sinérgico (4)			
Acumulación (Ac)	Simple (1)	Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	• Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	• Periódico (2)	Continuo (4)			
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	A mediano plazo (2)	Mitigable (4)	• Irreversible (8)		
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) =$ -27			Moderado		

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado en el paisaje tiene una magnitud de (-27), considerado como Moderado.

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 propiciara la generación de empleos.

Empleo						
Impacto	Negativo	Neutro	Positivo	•		
Intensidad (In)	Baja (1)	• Media (2)	Alta (4)		Muy alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	• Parcial (2)	Extenso (4)		Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)	Mediano plazo (2)	Inmediato (4)	•	Crítico (4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	Temporal (2)	• Permanente (4)			
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	• Mediano plazo (2)	Irreversible (4)			
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	Sinérgico (2)	• Muy sinérgico (4)			

Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	<input type="checkbox"/>	Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = 19$					Irrelevante	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (19), considerado como Irrelevante.

#### 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: Atmósfera.

Durante la fase de acabados e 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.

ATMÓSFERA							
Impacto	Negativo	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		

Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	• Sinérgico (2)	• Muy sinérgico (4)			
Acumulación (Ac)	Simple (1)	• Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	• Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	• Periódico (2)	• Continuo (4)			
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	A mediano plazo (2)	Mitigable (4)	• Irreversible (8)		
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -26$				Irrelevante	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (-26), considerado como Irrelevante.

Factor Impactado: Suelo.

Durante esta etapa 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 peligrosos como botes de pintura, aceites, catalizadores, solventes, etc.

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.

SUELO						
Impacto	Negativo	•	Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)	Muy alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•		

Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -26$					Moderado	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (-26), considerado como Moderado.

Factor Impactado: Agua.

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.

Es importante mencionar del proyecto NO se encuentra tipo de corriente de agua superficial perenne y/o intermitente.

AGUA							
Impacto	Negativo	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)		Muy alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	□	Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			

Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	• Periódico (2)	Continuo (4)			
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	A mediano plazo (2)	Mitigable (4)	• Irreversible (8)		
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) =$ -26				Moderado	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (-26), considerado como Moderado.

Factor Impactado: Vegetación.

En la fase final de construcción del proyecto, se llevaran 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 programa de rescate, manejo y conservación de Flora Silvestre, el cual tiene como objetivo proteger aquellos ejemplares que son susceptibles de ser rescatados, especialmente los que encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Thrinax radiata*).

Dentro del predio no se encuentra vegetación de manglar, bajo este panorama y considerando el numeral 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003, exceptuando y puntualizando que la vegetación de manglar mas cercana al predio se ubica a 111.9m se proponen medidas de mitigación.

VEGETACIÓN						
Impacto	Negativo		Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	• Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)	□
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•		

Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	• Periódico (2)	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	A mediano plazo (2)	• Mitigable (4)	<input type="checkbox"/>	Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = 35$				Moderado

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (35), considerado como Moderado.

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 del Fraccionamiento Akumal Caribe. Se consideran medidas de mitigación.

PAISAJE						
Impacto	Negativo	•	Neutro	•	Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)	<input type="checkbox"/>	Mitigable (4)	• Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -27$				Moderado	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado en el paisaje

tiene una magnitud de (-27), considerado como Moderado.

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.

Empleo						
Impacto	Negativo		Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)	Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•		
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = 19$					Irrelevante

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (19), considerado como Irrelevante.

Factor Impactado: Fauna.

La creación de áreas verdes 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.

El proceso de anidación, gestación y reintegración de ejemplares de tortugas marinas no se verá afectado debido a que el proyecto no contempla la modificación, alteración y

destrucción de la duna costera.

La zona de desplante se encuentra a 49.08m a partir del registro de marea más alto; considerando las distancias de anidación reportadas para el frente del predio (12m Max) se están dejando 37.08m para no generar perturbación sobre los ejemplares de tortuga marina.

Es importante considerar, que dadas las características intrínsecas del proyecto, se mantendrá un control sobre cierto tipo de fauna, principalmente roedores e insectos.

FAUNA								
Impacto	Negativo		Neutro		Positivo			
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)		Muy alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)			
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)			
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)					
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)			
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)	•	Mitigable (4)	□	Irreversible (8)	
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = 22$					Irrelevante		

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (22), considerado como Irrelevante.

## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

### OPERACIÓN

Las actividades que se realizarán en la casa habitación y de descanso consistirán básicamente a actividades de alimentación, descanso, recreación y esparcimiento por parte de los habitantes, por lo que se considera que los impactos ambientales en su mayoría serán irrelevantes, solamente será necesario tomar en cuenta los impactos al

suelo y agua, ocasionados por la generación de residuos sólidos y peligrosos, así como los impactos que pudieran ocasionarse a la vegetación y la fauna del lugar.

Factor Impactado: Suelo.

Durante la etapa de operación se producirán y almacenarán temporalmente los desperdicios domésticos que por lo general no suelen contener residuos peligrosos o tóxicos para el ambiente. También se generarán desechos provenientes del mantenimiento de las áreas naturales. Sin embargo, el proyecto contempla áreas específicas para el acopio y estancia temporal de desechos húmedos y secos, en los cuales serán colectados para su posterior traslado al sitio de disposición final de residuos sólidos municipales de Tulum y localidades aledañas.

Teniendo esto en cuenta, no se anticipa la proliferación de fauna nociva ni la dispersión de basura en las áreas naturales cercanas, por lo que el manejo de los residuos generará un impacto positivo al medio. Sin embargo, la generación de basura supone un impacto continuo sobre el basurero municipal.

Se estima que durante la operación del proyecto, en temporada de máxima ocupación, se generen alrededor de 1 tonelada/año 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.

SUELO							
Impacto	Negativo	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)		Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)		Periódico (2)		Continuo (4)	•	
							Total (12)
							Crítico (4)

Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	A mediano plazo (2)	Mitigable (4)	Irreversible (8)	
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -31$			Moderado	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (-31), considerado como Moderado.

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 la casa y las diferentes áreas de servicio a ella asociadas, como son: cisterna, cocina y baños, principalmente, así como por la generación de aguas residuales (calidad) provenientes de su operación cotidiana, por lo que las aguas residuales serán colectadas y conducidas a la planta de tratamiento y al humedal artificial.

AGUA						
Impacto	Negativo	Neutro	Positivo			
Intensidad (In)	Baja (1)	Media (2)	Alta (4)	Muy alta (8)	Total (12)	
Extensión (Ex)	Puntual (1)	Parcial (2)	Extenso (4)	Total	Crítico (4)	
Momento (Mo)	Largo plazo (1)	Mediano plazo (2)	Inmediato (4)	Crítico (4)		
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	Temporal (2)	Permanente (4)			
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	Irreversible (4)			
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	Sinérgico (2)	Muy sinérgico (4)			
Acumulación (Ac)	Simple (1)	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	Periódico (2)	Continuo (4)			
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	A mediano plazo (2)	Mitigable (4)	Irreversible (8)		
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -31$			Moderado		

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado en la calidad del agua de la zona marina tiene una magnitud de (-31), considerado como Moderado, sin embargo se

consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Vegetación.

Las actividades recreativas pueden causar impactos ambientales mínimos hacia la flora local, producto de algún descuido que provoque daños.

Dentro del predio no se encuentra vegetación de manglar, bajo este panorama y considerando el numeral 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003, exceptuando y puntualizando que la vegetación de manglar más cercana al predio se ubica a 111.9m se proponen medidas de mitigación.

VEGETACIÓN						
Impacto	Negativo	•	Neutro	•	Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•		
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)	•	Mitigable (4)	Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -27$					Moderado

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (-27), considerado como Moderado, sin embargo se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Fauna.

Las actividades recreativas pueden causar impactos ambientales hacia la fauna.

Las actividades de anidación, eclosión y reintegración de neonatos de tortugas marinas no se verá afectada debido a que no se pretende realizar alguna actividad o modificar

el entono de la duna costera, durante la operación de la casa habitación se estarán ejecutando las medidas de mitigación propuestas derivadas de la NOM-162-SEMARNAT-2012.

El proceso de anidación, gestación y reintegración de ejemplares de tortugas marinas no se verá afectado debido a que el proyecto no contempla la modificación, alteración y destrucción de la duna costera.

La zona de desplante se encuentra a 49.08m a partir del registro de marea más alto; considerando las distancias de anidación reportadas para el frente del predio (12m Max) se están dejando 37.08m para no generar perturbación sobre los ejemplares de tortuga marina.

FAUNA						
Impacto	Negativo	•	Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)	Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•		
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	• Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -23$					Moderado

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (-23), considerado como Moderado, sin embargo se consideran medidas de mitigación.

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.

PAISAJE						
Impacto	Negativo		Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)	Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)		Periódico (2)		Continuo (4)	•
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)	•	Mitigable (4)	Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -25$					Irrelevante

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado en el paisaje tiene una magnitud de (25), considerado como Moderado.

## MANTENIMIENTO

Los trabajos de mantenimiento tienen, por sí mismos, presentan un 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.

Se espera que se generen diversos residuos peligrosos, entre los que destacan aceites residuales, residuos de grasas, pinturas, estopas, plaguicidas y solventes, los cuales deberán ser manejados de conformidad con la legislación ambiental mexicana, sin embargo dado que las actividades que se realizarán en la casa habitación y de descanso consistirán básicamente a actividades de alimentación, descanso, recreación y

esparcimiento por parte de los habitantes, por lo que se considera que los impactos ambientales en su mayoría serán irrelevantes.

Factor Impactado: Atmosfera.

Se espera la evaporación de solventes (compuestos orgánicos volátiles) durante la aplicación de estos durante la etapa de mantenimiento.

ATMÓSFERA						
Impacto	Negativo	•	Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)	Muy alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•		
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	• Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -26$				Moderado	

Con base en las características del impacto identificado se determinó que este es negativo y de magnitud (-29), considerado como Moderado.

Factor Impactado: Suelo.

Las actividades de mantenimiento, 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.

SUELO						
Impacto	Negativo	•	Neutro	•	Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)	•	Extenso (4)	Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)	•	Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)	•	Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)	•		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)	•		
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)	•	Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)	•	Mitigable (4)	Irreversible (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -25$				Moderado	

Los potenciales impactos generados por eventos de contaminación y/o generación de residuos se consideran de una magnitud de (-25) o Moderado.

Factor Impactado: Agua.

Las actividades de mantenimiento, 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.

AGUA						
Impacto	Negativo	•	Neutro	•	Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)	•	Extenso (4)	Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)	•	Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)	Crítico (4)

Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)	•	Permanente (4)			
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)			
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)			
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)	•				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)	•				
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)	•	Continuo (4)			
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)	□	Mitigable (4)	•	Irreversible (8)	
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -25$						Moderado	

Los potenciales impactos generados por eventos de contaminación y/o generación de residuos se consideran de una magnitud de (-25) o Moderados.

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 del Fraccionamiento Akumal Caribe. Se consideran medidas de mitigación.

PAISAJE								
Impacto	Negativo	•	Neutro	•	Positivo			
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)	•	Alta (4)		Muy alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)	•	Extenso (4)		Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)	•	Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)	•	Crítico (4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)	•	Permanente (4)			
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)			
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)			
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)	•				

Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)	Continuo (4)			
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)	Mitigable (4)	•	Irreversible (8)	
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = -22$					Irrelevante	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado en el paisaje tiene una magnitud de (-22), considerado como Irrelevante.

Factor Impactado: Empleo.

El mantenimiento de los equipos e infraestructura del complejo residencia, tendrá repercusiones positivas dentro del ámbito social al generar empleos.

EMPLEO							
Impacto	Negativo		Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	Irreversible (8)	
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = 19$					Irrelevante	

Con base en las características determinadas anteriormente el potencial impacto identificado tiene una magnitud de (19), considerado como Irrelevante.

## FASE DE ABANDONO.

El tiempo de vida de las obras del proyecto dependerá en gran medida de las acciones de mantenimiento y reparación de las mismas, en un principio se contempla un tiempo de vida de 50 años, una vez transcurrido este tiempo se evaluará la posibilidad de demolición y la posterior construcción de nuevas obras o bien la restauración del sitio, buscando reponer las condiciones que prevalecían antes de la ejecución del presente proyecto.

En el caso de optar por la restauración, se procederá a llevar a cabo las siguientes acciones:

- La demolición de las obras.
- Retiro de todo el material de demolición.
- En cuanto a la vegetación que será restituida, nos avocaremos a la de matorral costero, dado que la cimentación será piloteada, no será necesario restituir todo el sustrato, este sólo será enriquecido, con una capa de suelo fértil.
- En las actividades de reforestación se utilizarán especies nativas, específicamente las que se reportaron en la caracterización de vegetación. De ser necesario la adquisición de plantas para la reforestación, estas serán provendrán de viveros autorizados por la SEMARNAT o del Municipio de Tulum.

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

Después de analizar las condiciones que presenta actualmente el predio y su marco ambiental, en base al trabajo de campo y al conocimiento específico de sus atributos ambientales, y considerando las actividades que se desarrollan en la zona del proyecto, se considera que las afectaciones potenciales provocadas por el desarrollo del proyecto, son factibles de ser mitigadas y prevenidas si se toman las siguientes disposiciones:

- Medidas generales aplicables a las tres etapas del proyecto (preparación, construcción y operación).
- Aplicación de medidas de prevención y mitigación para cada etapa del proyecto.
- La aplicación de medidas de compensación para darle un valor agregado al proyecto.

Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo actividades comunes a más de una etapa de desarrollo, principalmente para las etapas de preparación y construcción, como el empleo de la mano de obra, el almacenamiento y adquisición de materiales, por

lo que se incluyen aquí las medidas para estas actividades:

a) Adquisición de materiales de construcción.

Todos los materiales que se requieran para la obra (grava, arena, polvo, material de relleno o piedra de la región) deberán ser adquiridos en casas y bancos autorizados.

La madera empleada para cimbra y la construcción del proyecto, deberá provenir de aserraderos y/o casas comerciales debidamente autorizadas.

b) Contratación de mano de obra.

El análisis de los impactos que podría generar la contratación de mano de obra merece un apartado especial, como punto de partida al análisis de los impactos ambientales, con la intención de darle un tratamiento general aún cuando se hace mención de los alcances en cada una de las etapas.

En toda manifestación, la contratación de la mano de obra se califica como un impacto benéfico, ya que se generan fuentes de empleo, sin embargo es importante considerar los efectos ambientales y sociales que se provocan por la construcción de un nuevo proyecto y por la presencia del personal que laborará en él, incluso cuando el proyecto no sea de grandes dimensiones.

Durante la preparación y construcción de la mayoría de los proyectos en Quintana Roo, el personal contratado son albañiles cuyo origen es Yucatán y Chiapas, muchos de ellos con un nivel de educación mínimo, los impactos que comúnmente se generan por esta situación son:

- Falta de costumbre en el uso de recipientes de basura, por lo tanto la mayoría de las obras son un verdadero basurero.
- Falta de uso de los baños de la obra y defecación al aire libre. Para mitigar estos impactos, la educación ambiental y el seguimiento de las normas internas son básicos.

El educar al personal en cuanto al uso correcto de la infraestructura de apoyo (baños portátiles y contenedores de basura) nos permite conservar en buen estado los recursos naturales del predio y evitar impactos por malas prácticas.

Asimismo, el mal manejo de la infraestructura de apoyo (baños portátiles y contenedores de basura) por parte de los encargados de supervisar su correcto manejo y funcionamiento, promueve el establecimiento de fauna exótica nociva como ratas y cucarachas, así como la contaminación del manto freático. Lo que puede resultar muy nocivo para la fauna local.

Esta acción puede desencadenar una serie extra de impactos ambientales, ya sea a la vegetación y a la fauna directamente, o indirectamente por la acumulación de residuos, por lo que se proponen las siguientes medidas:

- Concientizar al personal en la importancia del uso adecuado de la

infraestructura de apoyo, lo que se recomienda hacer periódicamente mediante un programa de pláticas durante el tiempo que duren las obras.

- Se acondicionarán suficientes recipientes de basura para evitar que se coloquen de manera inadecuada los residuos, dichos recipientes deberán estar debidamente rotulados preferentemente con gráficos que muestren el tipo de basura que se debe colocar en cada uno de ellos.
- Los contenedores deberán tener tapa y serán colocados en sitios estratégicos preferentemente con sombra.
- Se insistirá al personal en la importancia del uso de los baños.
- Dichos baños deberán recibir mantenimiento continuamente.
- Se mantendrá una continua vigilancia a las actividades de los trabajadores para supervisar que se este haciendo uso de las estructuras de apoyo.
- Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte de manera ilegal a alguna especie de flora o fauna.

#### c) Concientización ambiental.

Entre las actividades de concientización ambiental se sugiere poner la información ambiental al alcance de los trabajadores, de manera que sea fácilmente comprensible, sin importar el nivel de educación, entre estas actividades se propone utilizar señalizaciones y trípticos:

Se considera que la expresión gráfica es la forma mas atinada para hacer llegar la información ambiental a todos los involucrados, ya que sin importar su nivel de educación los gráficos son de fácil comprensión; Por lo tanto, se colocarán letreros informativos, indicativos y/o restrictivos en sitios estratégicos dentro de la obra, los cuales se manejarán en español y en lengua maya, considerando que muchos de los trabajadores de la zona no hablan bien el español.

Los letreros, dependiendo de su tipo, exhibirán anuncios como los siguientes:

- Indicativos: flechas del sentido de circulación vehicular, máxima velocidad permitida, caminos, límites del predio, áreas verdes, ubicación de botes de basura, utilización de sanitarios portátiles, entre otros.
- Restrictivos: señalarán las actividades no permitidas como la caza, la extracción de especies nativas o encender fogatas. Recordarán el no abandonar desechos sólidos o líquidos en cualquier parte de la obra, especificarán el tipo de basura que se depositará en tal o cual contenedor, así como las restricciones de acceso a las áreas verdes, etc.
- Informativos: Señalarán la ubicación de las áreas dentro de la obra (baños, bodegas), las especies de animales que se pueden encontrar dentro del predio, plantas nativas y sus características.

## MITIGACIÓN POR COMPONENTE AMBIENTAL.

- PREPARACIÓN DEL SITIO.

### **Generación de Residuos**

#### **Residuos sólidos.**

En el caso del proyecto “Casa Latam”, no será necesaria la instalación de cocina, ya que los alimentos serán transportados diariamente desde Tulum, únicamente se destinará un área como comedor, esto con el fin de concentrar los desechos orgánicos en un solo lugar. También cabe señalar que los trabajadores serán trasladados diariamente desde Tulum, por lo que no se establecerán campamentos.

Durante esta etapa es cuando se produce una mayor cantidad de residuos orgánicos producto del desmonte. Las medidas de mitigación propuestas son:

#### *Medidas preventivas*

1. La ingestión de alimentos se llevará a cabo estrictamente en la zona destinada para este propósito y los residuos generados deberán depositarse en los recipientes destinados para tal fin.
2. Se deberán colocar suficientes contenedores para basura, señalizados con las leyendas de “Basura Orgánica” y “Basura Inorgánica”, esto inducirá el fomento de una cultura de separación de residuos entre el personal.
3. Los desechos orgánicos e inorgánicos producto de la ingesta de alimentos por parte del personal, deberán ser retirados diariamente del área de trabajo.
4. Los residuos orgánicos provenientes del desmonte, deberán ser triturados conforme se avance en los trabajos de desmonte, con la finalidad de evitar la acumulación excesiva de estos.
5. Se destinará un sitio ya desmontado dentro del área de desplante del proyecto para “centro de acopio” de desechos de construcción, el cual deberá estar delimitado e identificado por medio de un letrero.

#### *Medidas de mitigación*

1. Los contenedores para basura orgánica deberán contar con tapa y estar distribuidos en forma estratégica dentro de la obra, con la intención de permitir el fácil manejo de los mismos por parte de los empleados.
2. Los residuos reciclables deberán ser llevados a un centro de acopio.
3. Los residuos orgánicos provenientes de las actividades de desmonte (vegetación derribada), deberán colocarse en un sitio dentro del proyecto destinado exclusivamente para este tipo de residuos (centro de acopio).
4. Estos residuos deberán utilizarse posteriormente en la elaboración de abono

orgánico (composta), para el mejoramiento de suelos de las áreas ajardinadas del proyecto.

5. Los desechos de construcción deberán ser retirados del predio al lugar donde la autoridad así lo disponga, lo cual deberá realizarse por lo menos una vez a la semana con el fin de evitar su acumulación dentro del predio.
6. Los residuos inorgánicos susceptibles de ser reciclados deberán, de ser posible, ser canalizados a empresas dedicadas a este proceso (envases de vidrio, envases de plástico, latas de aluminio y papel).
7. Se separarán los desechos de construcción que puedan de ser reutilizados, tales como madera, alambres, varillas o cartón, entre otros.
8. Los desechos de construcción que puedan ser reciclados, una vez reutilizados en las actividades propias de la obra como el alambre, cartón, sobrantes de soldaduras, entre otros, deberán canalizarse a compañías dedicadas al reciclaje.
9. El frente de la construcción se mantendrá limpio, quedando prohibido el almacenamiento de escombros y materiales en los predios aledaños, así como en las áreas destinadas a ser conservadas.
10. Todos los residuos, tanto domésticos, como de la construcción, que no sean reciclados o reutilizados, deberán disponerse en el tiradero Municipal de Solidaridad.

### **Residuos líquidos.**

Los residuos líquidos serán en su mayor parte los provenientes de los baños para los trabajadores:

#### *Medidas de prevención*

1. La instalación de la fosa séptica y el humedal se terminará durante la etapa de preparación.
2. Se realizarán pláticas de concientización con los trabajadores acerca de la importancia del uso de los sanitarios portátiles.
3. Se colocarán sanitarios portátiles en proporción de uno por cada diez trabajadores de la obra.
4. Los sanitarios deberán ubicarse en sitios estratégicos dentro de la obra para que los trabajadores tengan fácil acceso a los mismos y de preferencia en lugares con sombra.
5. La limpieza y mantenimiento de los sanitarios, así como la disposición adecuada de los residuos captados, la realizará una empresa especializada por lo menos cada tercer día.
6. Los sanitarios instalados en la obra serán usados adecuadamente, manteniendo normas de higiene y salubridad.

7. Quedará estrictamente prohibido defecar al aire libre.
8. Las aguas generadas en el comedor serán almacenadas en un contenedor de plástico, desalojadas de la obra y serán descargadas donde la autoridad municipal lo determine.

### **Acciones para el manejo y control de grasas, combustibles e hidrocarburos.**

#### *Medidas de prevención:*

1. Toda la maquinaria que ingrese al predio con el fin de realizar labores o dejar material deberá estar en óptimas condiciones.
2. Quedará estrictamente prohibido realizar mantenimiento o reparaciones a maquinaria o camiones dentro del predio salvo en casos estrictamente necesarios.
3. Deberá destinarse un sitio debidamente señalizado para el almacenamiento de aceites, combustibles o sustancias químicas, si es que llegaran a requerirse. Este sitio deberá estar techado, debidamente identificado y contar con piso impermeable y canaletas de recuperación para casos de derrames.
4. Los recipientes donde se almacenen estas sustancias deberán estar tapados y rotulados, indicando su contenido, y deberán colocarse verticalmente para evitar derrames accidentales.
5. Se deberá contar con aserrín para ser utilizado en caso de algún derrame accidental.
6. El manejo de estas sustancias deberá hacerse exclusivamente en el sitio donde lo indique el responsable de la obra.

#### *Medidas de mitigación:*

1. En caso de una avería, cuya reparación in situ representa un menor impacto que su traslado, se permitirá la atención al problema, siempre y cuando el lugar donde se atiende se acondicione apropiadamente para evitar el derrame de sustancias y su absorción al suelo, tal como la colocación de plástico y aserrín a manera de tapete para contener el derrame, y siempre cumpliendo con las medidas pertinentes de seguridad y procedimiento establecidas.
2. En caso de derrames accidentales de aceite o hidrocarburos al suelo, se procederá a contenerlos con "aserrín"; el material impregnado con estos contaminantes se colocará en bolsas plásticas y será trasladado al sitio que indique la autoridad municipal.
3. En caso de detectarse que se está empleando equipo o maquinaria en malas condiciones mecánicas, éstos serán retirados del servicio que estén prestando en el momento, y deberán ser sustituidos por otros en buen estado.

### **DESPALME Y DESMONTE DE LA VEGETACIÓN.**

Durante esta etapa se derivan varios impactos por la presencia de los trabajadores, el

uso de maquinaria pesada, así como el uso de vehículos para el abastecimiento de material de construcción, sin embargo, por la brevedad de esta etapa los impactos serán puntuales y directos.

En esta etapa se encuentra la mayor incidencia de impactos sobre la vegetación, debido a que serán efectuados desmontes y despalmes, provocando el consecuente daño a la fauna.

Además de los daños a la vegetación y la fauna, los principales indicadores a impactar serán: las formas del terreno y la generación de residuos.

Los impactos a la economía son positivos, por lo tanto no fue incluida la propuesta de medidas de mitigación.

Respecto a los impactos adversos, los referentes a residuos son factibles de ser mitigados, por lo que los impactos residuales en esta etapa representan una mínima proporción, además de ser muy puntuales como los referentes al ruido.

Factor impactado: Vegetación.

Como se ha mencionado anteriormente, la fase de desmonte de un terreno, es uno de los impactos más significativos dentro de las diferentes fases del proyecto. De forma específica, para el desmonte y despalme se deberán considerar los siguientes lineamientos:

1. Antes de realizar actividades de rescate de vegetación y desmonte, se limitará con cinta de seguridad ó otra barrera el perímetro del área a desmontar, esto con el fin de no rebasar los límites del área permitida para realizar estas actividades, además de colocar señalamientos que indiquen los trabajos a realizarse.
2. Se instalará un vivero provisional, el cual deberá ubicarse en una zona sombreada dentro del área de desplante del proyecto, o bien en alguna zona limítrofe al área de maniobras a la cual se tenga fácil acceso y se encuentre libre de los estratos herbáceo y arbustivo.
3. El rescate de la vegetación se deberá realizar en las primeras horas del día para evitar el daño de las raíces por la exposición al sol.
4. Las especies jóvenes de importancia ambiental encontradas en las superficies de desmonte, serán rescatadas y plantadas en zonas ajardinadas del proyecto.
5. Se confirmará que se respeten las dimensiones autorizadas a fin de no afectar áreas vecinas.
6. Se deberá utilizar el equipo adecuado de protección para el personal que ejecutará las actividades, además de tener en buenas condiciones de funcionamiento de dicha herramienta.
7. Para ningún tipo de vegetación se utilizará productos químicos o fuego.
8. Se contempla la incorporación al 100% de la vegetación de la duna, no tiene contemplado remover, dañar o utilizar ninguna de las especies vegetales de la duna, por el contrario el proyecto se pretende ayudar al desarrollo, cuidado y

mantenimiento de los mismos.

9. La poda de la vegetación a las orillas del camino y en zonas límite con el área de desplante se realizará de forma manual y controlada

Adicionalmente se realizarán otras medidas para promover la conservación de la duna como:

- Restringir el tránsito de personas a senderos bien delimitados y señalados.
- No colocar sombrillas ni camastros que impliquen el daño físico y muerte sobre la vegetación.
- Se colocarán letreros indicativos de la importancia y la protección de vegetación duna costera, y restricciones de acceso.
- Se indicarán las actividades que dañan las dunas costeras e invitar a las personas que tengan acceso al proyecto a no realizarlas.
- No se permitirá la extracción de plantas con fines diferentes a los del rescate y exclusivo de las áreas de aprovechamiento.
- Se mantendrán limpias y libres de residuos sólidos todas las zonas de conservación.

Adicionalmente se realizarán otras medidas para promover la conservación y protección al manglar:

1. Se instalará una malla de protección para evitar el paso peatonal de los trabajadores y visitantes a la vegetación, en la parte inferior de la malla tendrá aperturas de 60 cm de largo por 50 de ancho para facilitar el tránsito de fauna silvestre.
2. Limpieza permanente y retiro de los residuos presentes en el ecotorno.
3. Se diseñarán y colocarán señalamientos alusivos para la protección de la zona de manglar, con el propósito de que, quienes circulen por el camino del Fraccionamiento Akumal estén enterados del estatus de protección de las especies de manglar y de las sanciones a que serán acreedores quienes las afecten.

Factor impactado: Fauna.

Los animales que se llegasen a encontrar en el lugar se alejarán, ya sea de manera natural, por los ruidos y movimientos que generará la obra, o mediante su ahuyentamiento o reubicación por parte de personal capacitado. Se espera que una vez iniciado los trabajos, solamente los animales de lento desplazamiento serán reubicados para no interferir con sus procesos biológicos.

*Medidas Preventivas:*

1. Al aplicar las medidas de prevención y mitigación en la etapa de preparación, se espera que las especies de fauna presentes se desplacen hacia otros sitios más seguros, y que las especies de lento desplazamiento o de alta fidelidad a su ámbito hogareño, que pueden no desplazarse, no sean afectadas. Medidas preventivas:
2. Previo a las labores de preparación se realizará un recorrido con el fin de localizar a los organismos de lento desplazamiento y reubicarlos en zonas más seguras.
3. Si consideramos que el horario de mayor actividad de la fauna es nocturno, entonces el horario de trabajo del personal y de los equipos se limitará a un horario diurno (7:00 a 17:00 horas).
4. No se colocarán barreras físicas como bardas alrededor del predio, con el fin de facilitar el paso de la fauna.

*Medidas de mitigación:*

1. Se colocarán anuncios y señales informando sobre la importancia de la fauna, las razones de su protección e incluso las sanciones a las que se harán acreedores en caso de que se sorprenda a alguien afectando o aprovechando algunas de las especies de fauna presentes en el sitio.
2. Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte de manera ilegal a alguna especie de flora o fauna.
3. No se permitirá la introducción de fauna exótica, especialmente gatos y perros.
4. Se recomienda la contratación de un residente de obra con la formación necesaria para supervisar las actividades de rescate y manejo de flora y fauna, y educación ambiental.

Factor impactado: Atmósfera.

1. Se recomienda realizar estos trabajos en fase húmeda, es decir, agregar agua tratada.
2. 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. Los vehículos deberán de estar tapados inclusive aunque no transporten nada.
3. 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.
4. Por otra parte, 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.

Factor impactado: Suelo y Agua.

1. Dentro del proyecto general de obras, no se contempla el que existan lugares de almacenamiento para combustibles y lubricantes, por lo que la(s) constructora(s) que estén a cargo de la obra, deberán hacerse responsables del manteniendo y abastecimiento de combustible de los vehículos, maquinaria y equipo.
2. Cuando sea necesario alguna reparación o mantenimiento emergente de maquinaria dentro del proyecto esta deberá realizarse sobre un área impermeable habilitada para tal efecto.
3. No se permitirá el vertimiento de materiales y residuos en las zonas de escorrentía o en el suelo desnudo. Se verificará que los trabajadores no arrojen ningún tipo de sustancia o residuo directamente a la playa o al mar.
4. Se colocarán suficientes contenedores de residuos con las leyendas “orgánico” e “inorgánico” a lo largo de todo el proyecto, lo cual permitirá su posterior separación de acuerdo a su naturaleza. Los residuos sólidos, una vez separados, serán clasificados en no peligrosos (comida, aluminio, PET, papel, cartón), y peligrosos (pilas, envases de fertilizantes, de cloro y de pinturas, aceites, entre otros), y se canalizarán a empresas u organismos encargados de su reciclamiento y/o disposición adecuada.
5. Así mismo, se deberá instalar un sanitario portátil, 1 por cada 15 trabajadores de la obra o fracción excedente de quince, según establece el Reglamento de Construcciones.

Factor Impactado: Paisaje.

1. Durante los trabajos de preparación del sitio (desmante, despirme y nivelación del terreno del proyecto), se deberá cubrir las colindancias hacia la playa y las calles con el fin de disminuir el impacto visual de las actividades que se desarrollen. La composición de las estructuras será acorde al entorno natural del sitio, por lo que se usará una malla sombra del 80% de color verde.

#### LIMPIEZA Y NIVELACIÓN DEL TERRENO.

Factor impactado: Suelo y Agua.

1. Con la finalidad de evitar la pérdida de suelo por la acción del viento, se procurará mantener durante los trabajos de preparación, el terreno en fase húmeda.
2. Se procurará aprovechar en lo posible, el material extraído de las zonas de excavación en los trabajos de nivelación, con el fin de disminuir el manejo de material proveniente de bancos de materiales.
3. En el caso que sea necesario el uso de bancos de material, estos deberán estar debidamente autorizados por la autoridad correspondiente. Por ningún motivo se deberá utilizar la playa ni la zona marina como banco de material.
4. Dentro del proyecto general de obras, no se contempla el que existan lugares de almacenamiento para combustibles y lubricantes, por lo que la(s) constructora(s) que estén a cargo de la obra, deberán hacerse responsables del manteniendo y abastecimiento de combustible de los vehículos, maquinaria y equipo.

5. Cuando sea necesario alguna reparación o mantenimiento emergente de maquinaria dentro del proyecto esta deberá realizarse sobre un área impermeable habilitada para tal efecto.
6. No se permitirá el vertimiento de materiales y residuos en las zonas de escorrentía o en el suelo desnudo. Se verificará que los trabajadores no arrojen ningún tipo de sustancia o residuo directamente a la playa o al mar.
7. Los diferentes tipos de desechos que se generen durante esta etapa podrán ser almacenados temporalmente en los frentes de trabajo para posteriormente ser enviados de manera apropiada para su disposición final en sitios autorizados por el Municipio. Se deberá colocar recipientes para el depósito de residuos de tipo doméstico e identificarlos para evitar confusiones o mezcla de residuos de diferentes tipos.
8. Se deberá instalar un sanitario portátil, 1 por cada 15 trabajadores de la obra o fracción excedente de quince.

La nivelación y consiguiente modificación del relieve, es la actividad que directamente influye sobre algunos de los componentes ambientales del sitio del proyecto, la compactación del suelo, modifica los niveles de permeabilidad del mismo, trayendo consigo una pérdida en la captación de agua.

Asimismo, la alteración de las curvas de nivel modifica la dirección de los flujos naturales del agua pluvial, trayendo estancamiento de agua o bien, la desecación de determinadas áreas.

Es importante mencionar, que los escurrimientos superficiales son de vital importancia ya que funcionan como captadores de agua.

Cabe resaltar que el proyecto se ubicará detrás de la zona federal marítimo terrestre, por lo que no se afecta a la ZOFEMAT en cuanto a vegetación, ó al relieve.

Una vez identificados y calificados estos impactos, se proponen las siguientes medidas:

*Medidas preventivas:*

- Se recuperará la capa de suelo fértil de la zona donde será retirada la vegetación.

*Medidas de mitigación:*

- Las actividades de construcción del proyecto se programarán de manera que estas se realicen inmediatamente después del desmonte del predio, con el fin de disminuir los tiempos de exposición del suelo.
- Con el fin de no interrumpir los aportes de agua pluviales, la mayor parte de la construcción se realizará sobre pilotes, por lo que no se cimentará la superficie de desplante.

Factor Impactado: Paisaje.

Durante los trabajos de preparación del sitio (desmonte, despilme y nivelación del terreno del proyecto), se deberá cubrir las colindancias hacia la playa y las calles con el

fin de disminuir el impacto visual de las actividades que se desarrollen.

- CONSTRUCCIÓN.

Considerando las características ambientales del sitio y las alteraciones ya realizadas a los distintos ecosistemas durante la etapa de preparación, los impactos potenciales en la etapa de construcción son factibles de mitigarse tomando las medidas adecuadas.

### **Generación de Residuos**

- Acumulación de partículas de polvo y humo.- La acumulación de partículas de polvo y humo sobre el estrato vegetal, disminuye la capacidad fotosintética de los organismos vegetales.
- Generación de residuos sólidos.- La generación de residuos sólidos como parte de los trabajos de construcción, puede llegar a impactar a determinados recursos naturales o bien favorecer la proliferación de fauna nociva al ambiente, lo que resulta riesgoso, además de tener un efecto paisajístico negativo.
- Generación de residuos peligrosos.- Durante las actividades de construcción no se tiene contemplada la generación de éste tipo de sustancias, el suministro de combustible de los equipos se realizará diariamente.

#### *Medidas de prevención:*

1. Como parte del programa de educación ambiental, se realizarán pláticas con el personal para concientizarlo sobre la importancia de colocar la basura en los contenedores y de hacer el uso correcto de ellos.
2. Se colocarán suficientes contenedores de basura con las leyendas “orgánica” e “inorgánica” a lo largo de todo el proyecto, lo cual permitirá su posterior separación de acuerdo a su naturaleza.
3. Los materiales pétreos que sean adquiridos deberán ser transportados húmedos y serán tapados con lonas para evitar la dispersión de partículas de polvo.

#### *Medidas de mitigación:*

1. Diariamente se realizará el riego de las áreas que se encuentren desmontadas para evitar la dispersión de partículas de polvo.
2. Se realizará la separación de residuos, los cuales serán clasificados en no peligrosos (aluminio, pet, papel, cartón), y peligrosos (pilas, materiales y productos de curación, envases de fertilizantes, de cloro y de pinturas, aceites, entre otros), y se entregarán a empresas u organismos encargados de canalizarlos para su reciclamiento y/o disposición adecuada.
3. Los desechos orgánicos derivados del consumo de alimentos en la cocina, serán utilizados para la elaboración de composta.
4. Los residuos orgánicos e inorgánicos que no sean viables de aprovecharse,

serán almacenados en bolsas de plástico y colocados en contenedores, y serán dispuestos donde la autoridad municipal lo determine.

5. Los envases de sustancias peligrosas tales como pinturas, aceites, cloro, fertilizantes etc. deberán ser colocados en un contenedor especial para su posterior traslado al sitio donde la autoridad lo señale.

### CIMENTACIÓN DEL TERRENO.

Factor impactado: Fauna.

1. Los animales que se llegasen a encontrar durante la etapa de construcción se alejarán una vez iniciado los trabajos, solamente los animales de lento desplazamiento serán reubicados para no interferir con sus procesos biológicos.
2. Las obras se realizarán por el día con la finalidad de perturbar con ruido la anidación de tortugas marinas.

Factor impactado: Suelo y Agua.

1. Se deberá tener un estricto control sobre el mantenimiento o reparación de la maquinaria y equipo con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación, principalmente por hidrocarburos.
2. Cuando sea necesario alguna reparación o mantenimiento emergente de maquinaria dentro del proyecto esta deberá realizarse sobre un área impermeable habilitada para tal efecto, evitando a toda costa realizarlo en el área de excavación.
3. Se les comunicará a la constructora que quedará estrictamente prohibida la extracción por cuenta propia de arena o cualquier otro material de construcción en sitios cercanos al proyecto sin autorización.
4. La disposición final de los residuos producto de la excavación que no sean reciclables, deberá realizarse en depósitos debidamente autorizados.
5. Los diferentes tipos de desechos generados podrán ser almacenados temporalmente en los frentes de trabajo para posteriormente ser enviados para su disposición final.
6. Se deberá instalar un sanitario portátil, excusado o letrina, por cada 15 trabajadores de la obra o fracción excedente de quince.

Factor impactado: Atmósfera.

*Medidas preventivas:*

1. Se recomienda realizar estos trabajos en fase húmeda, es decir, agregar agua tratada. 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. Los vehículos deberán de estar tapados inclusive aunque no transporten nada.
2. 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.

3. Por otra parte, 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.

*Medidas de mitigación:*

1. Se limpiarán con un aspersor de agua las plantas que presenten cantidades excesivas de polvo en sus hojas con el fin de no disminuir su actividad fotosintética.
2. Se dará el mantenimiento necesario a las plantas provenientes del rescate y mantenidas en el vivero hasta su reintroducción, con la finalidad de mantenerlas en óptimas condiciones para su posterior trasplante en las zonas de reforestación.

Adicionalmente se realizarán otras medidas para promover la conservación y protección al manglar:

1. Se dará mantenimiento o se reemplazara la malla de protección para evitar el paso peatonal de los trabajadores y visitantes a la vegetación; se revisarán las aperturas de 60 cm de largo por 50 de ancho para facilitar el tránsito de fauna silvestre.
2. Limpieza permanente y retiro de los residuos presentes en el ecotorno.
3. Se dará mantenimiento continuo a los señalamientos alusivos para la protección de la zona de manglar, con el propósito de que, quienes circulen por el camino del Fraccionamiento Akumal estén enterados del estatus de protección de las especies de manglar y de las sanciones a que serán acreedores quienes las afecten.

Factor Impactado: Paisaje.

Durante los trabajos de construcción (cimentación, estructura y albañilería y acabados e instalaciones), se deberá cubrir las colindancias hacia la playa y las calles con el fin de disminuir el impacto visual de las actividades que se desarrollen.

## ESTRUCTURAS Y ALBAÑILERÍA.

Factor impactado: Fauna.

Los animales que se llegasen a encontrar durante la etapa del construcción se alejarán una vez iniciado los trabajos, solamente los animales de lento desplazamiento serán reubicados para no interferir con sus procesos biológicos.

Durante esta etapa, la intensidad de las actividades y las perturbaciones indirectas resultantes de las actividades de construcción son las principales responsables de la modificación y alteración de la conducta de la fauna. Para evitar impactos significativos

por estas actividades se proponen las siguientes medidas.

*Medidas preventivas:*

1. Antes de las actividades de construcción, el área del proyecto deberá ser revisada nuevamente para evitar que algún individuo de fauna quede atrapado entre los residuos de vegetación, o haya reingresado al área.
2. Todos los vehículos que transiten por el camino de terracería que conduce al predio del proyecto, se sujetarán a los límites de velocidad establecidos.
3. No se permitirá la introducción de fauna exótica, especialmente gatos.
4. Se instalarán una serie de señalizaciones con el fin de proteger a la flora y fauna, tales como:
  - No alimentar a la fauna
  - Indicarán que animales pueden encontrarse dentro del predio
  - No molestar a la fauna
  - No depositar residuos fuera de las zonas indicadas
  - No provocar ruido innecesario
  - No remover, coleccionar o dañar vegetación.
  - No remover, coleccionar o dañar ningún tipo de fauna.

*Medidas de mitigación:*

1. Limpieza constante de las áreas de trabajo especialmente el área de comedor, para evitar proliferación de fauna nociva.
2. Se pondrá a disposición de las autoridades a toda persona que afecte de manera ilegal a alguna especie de fauna.
3. Si se detectan especies ferales, serán retiradas fuera de la reserva.
4. Si alguna especie de fauna nativa resulta herida por efecto de las actividades de construcción, recibirá atención médica veterinaria y se dará aviso inmediato a la Dirección de la Reserva.
5. Se tendrá especial atención con los animales domésticos que se puedan presentar en el predio, con el fin de que sean retirados de manera inmediata.
6. Se deberá evitar al máximo la presencia de objetos que obstaculicen el uso de la vegetación por parte de la fauna nativa.
7. En las áreas exteriores deberán instalarse focos de baja intensidad y de preferencia en color ámbar, evitándose en lo posible la alteración de la

conducta de la fauna por la iluminación excesiva.

Las acciones tomadas respecto a la concientización de los trabajadores en la etapa de preparación serán benéficas en esta etapa, se reforzarán estas acciones y se les dará mantenimiento constante a las señalizaciones.

Factor impactado: Atmósfera.

Es importante prevenir y evitar la dispersión a la atmósfera de polvos y material particulado, por lo que se deberá tener especial cuidado en el uso de materiales en polvo y cuando sea posible realizar las actividades en fase húmeda.

Todos los vehículos que se empleen para el transporte de materiales y/o residuos de la construcción y materiales a granel deberán circular tapados con lonas para evitar la dispersión de partículas.

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.

Factor impactado: Suelo y Agua.

La disposición final de los residuos producto de la albañilería que no sean reciclables, deberá realizarse en depósitos debidamente autorizados. Los materiales susceptibles de ser reciclados, como fierro estructural, tubular, cancelería y vidrio, concreto armado, concreto limpio, tabiques, ladrillos, adocretos, materiales cerámicos, mortero, bloc mampostería, materiales arcillosos o tepetatosos y fresado de carpeta asfáltica, entre otros, deben ser puestos a disposición de empresas autorizadas en el manejo y reciclaje de estos residuos.

Los diferentes tipos de desechos generados podrán ser almacenados temporalmente en los frentes de trabajo para posteriormente ser enviados para su disposición final. Se deberá tener especial atención para la segregación de los residuos peligrosos de los no peligrosos separándolos en tambores metálicos de 200 litros con tapa.

Se deberá instalar un sanitario portátil, excusado o letrina, por cada 15 trabajadores de la obra o fracción excedente de quince, según establece el Reglamento de Construcciones.

Factor Impactado: Paisaje.

Durante los trabajos de construcción (cimentación, estructura y albañilería y acabados e instalaciones), se deberá cubrir las colindancias hacia la playa y la calle con el fin de disminuir el impacto visual de las actividades que se desarrollen.

## ACABADOS E INSTALACIONES.

Factor Impactado: Vegetación.

Las zonas ajardinadas serán reforestadas con vegetación nativa provenientes de las actividades de rescate de la etapa de desmonte y despalme.

Factor impactado: Fauna.

Los animales que se llegasen a encontrar durante la etapa de construcción se alejarán una vez iniciado los trabajos, solamente los animales de lento desplazamiento serán reubicados para no interferir con sus procesos biológicos.

Las obras se realizarán por el día con la finalidad de perturbar con ruido la anidación de tortugas marinas.

Factor impactado: Atmosfera.

Los acabados de pintura o barniz se realizarán con brocha, evitando la dispersión de partículas volátiles.

Factor impactado: Suelo y Agua.

Se deberá tener un estricto control sobre el mantenimiento de los equipos a utilizar con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación. No se permitirán actividades de reparación y/o mantenimiento del equipo dentro del proyecto, con el fin de evitar fuentes de contaminación.

Se deberá asignar un lugar controlado para el manejo de los residuos de construcción con el fin de que sean levantados periódicamente y dispuestos adecuadamente. En caso de que se generen residuos peligrosos, éstos deberán ser almacenados y dispuestos de acuerdo con lo indicado en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos. Deberán disponerse en puntos estratégicos de la obra, tambos metálicos con tapa con el fin de recolectar los residuos sólidos que se produzcan.

Es recomendable que los residuos puedan ser separados desde esta fase con el fin de reciclar el mayor volumen posible.

Se deberá instalar un sanitario portátil, excusado o letrina, por cada 15 trabajadores de la obra o fracción excedente de quince, según establece el Reglamento de Construcciones.

Factor Impactado: Paisaje.

Durante los trabajos de construcción (cimentación, estructura y albañilería y acabados e instalaciones), se deberá cubrir las colindancias hacia la playa y las calles con el fin de disminuir el impacto visual de las actividades que se desarrollen.

- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

OPERACIÓN DE LA CASA HABITACIÓN Y DE DESCANSO.

Factor impactado: Vegetación.

En las áreas ajardinadas se utilizarán preferentemente plaguicidas y/o fertilizantes orgánicos, o bien, los autorizados por la CICOPLAFEST (Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas). En cualquier caso, deberán leerse cuidadosamente las instrucciones de aplicación del producto, así como las medidas de precaución necesarias para su manejo.

Factor impactado: Fauna.

Se respetará y protegerá a la fauna que habitará el área de conservación.

Se instalarán letreros que promuevan el cuidado de la fauna de la región, dentro y fuera del área de conservación.

La iluminación será de cortesía, utilizando focos led's que no generan calor y de color ámbar o verde dirigidos al piso de los andadores y terrazas. Estos focos se encenderán únicamente durante la estancia de los usuarios.

No se permitirá la introducción de fauna exótica.

□ Se instalarán una serie de señalizaciones con el fin de proteger la fauna tales como: No alimentar a la fauna, No molestar a la fauna, No depositar residuos fuera de las zonas indicadas, No provocar ruido innecesario y No remover, coleccionar o dañar ningún tipo de fauna. Se realizará la limpieza constante de las vialidades, para evitar proliferación de fauna nociva.

Se respetaran y dará cumplimiento a las especificaciones enlistadas en la NOM-162-SEMARNAT-2012.

Factor impactado: Suelo y Agua.

Por las dimensiones del proyecto, el gasto de agua se reduce al uso de baños y cocina por lo que se considera que no habrá impactos significativos.

Como parte de las medidas de prevención consideradas, tenemos:

1. La ubicación idónea de la fosa séptica y el humedal artificial.
2. Canalizar adecuadamente las aguas residuales.
3. El agua de tratada en la planta de tratamiento será utilizada en las actividades de limpieza de la casa y riego de áreas verdes.
4. Las labores de mantenimiento constarán básicamente de limpieza periódica de las instalaciones. Se recomienda que en caso de ser necesario, se utilicen sustancias biodegradables con el fin de evitar y prevenir, cualquier escurrimiento o derrame que pudiese contaminar el suelo o el agua.
5. Se utilizarán muebles de bajo consumo de agua y dispositivos economizadores en llaves y regaderas, para el suministro de agua caliente de las regaderas de los departamentos se hará por medio de calentadores solares con depósito, así mismo se recomienda utilizar muebles activados con equipos de sensor de presencia.
6. Se adoptarán medidas para el ahorro del agua (evitar fugas, sistemas de riego, electrodomésticos ahorradores) y la electricidad (uso de focos y electrodomésticos ahorradores), con lo cual se obtendrán beneficios económicos y ambientales.
7. Para la etapa de operación del proyecto las aguas residuales serán colectadas y conducidas a la planta de tratamiento del predio, posteriormente al humedal artificial y al pozo de descarga.

## **Generación de residuos líquidos y sólidos.**

Durante la fase de operación se generará basura diariamente, por lo que un mal manejo y disposición de los residuos puede originar impactos; como la intrusión de basura en la vegetación o bien en la playa, pudiendo resultar peligroso para las zonas arrecifales o la fauna silvestre; ó bien dar pauta a la proliferación de fauna nociva (moscas, mosquitos, cucarachas y ratas) en la zona del proyecto.

Por otro lado, un mal tratamiento de las aguas residuales y una mala disposición de las mismas pueden afectar de manera directa la calidad de los mantos freáticos y a las aguas marinas aledañas, afectando de igual forma a las zonas arrecifales.

### *Medidas preventivas:*

1. Se contará con el número adecuado de recipientes para basura, con el fin de evitar la proliferación de fauna nociva, los cuales permanecerán siempre bien tapados.
2. Los residuos sólidos serán separados adecuadamente según tipo de basura, para una mejor disposición y serán retirados por lo menos cada tercer día y entregados a los camiones recolectores del poblado de Tulum.
3. Se realizarán actividades para el mantenimiento constante de tuberías.
4. Se realizarán actividades para el mantenimiento oportuno de la fosa séptica.

### *Medidas de mitigación:*

1. Se realizará el composteo del material vegetal proveniente de la limpieza de las áreas ajardinadas.
2. Las aguas residuales y de desecho generadas por la operación del proyecto serán tratadas por un sistema mixto de tratamiento. El agua ya tratada será empleada para el mantenimiento de las áreas verdes y la casa o suministrada al pozo de descarga.
3. Es importante elaborar un programa o reglamento de manejo ambiental, el cual considere todas las acciones propuestas por parte del promovente y las condicionantes que la autoridad marque en la resolución de impacto ambiental.
4. Se mantendrá un programa sistemático de limpieza, en todas las áreas del proyecto y las aledañas al mismo.
5. Se realizarán actividades de limpieza y recolección de basura en el área de playa del predio y las áreas colindantes.

## **Niveles de ruido.**

Durante la etapa de operación del proyecto, no se realizarán actividades que impliquen un aumento significativo en los niveles de ruido, sin embargo se tomarán las medidas de mitigación correspondientes:

1. Se conducirá a baja velocidad

2. No se utilizará equipo de sonido al realizar actividades recreativas en la a ZOFEMAT.
3. El equipo recibirá de manera constante mantenimiento preventivo.
4. Se evitará el uso de equipos de video y sonido a altos niveles de volumen.

#### MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

Básicamente el mantenimiento de las instalaciones se deberá ajustar a actividades preventivas y correctivas que garanticen el buen funcionamiento del total de los sistemas y servicios de la casa, como son: pintura interior y exterior, impermeabilizada, aire acondicionado, electricidad, equipamiento hidráulico y sanitario, áreas verdes, etcétera.

La disposición final de los residuos producto de las obras de mantenimiento que no sean reciclables, deberá realizarse en depósitos debidamente autorizados. El manejo, transporte y aprovechamiento de estos residuos se realizará de acuerdo con las disposiciones que establecen la legislación y reglamentación correspondiente.

Los materiales susceptibles de ser reciclados, como fierro estructural, tubular, cancelería y vidrio, concreto armado, concreto limpio, tabiques, ladrillos, adocretos, materiales cerámicos, mortero, bloc mampostería, materiales arcillosos o tepetatosos y fresado de carpeta asfáltica, entre otros, deben ser puestos a disposición de empresas autorizadas en el manejo y reciclaje de estos residuos.

Los diferentes tipos de desechos generados podrán ser almacenados temporalmente en los frentes de trabajo para posteriormente ser enviados para su disposición final a cargo de los contratistas especializados y con las autoridades correspondientes.

Dentro de estos trabajos de mantenimiento pueden ser generados residuos tales como aceites usados, pinturas, sus recipientes contenedores, estopas impregnadas de grasas, aceites o solventes y envases de combustibles y lubricantes entre otros, los cuales se catalogan como residuos peligrosos de acuerdo a la NOM-052- SEMARNAT-2005, por lo que deberán almacenarse, transportarse y confinarse de acuerdo a lo establecido por la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de noviembre de 1988.

Se deberá tener especial atención para la segregación de los residuos peligroso de los no peligrosos separándolos en tambores metálicos de 200 litros. En ningún caso se permitirá el disponer de residuos de solventes, pinturas, grasas, aceites, agroquímicos, etc. en los sistemas de alcantarillado. Todas las aguas residuales generadas en estas labores deberán ser depositadas en contenedores especiales para su manejo adecuado como residuos peligrosos.

#### VALORACIÓN EN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Si bien son pocos los impactos ambientales que se espera puedan ocurrir con el desarrollo de la obra y de las actividades previstas, y aunque ninguno de ellos será significativo, es importante establecer algunas medidas preventivas, para asegurarse que se minimicen los efectos sobre el ambiente.

Las medidas de prevención y/o corrección para los impactos ambientales potenciales identificados se relacionan en la tablas siguientes, señalando en cada caso el impacto al que se dirige o efecto que pretende corregir, la definición y objetivo de la medida, el momento óptimo de aplicación, así como su prioridad, costos estimados y estrategia de verificación para su aplicación se describen a continuación

Programa de Rescate de vegetación	
DESCRIPCIÓN	Esta medida consiste en la sustracción y trasplante de individuos de palma Chit ( <i>T. Radiata</i> ) y demás especies susceptibles de rescate, seleccionados por sus características y valores de importancia determinados por su estatus jurídico, capacidad de ornato, alimento, potencial para la fauna, talla y estado de madurez. La especie <i>T. radiata</i> es de gran importancia legal, toda vez que se encuentra enlistada en la NOM 059-SEMARNAT-2001.
OBJETIVOS	<p>1) Minimizar el impacto sobre las poblaciones de especies vegetales con estatus jurídico de protección.</p> <p>2) Contribuir a salvaguardar el germoplasma de las especies seleccionadas, dentro de las que se consideran las especies citadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001.</p>
TIPO DE MEDIDA	Mitigación, Preventiva
MOMENTO DE APLICACIÓN	Fase pre-constructiva, previa al desmante
COSTO DE LA MEDIDA	\$50,000 mensuales
IMPACTOS POTENCIALES QUE PREVIENE, MITIGA O CORRIGE/EFFECTOS	<p style="text-align: center;">1)</p> <p>Afectación a las poblaciones de especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.</p> <p style="text-align: center;">2) Eliminación de la vegetación</p> <p style="text-align: center;">3) Afectación a la fauna</p> <p style="text-align: center;">4) Modificación del paisaje natural</p>
ESPECIFICACIONES (EN SU CASO)	<p>1) Las acciones de rescate que se emprendan deberán sustentarse en un Programa.</p> <p>2) Dicho Programa deberá establecer los procesos y procedimientos para el rescate de la flora presente en el predio, previo al desmante.</p>

	3) El programa incluirá recomendaciones sobre las técnicas más adecuadas para el rescate, mantenimiento de las plantas y el trasplante de las mismas.
MODO DE SUPERVISIÓN	En una bitácora se reportarán las acciones las cuales se entregarán por escrito en un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y documentación pertinente.

<b>Programa de supervisión y gestión ambiental</b>	
DESCRIPCIÓN	<p>Este programa está dirigido a la prevención y en su caso, a la detección oportuna y corrección de los efectos derivados de impactos ambientales que podrían ocurrir durante el proceso constructivo de las obras proyectadas.</p> <p>Es un Programa de aplicación cotidiana tendiente al control de posibles emisiones, derrames y escurrimientos que pudieran afectar el aire, el suelo o el agua; a la verificación de la conservación de las áreas no previstas para su desarrollo, así como a la vigilancia de la aplicación de las condicionantes que imponga la autoridad al desarrollo de las obras proyectadas.</p>
OBJETIVOS DE LA MEDIDA	<p>1) Minimizar los impactos ambientales potenciales típicos de los proyectos de desarrollo.</p> <p>2) Vigilar las áreas naturales conservadas con vegetación nativa y especies protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001</p> <p>3) Vigilar las actividades de reforestación y/o jardinería con vegetación nativa.</p> <p>4) Vigilar y salvaguardar las especies citadas en la NOM-022-SEMARNAT-2003.</p>
TIPO DE MEDIDA	Preventiva

MOMENTO DE LA APLICACIÓN	Etapa de construcción.
COSTO DE LA MEDIDA	\$20,000 mensuales
IMPACTOS POTENCIALES QUE PREVIENE, MITIGA O CORRIGE/EFFECTOS	1) Contaminación por aguas residuales
	2) Contaminación por fecalismo al aire libre
	3) Afectación al agua, suelo, atmósfera, vegetación nativa, fauna y paisaje natural por disposición inadecuada de residuos
	4) Modificación del paisaje natural
	5) Afectaciones por accidentes por derrames de sustancias peligrosas y combustibles.
	6) Contaminación por partículas y polvos suspendidos en el aire.
	7) Contaminación al suelo y agua por maquinaria en mal estado de mantenimiento
	9) Contaminación del suelo y agua por generación de residuos sólidos.
	ESPECIFICACIONES EN SU CASO
2) Deberá verificarse las medidas de mitigación y prevención propuestas como el Mantenimiento periódico de la maquinaria que sea utilizada y las acciones de prevención de dispersión de polvos y partículas suspendidas al aire a causa de las actividades del proyecto.	
3) La supervisión ambiental incluirá el seguimiento de las condiciones impuestas por la autoridad, así como, a las medidas de mitigación propuestas.	

MODO DE SUPERVISIÓN	1) Contratación de una empresa y/o técnico supervisor en materia ambiental, que dará el seguimiento de medidas registrándolas en una bitácora y cuyas acciones se reportarán por medio de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y la documentación pertinente.
---------------------	--

A continuación se presenta una análisis de valoración de las medidas propuestas:

#### Programa de Rescate de Vegetación.

Esta medida consiste en la sustracción y trasplante de individuos de palma chit (*Thrinax radiata*), el rescate de los individuos se realizará en áreas específicas del predio, por lo que no se afectarán estas especies y se rescatarán todas las que sean susceptibles de sustraerse.

Tras su mantenimiento en un vivero se llevará a cabo el trasplante de las plantas al interior del predio, contribuyendo con ello a mejorar áreas degradadas ambientalmente al interior del predio y generando espacios verdes para la fauna silvestre.

Programa Rescate de Vegetación						
Intensidad (In)	Baja (1)	Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	Parcial (2)	•	Extenso (4)	Total (8)	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)	Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	Temporal (2)		Permanente (4)	•	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	• Mediano plazo (2)		Irreversible (8)	•	
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	Directo (4)	•			
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Importancia	$M = +/- (In + Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ef) = 26$					

Este programa estará integrado con las actividades que se desarrollarán en la casa para proteger y garantizar la conservación de los elementos naturales, bióticos y abióticos, del sitio y sus alrededores.

Estará dirigido a la prevención y, en su caso, a la detección oportuna y corrección de los efectos derivados de impactos ambientales que podrían ocurrir durante el proceso constructivo de las obras proyectadas, entre los que destaca dar seguimiento a las siguientes medidas implícitas a la supervisión ambiental:

#### Programa de Residuos Sólidos

Esta medida está enfocada a dar un manejo adecuado a los residuos que se generen durante todas las etapas del proyecto, mediante la aplicación de procedimientos y estrategias promoviendo la reducción de los volúmenes de generación, así como su reutilización y o reciclaje, en los casos que sea posible.

Programa de Residuos Sólidos							
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy alta (8) • Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)		Parcial (2)		Extenso (4) •		Total (8) • Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4) •		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4) •		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1) •		Mediano plazo (2)		Irreversible (8) •		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4) •				
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2) •		Muy sinérgico (4)		
Importancia	M=+/(In+Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ef)= 34						

#### Renta de Sanitarios Portátiles

El empleo de letrinas o sanitarios portátiles es una estrategia común en zonas en las que no existe infraestructura pública disponible para el manejo de las aguas residuales que se generan durante el proceso constructivo. Serán colocadas las letrinas necesarias requeridas durante el desarrollo de las obras, a razón de una por 15 trabajadores, además que deberá ser obligatorio el uso de estas.

Por otra parte, las letrinas serán distribuidas en las áreas de fácil acceso, cercanas a los frentes de trabajo y bajo sombra y se ubicarán en la superficie de desplante del proyecto, durante todo el proceso constructivo, para prevenir la defecación al aire libre.

Renta de Sanitarios Portátiles							
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy alta (8) • Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)		Parcial (2)		Extenso (4) •		Total (8) • Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4) •		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4) •		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1) •		Mediano plazo (2)		Irreversible (8)		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4) •				
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1) •		Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Importancia	$M=+/--(In+Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ef)= 26$						

#### Adquisición legal de recursos naturales

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se utilizarán materiales pétreos, que serán adquiridos en bancos de materiales que cuenten con Autorización para la explotación racional y comercialización de tales recursos naturales, por lo que con ello se evitará la sobreexplotación de los recursos naturales. Se trata de una medida directa relacionada con el proceso constructivo de la obra propuesta y está vinculado con el impulso al comercio y la utilización de los recursos.

Adquisición legal de recursos naturales							
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy alta (8) • Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)		Parcial (2)		Extenso (4) •		Total (8) • Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4) •		Crítico (4)

Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	Temporal (2)	Permanente (4)	•			
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	Irreversible (8)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	Directo (4)	•				
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)			
Importancia	M=+/--(In+Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ef)= 30						

### Mantenimiento Mecánico de Maquinaria

Los impactos provenientes del empleo de vehículos y/o maquinaria, son posibles de mitigarse si se asegura que éstos funcionen en buenas condiciones mecánicas y dentro de los horarios que establecen la normatividad ambiental aplicable y el Reglamento de Construcción Municipal. Es necesario impedir la reparación de vehículos en el predio o que, en caso de imperiosa necesidad, ésta se realice sin las medidas preventivas para evitar derrames al suelo que pudieran afectar el acuífero.

Mantenimiento Mecánico de Maquinaria								
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)		Muy alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total (8)	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)			
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (8)			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)					
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)			
Importancia	M=+/--(In+Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ef)= 12							

## Control de Partículas Suspendidas

La volatilidad de algunos materiales pétreos de construcción genera polvos que son fácilmente dispersables por el viento y son depositados en terrenos aledaños, causando un impacto a la vegetación y a cuerpos de agua, como es la zona marina adyacente al predio. El impacto por la dispersión de polvos y partículas suspendidas en el aire son fáciles de prevenir aplicando el riego periódico a las superficies carentes de vegetación, así como a los materiales pétreos acumulados temporalmente en el sitio. También se deberán colocar toldos a los camiones de carga que transporten los materiales pétreos fuera del banco de extracción.

Control de Partículas Suspendidas									
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)		Muy alta (8)		Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)		Parcial (2)	•	Extenso (4)		Total (8)		Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)		
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)				
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (8)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•					
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)				
Importancia	$M = +/- (In + Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ef) = 15$								

## Reforestación y Ajardinado

La intención primordial del proyecto es la preservación de la vegetación nativa existente, con prioridad de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Los individuos de palmas chit provenientes del rescate serán integrados a las áreas naturales del proyecto a través de un programa de reforestación, es conveniente dar seguimiento a las actividades de reforestación que sean necesarias realizar, y de ser el caso, verificar que se incluyan en el proyecto especies nativas del predio, así como las técnicas más adecuadas para el sembrado y plantación, así como su mantenimiento.

El efecto en la calidad paisajística será inmediato al aplicarse esta medida.

Reforestación y Ajardinado						
Intensidad (In)	Baja (1)	Media (2)	•	Alta (4)	Muy alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	Parcial (2)	•	Extenso (4)	Total (8)	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)	Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	Temporal (2)		Permanente (4)	•	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)	Irreversible (8)		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	Directo (4)	•			
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Importancia	$M = +/- (In + Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ef) = 19$					

## CONCLUSIONES.

El análisis de los resultados, comparando la matriz de impacto ambiental sin medidas de mitigación, ver Matriz 1 contra la matriz de los valores aplicando las medidas de mitigación descritas, ver Matriz 2, nos muestran una reducción significativa en el efecto de los impactos generados por el proyecto. La matriz de impactos ambientales sin considerar las medidas de mitigación propuestas, indica que los principales impactos están asociados a las primeras actividades del proyecto, correspondientes a las actividades inherentes a la preparación del sitio que por sí solo representa el 42% del impacto total.

Las diferentes fases de construcción representan un valor del 32% del total de los impactos, lo que nos muestra que estas dos fases iniciales (preparación del terreno y construcción) acumulan el 74% de los impactos ambientales totales, lo cual es lo esperado pues estos se refieren a los impactos primarios, cuya característica en la mayoría de los casos es adversa. El 25% restante corresponde a las etapas de operación y mantenimiento de la casa habitación.

El valor total de los impactos ambientales calculados (-659), lo cual se debe principalmente al hecho de que el proyecto afecta tanto los aspectos biológicos como los físico-químicos durante las diferentes actividades de preparación del sitio, construcción y mantenimiento del proyecto.

Con base en el análisis de las Matrices de Impacto se puede inferir que la implementación de las medidas de remediación descritas permitirían reducir en un 19% los impactos generados durante la fase de preparación del sitio, en un 40% los de la fase de construcción y hasta en un 42% 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 33% del total de los impactos ambientales generados, ver Matriz 1 y Matriz 2.

Método Matricial modificado para la identificación y evaluación de impactos ambientales.

Matriz No. 1.- Sin aplicar medidas de mitigación

Atributos Ambientales		Preparación del sitio y Construcción					Operación y Mantenimiento		Total
		P1	P2	C3	C4	C5	O	M	
Físico y Químicos	Atmósfera	-25	-25	-26	-32	-26		-26	-160
	Suelo	-29	-36	-32	-28	-26	-31	-25	-207
	Agua Subterránea y superficial	-36	-31	-31	-28	-26	-31	-25	-208
Biológicos	Vegetación	-37				35	-27		-29
	Fauna	-36				22	-23		-37
Socioeconómicos	Paisaje	-27	-27	-27	-27	-27	25	-22	-132
	Empleo	19	19	19	19	19		19	114
Totales		-171	-100	-97	-96	-29	-87	-79	-659

Método Matricial modificado para la identificación y evaluación de impactos ambientales.

Matriz No. 2.- Aplicando medidas de mitigación

Atributos Ambientales		Preparación del sitio y Construcción					Operación y Mantenimiento		Total
		P1	P2	C3	C4	C5	O	M	
Físico y Químicos	Atmósfera	-20	-20	-20	-28	-20		-18	-126
	Suelo	-30	-31	-23	-18	-18	-18	-18	-156
	Agua Subterránea y superficial	-30	-25	-21	-18	-18	-18	-18	-148
Biológicos	Vegetación	-35				32	-18		-21
	Fauna	-25				22	-18		-21
Socioeconómicos	Paisaje	-22	-22	-22	-22	-22	25	-18	-103
	Empleo	19	19	19	19	19		19	114
Totales		-143	-79	-67	-67	-5	-47	-53	-461

Códigos utilizados en el método matricial	
Preparación del sitio	Escala
P1.- Desmonte y despalme	0= Sin Interacción
P2.- Nivelación del terreno	
Construcción	<25 = Irrelevantes
C3.- Cimentación	
C4.- Albañilería	
C5.- Acabados	26-50 = Moderados
Operación y mantenimiento	51 - 75= Severos
O.- Operación	
M.- Mantenimiento	
	>76 = Críticos

## 6 IMPACTOS RESIDUALES

Tabla Impactos residuales del proyecto, se presentan los impactos residuales del proyecto con sus respectivas características principales.

Impacto residual	Características principales
Incremento en el volumen de residuos sólidos municipales generados	Permanente, mitigable, puntual
Incremento en el volumen de aguas residuales	Permanente, mitigable, puntual
Afectación a individuos de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001	Permanente, mitigable, compensable
Mejoramiento de la imagen natural del sitio	Permanente, sinérgico, positivo
Generación de empleos permanentes	Permanente, sinérgico, positivo
Demanda de servicios públicos	Permanente, mitigable, controlable
Incremento en la recaudación municipal por concepto de pago de derechos e impuestos	Permanente, sinérgico, positivo

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

El pronóstico del escenario ambiental del proyecto se elabora bajo la perspectiva de alcanzar la compatibilidad entre las obras y actividades a realizar con la protección, conservación y el monitoreo 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:

- Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Corredor Cancún–Tulum
- Plan Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal.

La realización del proyecto atiende a la expectativa de crecimiento que genera el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal 2007-2032 a pesar de la actual recesión mundial que resiente todavía el sector turístico, en México y en el mundo.

Básicamente cabe esperar dos escenarios extremos. Uno que implica la autorización en materia de impacto ambiental del proyecto propuesto (siempre y cuando se incluyan los documentos que avalen legalmente el proyecto tal y como se manifiesta en el presente estudio), su realización con la indispensable aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas y su operación. Otro, en el cual no se autoriza ni se ejecuta el proyecto.

### PRONÓSTICO CON PROYECTO

Con el primer escenario, se anticipa que se producirán en su mayor parte impactos ambientales positivos derivados de la construcción de una edificación en un lote dentro de un entorno natural costero, la generación de empleos y el impulso a la economía local derivada de la inversión privada.

El predio donde se construirá la casa tiene una superficie de  $682.82 \text{ m}^2$ , su construcción se pretende de dos pisos, con dos recamaras, en la planta baja contará con un cuarto de servicio, fosa séptica, entre otros, ocupando solamente una superficie de desplante de  $67.68 \text{ m}^2$ .

Por lo que se considera que las condiciones del predio se habrán de mantener con el desarrollo natural de la biodiversidad del sitio. Por lo tanto, el germoplasma y la biodiversidad “de sitio” quedan garantizados al dejarse cierta cantidad de vegetación sin desmontar. Incluso, las tareas de monitoreo ambiental, asociadas a las acciones de reforestación y educación ambiental, entre otras, permitirán en el corto y mediano plazos establecer una estrategia de conservación y enriquecimiento de la calidad de los recursos naturales presentes en el conjunto predial sujeto a aprovechamiento turístico,

tal cual es la experiencia documentada en los otros desarrollos en la zona de Akumal-Chemuyil.

Y, aunque existirán otros impactos tales como la afectación puntual a la flora y fauna, pseudoexistente podría decirse, la explotación de los recursos no renovables (sascab, polvo de piedra, piedra, etc.), así como la generación de residuos en la fase preparativa, constructiva y operativa, con carácter de impactos ambientales negativos para el sitio, para estas actividades se han propuesto la verificación de su control a través de medidas de prevención, de mitigación y de compensación.

#### PRONÓSTICO SIN PROYECTO

Actualmente, en la zona de Akumal se observa la reactivación de la inversión con fines inmobiliarios, enfocada a la construcción y operación de vivienda unifamiliar destinada, la mayor de las veces, a su alquiler para uso turístico a lo largo del año.

Esto se puede interpretar de diversas formas. Por ejemplo, que Akumal ha vuelto a ser un destino de playa de interés como lo fuera en los años setentas y ochentas, impulsando con ello la construcción de viviendas y pequeños hoteles en los que no necesariamente se ha cumplido con la normativa ambiental y urbana establecida en los instrumentos de política ambiental, situación que provoca incrementos en la tasa de deforestación, en el déficit de los servicios de agua potable y de tratamiento, manejo y disposición final de aguas residuales, lo que sin lugar a dudas pone en riesgo la factibilidad ambiental del crecimiento de la zona de Akumal-Chemuyil.

En este marco de referencia y debido a que los instrumentos de ordenación urbana y ambiental establecen la posibilidad de que en esta zona se lleven a cabo proyectos de infraestructura urbana, vivienda en casi todas sus modalidades y de carácter turístico, es un hecho que el conjunto predial en el cual pretende instrumentarse desarrollo, será ocupado y destinado a cualquiera de las actividades señaladas.

En este escenario, no se modificará las condiciones actuales del predio, ni en pro ni en contra. Lo que no significa que se minimice o se detenga el deterioro ambiental del área, ya que las presiones del desarrollo se presentarán a lo largo de zonas con distribución de duna costera.

Al no ejecutarse las obras, se estarán perdiendo empleos e inversión privada, con lo que se restringe a la economía local y se inhiben ingresos a los gobiernos, vía impuestos.

Bajo esta óptica, el escenario de no desarrollo sucumbe ante los beneficios económicos y ambientales- del desarrollo del proyecto propuesto. Al favorecer el desarrollo de la Casa Habitación, se promueve la sustentabilidad del Centro de Población de Akumal.

#### PRONÓSTICOS AMBIENTALES POR ATRIBUTOS AMBIENTALES

La realización de la casa habitación Casa Latam de manera adecuada y llevando a cabo las medidas de mitigación propuestas en el capítulo V-VI de la presente manifestación, no supone impactos ambientales de gran magnitud.

Las medidas de mitigación durante las tres etapas de desarrollo del proyecto, tienen como propósito minimizar el impacto a los recursos y fomentar buenas prácticas turísticas.

Con base en la información anterior se describen a continuación tres escenarios para el sistema ambiental del proyecto definidos como sigue:

- Escenario 1.- Sistema ambiental sin el desarrollo del proyecto.
- Escenario 2.- Sistema ambiental con el desarrollo del proyecto, sin aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación.
- Escenario 3.- Sistema ambiental con el desarrollo del proyecto aplicando las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas.

Cuadro.- Principales elementos del escenario modificado esperados con la implementación del proyecto.

Atributo ambiental	Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto (Sin medidas de prevención, mitigación o compensación de impactos)	Escenario con proyecto (Con medidas de prevención, mitigación o compensación de impactos)
Condiciones generales del predio.	<p>El predio seguirá desarrollando vegetación en estadios tempranos de sucesión.</p> <p>Por efecto del viento, que arrastra basura de predios colindantes ya desarrollados y por la basura arrastrada por el mar, puede acumularse basura inorgánica en el predio</p> <p>Podrá disminuir la superficie de vegetación nativa, y aumentar la superficie de</p>	<p>La construcción del proyecto puede ocasionar que los residuos sean colocados incorrectamente y los trabajadores de la zona, pueden ocasionar perjuicios a la flora y a la fauna</p> <p>Todas las especies de vegetación nativa podrían ser removidas del predio.</p>	<p>La construcción del proyecto se realizará de forma limpia y ordenada.</p> <p>Se vigilarán las actividades de los trabajadores, para evitar que dañen al ambiente.</p> <p>No se permitirá el desarrollo de especies exóticas dentro del predio</p>

vegetación  
secundaria.

Las áreas sin  
vegetación podrán  
incrementar su  
tamaño por el  
tránsito peatonal, y  
con ello constituir  
canales de erosión  
de la duna.

El predio  
permanecerá sin  
aportar servicios  
ambientales o  
económicos  
importantes.

La vegetación nativa  
puede ser sustituida  
por vegetación  
secundaria por  
colindar en todos los  
extremos con lotes  
desarrollados.

Se desmontará la  
totalidad de la  
vegetación nativa sin  
realizar medidas de  
rescate de plantas y  
su sustrato,  
perdiendo así  
biomasa.

Se rescatarán especies  
de vegetación nativa y  
serán sembradas en las  
áreas ajardinadas del  
proyecto

Se utilizará el área  
mínima para maniobras

No se encontrarán  
especies exóticas dentro  
del predio ni en la zona  
de playa colindante.

Diversidad  
de la  
vegetación

Se podrán  
establecer especies  
exóticas invasoras  
como *C. equisetifolia*  
dentro del predio.

Puede llegar a  
presentar  
ejemplares de  
especies exóticas  
invasoras como *C.*  
*equisetifolia* dentro  
del predio.

Se reforestarán las áreas  
de conservación con  
especies de flora nativa  
provenientes del rescate  
y mantendrán las áreas  
de conservación, con lo  
cual se incrementará la  
riqueza de especies  
existente y con ello ha  
diversidad de recursos  
para la fauna.

	<p>Se sembrarán especies exóticas para trasplantar en las áreas verdes.</p>	<p>Sólo se desmontará el área necesaria para la construcción del proyecto, la cual corresponde al 9.91% de la superficie total del predio, mientras que el 90.09% de la superficie del predio se destinará a áreas de conservación donde se mantendrán los procesos reproductivos de los ejemplares adultos dispersos en el predio.</p> <p>Soló se desmontará el área necesaria para la construcción del proyecto.</p> <p>Se realizarán actividades de rescate de las especies nativas.</p>
<p>Diversidad de fauna silvestre.</p>	<p>Sólo especies tolerantes de fauna silvestre harán uso del predio.</p> <p>Puede proliferar fauna nociva por las condiciones de descuido del predio y por la vegetación secundaria que presenta.</p>	<p>La fauna silvestre no frecuentará el área cercana a la casa.</p> <p>Aumentará la diversidad y abundancia de especies asociadas a los humanos como los zanates.</p> <p>Existirán especies de fauna nociva en las áreas cercanas a la casa.</p> <p>No existirán especies exóticas ni de fauna nociva en el predio.</p> <p>Las especies nativas tolerantes podrán seguir haciendo uso del área destinada a conservación, la cual ocupa 90.09% de la superficie total del predio.</p>

<p>Calidad del manto freático.</p>	<p>La calidad del manto freático no variará mucho de la actual.</p>	<p>La calidad del manto freático puede ser afectada de no realizar las medidas adecuadas con las aguas negras.</p>	<p>La calidad del manto freático no variará mucho de la actual dado que se contará con un sistema de tratamiento de fosa séptica conectada a un humedal artificial, con la verificación constante de su funcionamiento para evitar fugas.</p> <p>La casa se edificará sobre pilotes, por lo que la tasa de infiltración no se afectará.</p>
<p>Estado de la playa y de la duna.</p>	<p>Será usada por los visitantes que entren al predio, lo cual puede causar la pérdida de la cobertura vegetal y con ello la erosión de la duna, por la pérdida de vegetación debida al tránsito peatonal y con ello la apertura de canales de erosión.</p> <p>Las actividades de los visitantes en la playa seguirán ocasionando daños a los sitios utilizados por las tortugas.</p>	<p>Continuará la erosión de la playa si no se toman las medidas adecuadas.</p> <p>La duna costera seguirá quedando expuesta a la erosión, aumentado con esto su deterioro.</p> <p>Se instalarían camastros y accesorios que limitarían el paso de las tortugas marinas a la playa.</p>	<p>Continuamente se realizarán actividades de limpieza de la zona federal marítimo terrestre, con el fin de que la playa frente al predio se encuentre libre de basura inorgánica. Lo que impedirá que vuelvan al mar y dañen la vida marina.</p> <p>La zona de playa frente al predio se encontrará libre de basura inorgánica, por lo que presentará mejores condiciones para el arribo y desove de la tortuga marina.</p> <p>No se instalarán camastros ni accesorios en la playa.</p>

<p>Manejo de residuos.</p>	<p>El sitio no se desarrollará y puede ocurrir acumulación de residuos por el uso del sitio por los turistas o por los habitantes de las zonas cercanas.</p> <p>Esta acumulación ya se presenta en la playa del predio.</p>	<p>En las construcciones en las que no se cuida el depósito de residuos, se puede dar un mal manejo de estos, pudiendo provocar lixiviados.</p> <p>El manejo erróneo de residuos también puede afectar a la fauna y al manto freático.</p> <p>Se llevarán a cabo medidas para la protección y conservación de las tortugas.</p> <p>Durante el desarrollo del proyecto se manejarán adecuadamente los residuos, en contenedores marcados para la separación de los residuos y con tapa.</p> <p>Con esta medida también se previenen focos de infección para trabajadores y turistas, principal factor económico en la región.</p> <p>También se evita que sea ingerida o que dañe a la fauna terrestre, y que afecte la estética del lugar.</p> <p>Al recoger la basura de la playa, del frente y del interior del predio se evita que vuelva al mar y dañe el ecosistema marino.</p>
----------------------------	---	--

7 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Para garantizar el cumplimiento de los principios ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental, así como, de los términos y condicionantes que se determinan para cada proyecto por parte de la autoridad, se requiere, durante todas las fases del mismo, un desarrollo administrativo y operacional que logre integrar en forma ordenada las acciones y actividades establecidas en el oficio de autorización y las medidas de protección, prevención y mitigación.

El Programa de vigilancia ambiental precisa dar seguimiento a la presentación e implementación del Programa de Manejo de los residuos sólidos generados y para el control de aquellas actividades derivadas del proceso de construcción que puedan causar un impacto sobre los elementos del ambiente.

El seguimiento ambiental del proyecto se ajustará al periodo de tiempo que sea establecido para el desarrollo de la obra, que es el tiempo en que se deberá vigilar las actividades de preparación del sitio y construcción, en apego a los instrumentos normativos vigentes y condiciones que establezca la autoridad, así como, a las medidas de mitigación y prevención propuestas por el propio promovente. Posteriormente, se deberá dar continuidad al seguimiento de los procesos del proyecto durante la etapa de operación con la finalidad de garantizar su óptimo desempeño ambiental.

El seguimiento de términos y condicionantes se llevará a cabo por un responsable, designado oportunamente para el seguimiento ambiental. El responsable del seguimiento ambiental deberá:

- a) Tener una bitácora donde se indiquen aquellos asuntos ambientales relacionados con la obra y que requieren alguna medida preventiva o correctiva.
- b) Realizar recorridos al sitio donde se realiza el proyecto, tanto durante la etapa de construcción, como la de operación del proyecto, constatando el desarrollo de las actividades y el cumplimiento de las condicionantes.
- c) Generar un registro fotográfico durante el desarrollo y operación del proyecto.
- d) Contar con un registro documental con copia de los oficios, autorizaciones, recibos de compra de materiales minerales, vegetación, y demás, que tengan relevancia en los aspectos ambientales del proyecto.
- e) Mantener una comunicación estrecha con el promovente y/o responsable de obra, para tenerlo al día de los registros de la bitácora, verificar que se han entendido todos los términos y condicionantes de la resolución de impacto ambiental y cerciorarse de que no haya cambios en el proyecto y, si los hay, puedan ser avisados oportunamente a la autoridad para obtener la respectiva autorización.
- f) Elaborar los informes de seguimiento ambiental en los cuales se hará una descripción de la forma en que se ha realizado el cumplimiento de los términos condicionantes bajo los cuales se aprobó el proyecto.
- g) Ofrecer recomendaciones ante situaciones especiales.

Los puntos mencionados anteriormente, tienen como finalidad prioritaria mantener la calidad de los ecosistemas, mediante la mitigación o prevención de aquellos posibles impactos que pudieran presentarse durante la construcción del proyecto.

Considerando que la empresa deberá de dar cabal cumplimiento a las medidas de mitigación propuestas por el mismo y a lo impuesto por la autoridad y con el fin de que las propuestas sean tomadas en cuenta dentro de un esquema de cumplimiento coherente y de fácil aplicación, esta se compromete a implementar un Programa Integral de Manejo Ambiental

## 8 CONCLUSIONES

Con base en la revisión y evaluación de la información técnica y documental recopilada para el proyecto, denominado Casa Lamat, promovido por el Sr. Eduardo Lopez, que pretende desarrollar, en un predio sobre el cual tiene derechos, ubicado en el Lote 46, Etapa "A", Fraccionamiento "Akumal Caribe", localidad de Akumal, Municipio de Tulum, Quintana Roo, y que consiste en la edificación de un casa Habitación para uso familiar con una planta baja, primer nivel y segundo nivel; así como del análisis de las interacciones que se generarán durante el desarrollo del mismo, y considerando que:

Con base en lo indicado en el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal, Solidaridad (actualmente Municipio Tulum), el proyecto planteado es compatible con el uso del suelo vigente – Turístico Residencial de Densidad Baja (30 ctos/Ha), identificada en el Programa de Usos del Suelo con la clave TR 2.

El proyecto no contraviene, en lo general, las disposiciones indicadas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum, pues para el sitio se tiene asignada una Política de Aprovechamiento con Uso del Suelo Predominante: Corredor Natural. El desarrollo del proyecto no representa un riesgo significativo a la biodiversidad, toda vez que únicamente se afectará la superficie de 140.93 m<sup>2</sup> sobre vegetación de herbáceas, y habrá una reducida superficie de afectación por el acceso que se realizará a través de 69.17 m<sup>2</sup> de matorral con asociación de Chitales para construir el acceso, conservando a los ejemplares de palma y mediante el rescate de las especies susceptibles de serlo. Cabe reiterar, que la construcción de la casa habitación afectará únicamente una superficie de desplante de 68.36 m<sup>2</sup>, que corresponde al 8.19 % del predio.

Se conservará la cobertura vegetal de la mayor parte del predio, de las cuales la principal cobertura vegetal es de herbáceas halófitas con una superficie de 438.57 m<sup>2</sup>, de matorral costero con palma chit, la cual es una especie protegida en la NOM-059-SEMARNAT-2001, con una superficie de 358.57 m<sup>2</sup> y la totalidad de la superficie con mangle botoncillo de 37.39 m<sup>2</sup>. Cabe destacar que la vegetación que se conservará, mantendrá conexión con la vegetación de los predios adyacentes. Pese a que el camino de acceso correrá adyacente a la zona ocupada por mangle botoncillo, no se afectará ningún individuo, garantizando la conservación de esta vegetación en el sitio.

La construcción y operación del proyecto no afectará la permeabilidad del predio, toda vez que la superficie de construcción ocupará únicamente el 8.19 % de la superficie total, y se mantendrá una superficie de infiltración de 91.81 % del predio. La construcción y operación del proyecto no ocasionará un impacto significativo sobre la fauna, debido a que, ni al interior del predio ni en sus alrededores inmediatos se registraron poblaciones de fauna silvestre haciendo uso permanente del sitio, por lo que se deduce que la zona tiene importancia para uso temporal como área de descanso o refugio para la fauna silvestre. En cuanto a las tortugas marinas que arriban a la playa, no prevé la afectación a estas especies, protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001, debido a que inciden en la playa únicamente 6 meses, aunado a lo anterior, les importante resaltar que en la zona se ejecutan medidas de protección a las tortugas marinas que arriben, a través de la participación dirigida por el CEA y el campamento tortugero del DIF.

Desde el punto de vista del paisaje, tanto la construcción como la operación del proyecto no deteriorarán la calidad del paisaje, toda vez que la construcción estará a una distancia de 20 metros, detrás de la duna, sin interferir con la vista de la playa y del Mar Caribe.

El proyecto contribuirá a la consolidación del Fraccionamiento Akumal con fines residenciales.

El desarrollo del proyecto, no alterará significativamente la cuenca hidrológica de la que forma parte y no pone en riesgo la diversidad biológica, el flujo hidrológico superficial, los procesos geohidrológicos, la calidad del agua, del aire o del suelo; en síntesis, el proyecto no afectará la integralidad de la cuenca. La valoración cualitativa de los impactos ambientales potenciales derivados de la construcción y operación de la Casa Habitación arrojó un valor de importancia total, positivo, con una importancia relativamente alta. Sin embargo, dicho análisis se hizo a la luz de la introducción de medidas de prevención que deberán cumplirse para garantizar un desarrollo dentro de los márgenes ambientales positivos.

Se concluye que la realización del proyecto es factible siempre y cuando el desarrollador siga con estricto apego el cumplimiento de las medidas preventivas, de mitigación y compensación propuestas en las diferentes etapas del mismo; así como las recomendaciones que indiquen las autoridades ambientales competentes.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

BACK W.; B.B. HANSHAW; T.E. PYLE, L.N. PLUMMER, y A.A WEILIE. 1979. Geochemical Significance of groundwater discharge and carbonate solution to formation of caleta Xel Ha, Mexico. *Water Resources Research*. Vo. 15 No. 6, 1521-1535.

Brower, J. y Zar, J. 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm. C. Brown Company Publishers. U.S.A. 194 pp.

Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. 1993. *Guía general, Jardín Botánico Regional*. 92 pp.

Comisión Nacional del Agua, 1995. *Resumen técnico de las condiciones geohidrológicas del estado de Quintana Roo*. Mérida, Yucatán.

De la Fuente-de Val, G. J. 2004. Preferencias paisajísticas: un factor relevante para la gestión y conservación del paisaje de Chile Central. *REVISTA AMBIENTE Y DESARROLLO de CIPMA*. VOL. XX, 2: 12-26

Dirección de Desarrollo Urbano Municipal. 2007. *Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población AKUMAL 2007-2032*. Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

EXYCO, S.A. 1989. *Estudio de exploración geohidrológica en la región costera nororiental del Estado de Quintana Roo (zona Cancún-Tulum-Coba) y Estudios hidrogeoquímicos y piezométricos en la región costera del Estado de Quintana Roo*.

Flores J. y Espejel I. 1994. *Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán*. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. P. 75-81

García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México, 217 p.

Gil RH; P. Ocaña. 1994. *Manual de protección a tortugas marinas*. Amigos de Sian Ka'an. México. 16 pp.

Instituto de Geografía, UNAM. 2000. *Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM, Investigaciones Geográficas*, No. 42: 28-39.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática y Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002. *Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo*. Edit. INEGI. México. 79 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2005. *Principales resultados por localidad (ITER)*.

Krebs, J. 1985. *Ecología, Estudio de la distribución y la abundancia*. Harla, Harper and Row Latinoamericana. 2a Edición. México, DF. P. 502

Llamosa E; G.M. Rodríguez. 2008. *Common birds of the Yucatan Peninsula*. Editorial Dante S.A. de C.V. México. 144 pp.

López, O. A., 1983. *Localización y Medio Físico*. En: *Sian Ka'an Estudios Preliminares de una zona en Quintana Roo propuesta como Reserva de la Biosfera*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, A.C. p. 19-49.

Rzedowski, J., 1981. *Vegetación de México*. Limusa, México.

Trejo-Torres, J.C., R. Durán, Olmsted, I., 1993. Manglares de la Península de Yucatán. En: Biodiversidad Marina y Costera de México. Edit. Salazar-Vallejo, S.I. y González, N.E. CIQROO-CONABIO, 1993. México. p. 660-672.

Villasuso-Pino, M.J., 2000. Estudio de Prospección Geohidrológica, El Mandarín. Manuscrito. 21 p.

Citas electrónicas:

[Http://www.qroo.gob.mx/qroo/Estado/Solidaridad.php](http://www.qroo.gob.mx/qroo/Estado/Solidaridad.php)

[Http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=geo&e=23](http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=geo&e=23)

[Http://seduma.qroo.gob.mx/PDUs/18.html](http://seduma.qroo.gob.mx/PDUs/18.html)

[Http://www.nhc.noaa.gov/](http://www.nhc.noaa.gov/)

[Http://www.conasami.gob.mx/formatestimonios.aspx?nagega.asp?ID=10&int=75](http://www.conasami.gob.mx/formatestimonios.aspx?nagega.asp?ID=10&int=75)

[Http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol\\_14n2/Nijhenson.pdf](http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_14n2/Nijhenson.pdf)

[Http://galileo.inegi.org.mx/website/mexico/viewer.htm?sistema=1&s=geo&c=1160](http://galileo.inegi.org.mx/website/mexico/viewer.htm?sistema=1&s=geo&c=1160)

[www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Hemidactylusfrenatus0 .p df](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Hemidactylusfrenatus0.pdf)

[Http://es.wikipedia.org/wiki/Tulum\\_\(municipio\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Tulum_(municipio))

[Http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/conteo2005/localidad/iter/default.asp](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/conteo2005/localidad/iter/default.asp)

[Http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mmapa.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mmapa.html)

[Http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2004/pdfs/CT\\_Quintana%20Roo.pdf](http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2004/pdfs/CT_Quintana%20Roo.pdf)

## IX. ANEXOS