

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular

PROYECTO

CASA LATAM

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

Agosto de 2016

ÍNDICE

Página

I.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	6
I.1	PROYECTO.....	6
I.1.1	Nombre del proyecto	6
I.1.2	Ubicación del proyecto.....	6
I.1.3	Tiempo de vida útil del proyecto.....	6
I.1.4	Presentación de la documentación legal.....	6
I.2	PROMOVENTE.....	7
I.2.1	Nombre ó razón social.....	7
I.2.2	Registro Federal de Contribuyentes del promovente.....	7
I.2.3	Nombre y cargo del representante legal	7
I.2.4	Dirección del promovente ó de su representante legal para recibir notificaciones.....	8
I.3	RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	8
I.3.1	Nombre o Razón Social.....	8
I.3.2	Registro Federal de Contribuyentes o CURP.....	8
I.3.3	Nombre del responsable técnico del estudio	8
I.3.4	Dirección del responsable técnico del estudio	8
II.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8
II.1	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	8
II.1.1	Naturaleza del proyecto	8
II.1.2	Selección del sitio	16
II.1.3	Ubicación física del proyecto y planos de localización.....	16
II.1.4	Inversión requerida	17
II.1.5	Dimensiones del Proyecto	17
II.1.6	Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.....	18
II.1.7	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	21
II.2	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	21
II.2.1	Programa general de trabajo.....	21
II.2.2	Preparación del sitio.....	22
II.2.3	Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	23
II.2.4	Etapas de construcción.....	23
II.2.5	Requerimientos de personal e insumos.....	26
II.2.6	Etapas de operación y mantenimiento	27
II.3	DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO	31
II.4	ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.....	31
II.5	UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS	31
II.6	GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA	31
II.6.1	Preparación del sitio.....	31



II.6.2 Etapa de construcción.....	32
II.6.3 Etapa de operación.....	33
II.6.4 Residuos peligrosos.....	35
II.6.5 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos	36
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO.....	36
III.1 INFORMACIÓN SECTORIAL.....	36
III.2 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN.....	37
III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la región denominada Corredor Cancún-Tulum.....	38
III.2.2 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Akumal, 2007-2032.....	60
III.2.3 Análisis de los instrumentos normativos.....	66
III.2.4 Vinculación del proyecto con otros instrumentos normativos.....	67
III.2.5 Estatus jurídico ambiental en el área de estudio.....	85
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	87
IV.1 Delimitación del área de estudio.....	87
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	87
IV.2.1 Aspectos abióticos.....	88
IV.2.2 Geología y geomorfología.....	92
IV.2.3 Presencia de fallas y fracturamientos.....	94
IV.2.4 Suelos.....	95
IV.2.5 Hidrología superficial y subterránea.....	99
IV.3 ASPECTOS BIÓTICOS: VEGETACIÓN	101
IV.3.1 Metodología para la caracterización vegetal del área de estudio.....	101
IV.3.2 Caracterización vegetal del área de estudio	105
IV.4 ASPECTOS BIÓTICOS: FAUNA TERRESTRE Y/O ACUÁTICA.....	116
IV.4.1 Metodología de la caracterización de fauna del predio	116
IV.4.2 Especies existentes en el sitio.....	116
IV.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.....	119
IV.4.4 Especies de valor científico, comercial, estético, cultural y para autoconsumo.....	119
IV.5 MEDIO PERCEPTUAL: PAISAJE.....	119
IV.5.1 Valor del paisaje en el sitio del proyecto.....	120
IV.6 MEDIO SOCIOECONÓMICO	121
IV.6.1 Demografía.....	121
IV.6.2 Vivienda.....	127
IV.6.3 Urbanización.....	127
IV.6.4 Salud y seguridad social.....	129
IV.6.5 Factores socioculturales.....	129
IV.7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	130



V.	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	131
V.1	METODOLOGÍA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES...	131
V.2	IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTOS	132
V.3	IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS	133
V.4	MATRIZ DE IMPORTANCIA.....	134
V.5	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE IMPACTOS	139
V.6	VALORACIÓN CUALITATIVA DE LAS ACCIONES IMPACTANTE Y DE LOS FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS	140
V.7	IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTOS.	143
V.7.1	Fase Pre-constructiva	144
V.7.2	Fase de Construcción	147
V.7.3	Fase de Operación	150
V.8	DETERMINACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES DEL ENTORNO SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS.....	152
V.9	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE IMPACTOS POTENCIALES	153
VI.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE IMPACTOS.....	163
VI.1	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL	163
VI.2	VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	172
VI.2.1	Valoración de los impactos ambientales previstos y sus posibilidades de prevención, mitigación y/o compensación.	172
VI.3	IMPACTOS RESIDUALES	173
VII.	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	174
VII.1	PRONÓSTICO DEL ESCENARIO	174
VII.2	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	175
VII.3	CONCLUSIONES.....	176
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	178
IX.	ANEXOS.....	180

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

I.1 PROYECTO

I.1.1 Nombre del proyecto

Casa Latam

I.1.2 Ubicación del proyecto

Lote 11, Etapa "C", Fraccionamiento "Akumal Caribe", localidad de Akumal, Municipio de Tulum, Quintana Roo (figura1)

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Se estima una vida útil de 50 años.

I.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.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.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 68.36 m², que representa el 8.19 % de la superficie total del predio, mientras que los niveles 1 y 2 ocuparán 140.93 m² cada uno y se contempla una superficie de 28.37 m² para albergar la cisterna. La superficie total de construcción de la edificación se presenta en la Tabla I.

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

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

Descripción	Superficie por nivel	
	m ²	%
Área construida		
Desplante de casa (huella PB)	68.36	8.19
Nivel 1	140.93	16.89
Nivel 2	140.93	16.89
Cisterna	28.37	3.4
SUBTOTAL	378.59	45.37

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 (8.19%), que será desplantada en un área ocupada por especies herbáceas, para evitar la afectación al palmar que se desarrolla en la porción Oeste 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 3ª y b).

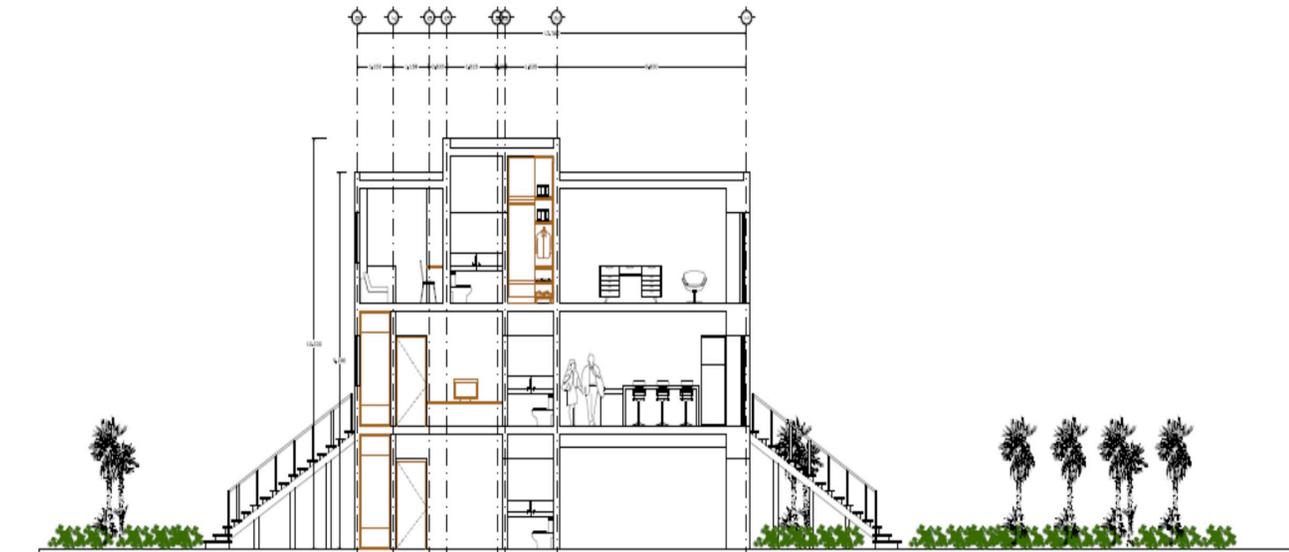


Figura 3b. Planta de conjunto. El croquis muestra la ubicación del proyecto “Casa Latam” dentro del predio, que estará situado al centro del mismo con ligera orientación hacia su porción Este, sobre la vegetación herbácea, y el acceso cruzará a través de vegetación de matorral costero.

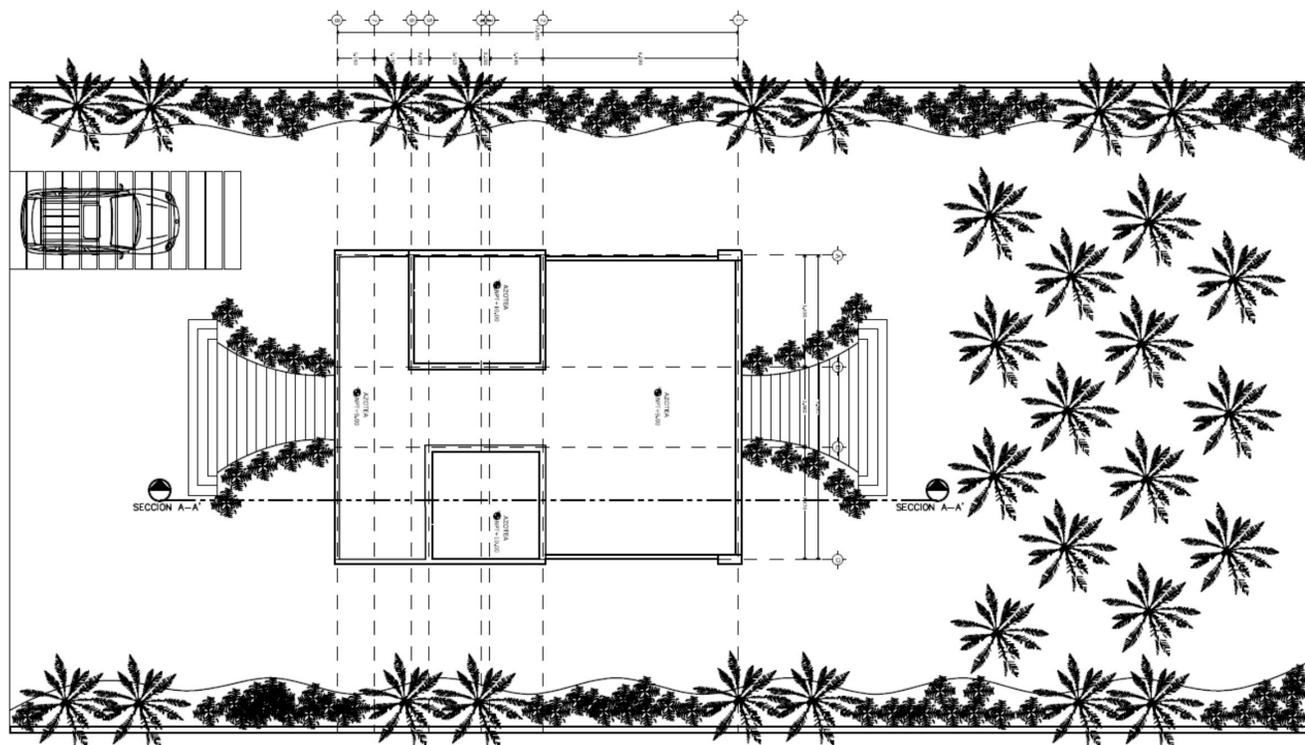


Figura 3a. Corte transversal de la casa habitación. El croquis muestra una sección longitudinal del predio a la altura del sitio donde se pretende edificar la Casa Latam. El acceso a la casa, desde el exterior y el que se ubicará en dirección a la costa, será a través de escaleras tipo rústicas, separadas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

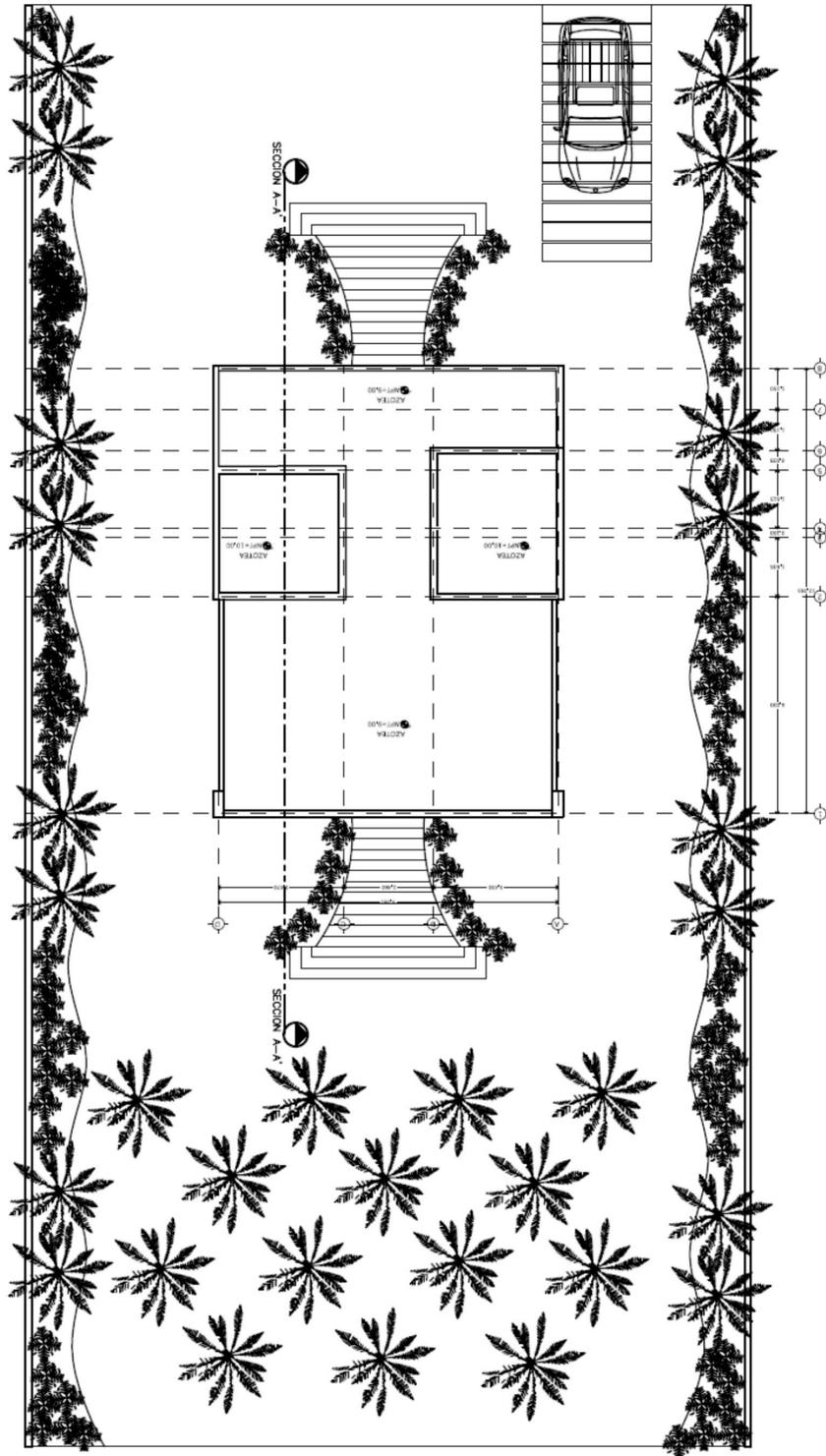


Figura 4. Desplante de la Casa Latam en Planta Baja. El área señalada como terraza de arena será destinada al estacionamiento

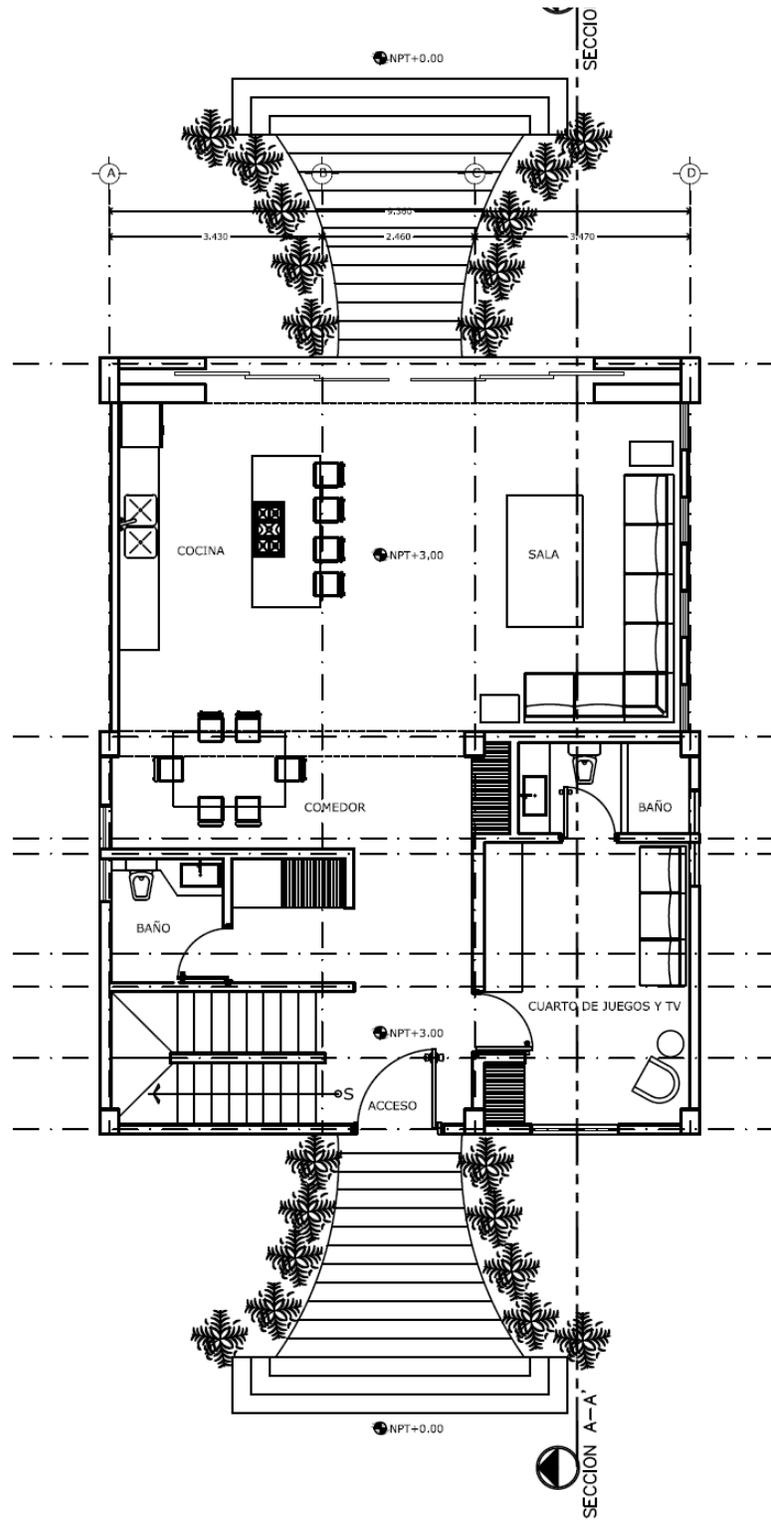


Figura 5. Desplante del primer nivel de la Casa Latam. El croquis muestra la distribución de las diferentes áreas de servicios que se proyecto ubicar en el primer nivel

La planta baja ocupará una huella de desplante de 68.36 m² (8.19 %) 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. El área de terraza de arena ocupará una superficie de 72.57 m² en la porción Norte del predio (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 acceso y 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 camino de acceso a la Casa Latam constará de una longitud de 34.59 m y un ancho de 2.0 m. Entre el límite Norte del predio y el camino de acceso se dejara libre una franja de aproximadamente 90 cm de ancho.,

El primer nivel ocupará una superficie de 140.93 m² 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 m² 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).

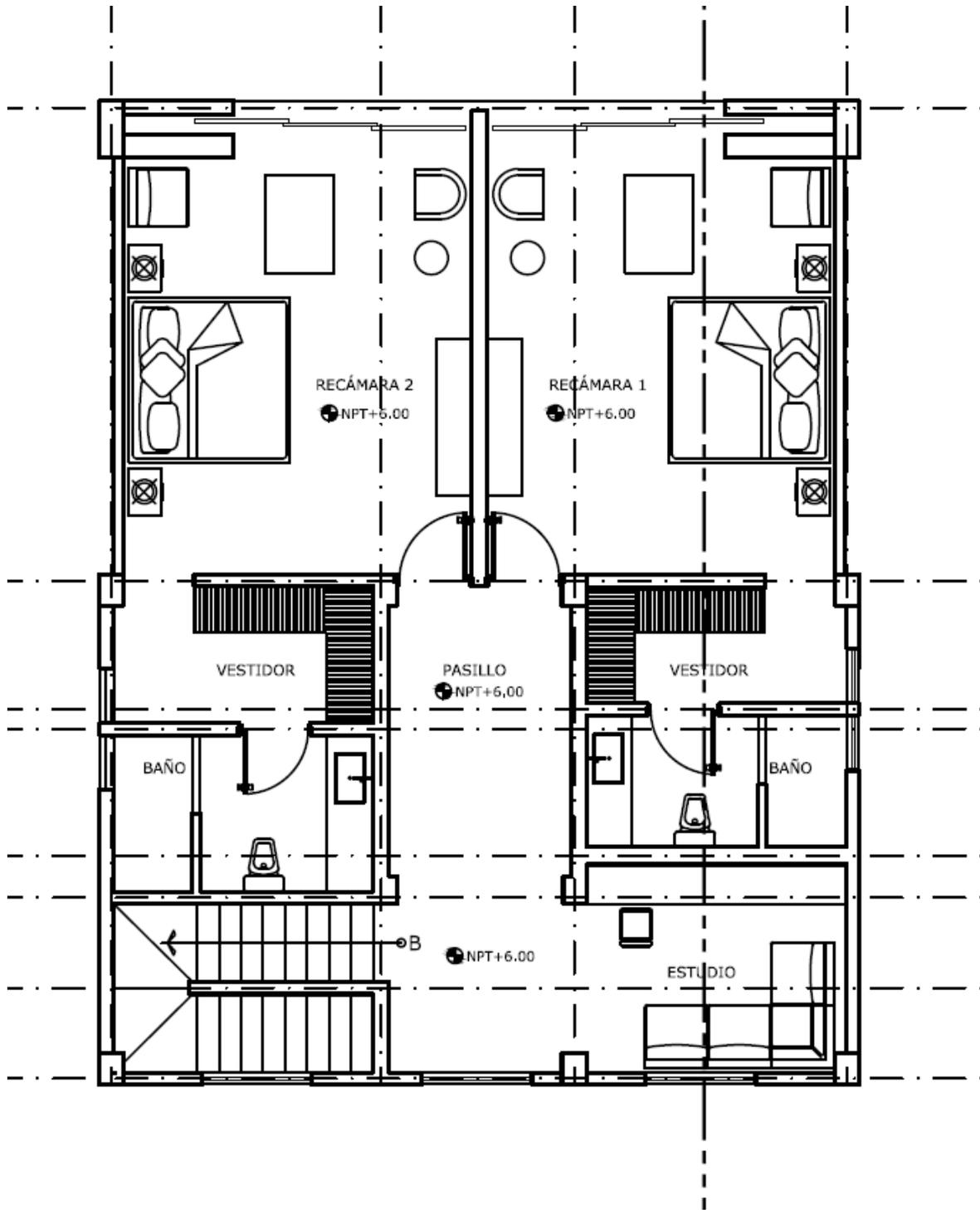


Figura 6. Desplante del segundo nivel de la Casa Latam. El croquis muestra la distribución de las diferentes áreas de servicios que se proyectó ubicar en el segundo nivel.



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.

II.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.

II.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 Tulum en el Estado de Quintana Roo.

Se trata de un predio natural de 800.00 m² cuya localización espacial aproximada, expresada en coordenadas geográficas (Tabla II), es la siguiente:

Tabla II. Tabla de construcción del polígono del predio. Vértices que conforman el predio con coordenadas geográficas en UTM Datum WGS84.

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

II.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.

II.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 800.00 m². 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 68.36 m² (8.19%) de la superficie total del predio, el resto corresponde a áreas abiertas de las cuales 624.82 m² conservarán su cobertura vegetal.

Se estima que la superficie total de construcción del proyecto "Casa Latam" será de 378.59 m², 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 (Tabla I).

En cuanto al COS, la Tabla III presenta el desglose de áreas del proyecto, donde la superficie ocupada por la edificación será de 68.36 (8.19%), el resto corresponde a áreas abiertas donde el 74.82% de las mismas conservará la cobertura vegetal original.

Tabla III. 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	Subtotal	Superficie m²	%
Área Construida *			
Desplante de casa*		68.36	8.19
Áreas Abiertas Sin Construcción			
Terrazas con arena		70.57	8.7
Acceso		60.17	8.29
Áreas naturales		600.44	74.82
Total		799.54	100

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: Ochocientos metros cuadrados.

Clave Catastral: 905003000010011 (Certificado Anexo).

II.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.

En el contexto macroscópico, el predio de estudio representa apenas una ínfima superficie del Corredor Cancún-Tulum en su porción Sur. En la Figura 8 se puede observar la ubicación del predio dentro de la zona costera del Centro de Población de Akumal con uso turístico y residencial en esta localidad; asimismo, se puede apreciar las áreas aledañas al predio con los usos de suelo antes mencionados.

El uso actual del suelo para fines residenciales se presenta en todo alrededor del predio, ocupado por construcciones residenciales en operación, que han sido desarrolladas como parte del Fraccionamiento “Akumal Caribe”, actualmente denominado “Aventuras Akumal” (Figura 8 Y 9).



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.

II.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.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.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 IV.

Tabla IV. 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
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO												
Levantamiento topográfico	■											
Desmonte y despalme	■											
Trazo y nivelación del terreno	■											
Instalaciones provisionales	■											
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN												
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											■	■

II.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 camino de acceso 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.

Desmante 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 desmante será apilado en un sitio específico para su posterior tendido y reubicación dentro del predio (en su caso).

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 edificar, camino de acceso, estacionamiento y casa, así realizar la nivelación del terreno a las alturas de funcionalidad proyectadas.

II.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.

II.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 contratrabes 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 pretilos 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 colocada 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.

Para ello será necesaria la construcción de dos fosas: una fosa séptica, de 2 x 3 m y 1.50 de profundidad, en la cual descargará la red sanitaria de la casa habitación. La

fosa séptica prefabricada será el receptor primario de las aguas residuales y donde se realizará el proceso aerobio del tratamiento.

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

II.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 V.

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

Descripción del Personal	Jornales
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
Ferrero obra negra	66
Ayudante herrero	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
TOTAL	2,584 2,360

Insumos

En la Cuadro VI 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 m³, 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 VI. Insumos. Se presenta la relación de insumos que serán requeridos para el desarrollo del proyecto, agrupados por tipo de recurso.

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

Tabla VII. Maquinaria y Equipo. En la Tabla se describe el tipo de maquinaria y cantidad requerida para la realización del proyecto.

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

II.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, deshiebados 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.

II.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO

No se prevé realizar obras asociadas al proyecto.

II.4 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

No se contempla el abandono del sitio.

II.5 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

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

II.6 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

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.

II.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.

II.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.

II.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.

Considerando una generación promedio de 1.2 Kg de residuos sólidos urbanos por habitante, la generación diaria esperada una vez que la casa esté ocupada, es de 4.8 Kg (1 viv X 4 hab/viv X 1.2 Kg/hab) 3, la mensual de 144 kg y anual de 1,752 kg.

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 prefabricada que descargará a un pozo de descarga con trampa arenosa.

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.

Sistema de tratamiento de agua residual combinado, utiliza una fosa séptica y el humedal.

Preparación de la superficie en muros de block y piso: La superficie deberá estar libre de polvo, grasa y partes sueltas, así como rebabear escurrimientos de concreto.

Aplicación de SELLOTEX "R" con brocha o cepillo de ixtle sobre la superficie, a razón 1 Kg. /m² (mínimo dos capas) aplicar en ambas direcciones una horizontal y la otra vertical cubriendo en su totalidad el área, poros abiertos e irregularidades. El piso deberá estar húmedo y no deberá existir ninguna anegación de agua para la aplicación de SELLOTEX "R" ya que se modificaría la resistencia del material.

Aplicación de SELLOTEX U.H."R" con llana como acabado tipo pulido La sección del filtro para el humedal es crítica para el éxito del sistema, puede usarse grava de media, tres cuartos o una pulgada según lo requiera el sistema de tratamiento, el

mismo que deberá estar estrictamente lavado, sin residuos, ya que estos pueden llegar a obstruir el buen flujo del agua a tratar.

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 10.

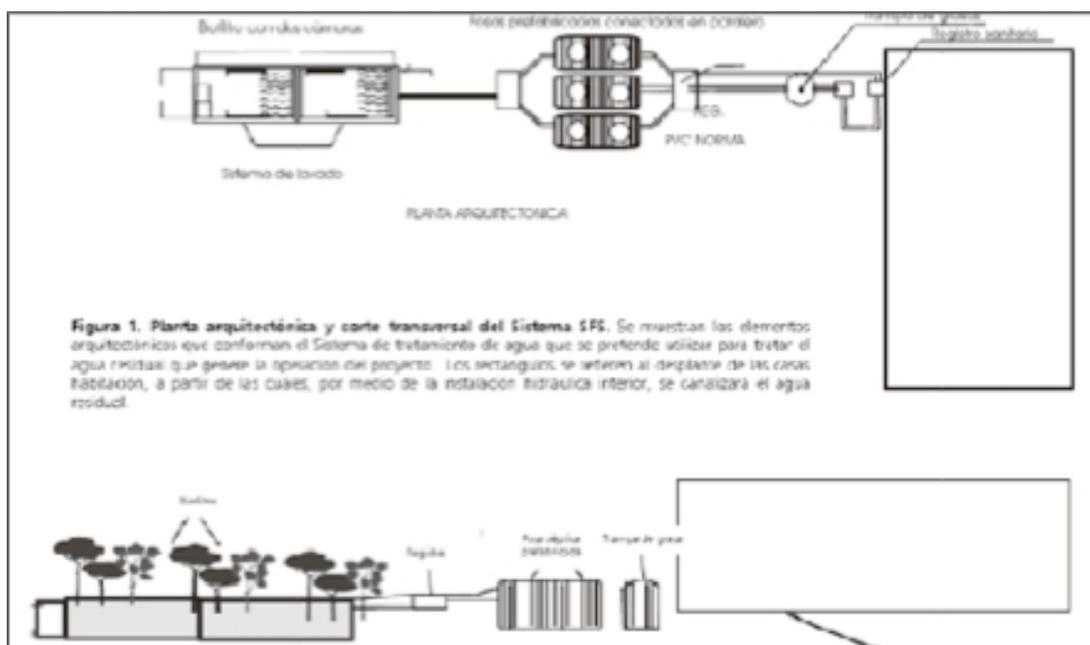


Figura 10. Planta arquitectónica y corte transversal del sistema SFS. Se muestran los elementos que conforman el sistema de tratamiento de aguas residuales que se pretende utilizar en la operación de la casa habitación.

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.

II.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.

II.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.

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

III.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.

I

II.2 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN

III.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 11).

Los diversos usos de suelo asignados a esta unidad y los criterios aplicables se muestran en la Tabla VIII. 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).

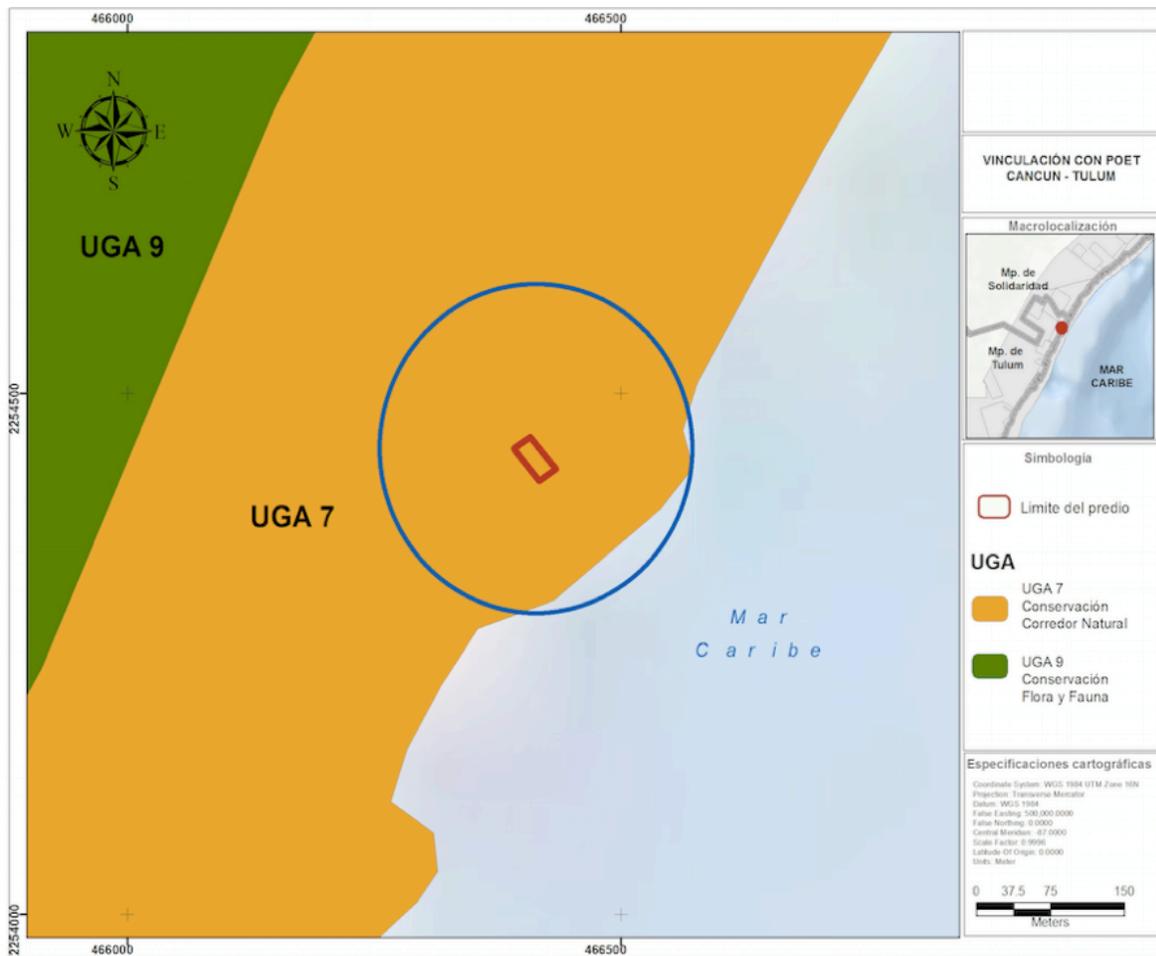


Figura 11. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum. Se muestra de manera gráfica la ubicación del predio con respecto a la UGA Cn507.

Cuadro VIII. Política, usos de suelo y criterios aplicables a la UGA Cn507. En la Tabla se indican la política, fragilidad ambiental, usos y criterios aplicables a la UGA donde se ubica el predio del proyecto.

Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Cn507, P. SOLIMÁN, CHEMUYIL, AKUMAL,XAAK, KANTENAH, CHAK-HALAL, YANTEN Y PUNTA VENADO					
Política/Fragilidad Ambiental: Aprovechamiento/ Fragilidad Media					
Uso de suelo				Criterios	
Predominante	Compatible	Condicionado	Incompatible		
Corredor natural	Flora y fauna	Infraestructura y turismo	Acuacultura, Agricultura, Forestal, Asentamientos humanos, Industria, Minería, Pecuaria, 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 considero, 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 considero, 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 de 210.1 m² 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 25.18 % 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 acahuals 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 significativa.

- 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.

En el caso extremo de que existiera algún tipo de flujo subterráneo entre el Mar Caribe y la cuenca, la construcción proyectada no representará una barrera que pudiera interrumpir la circulación debido a que se prevé una instalación piloteada que reduce al mínimo su posible afectación.

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 manejaran 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, no habrá posibilidades 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, únicamente contempla el acceso de entrada al predio, 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.

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

El proyecto “Casa Latam” contempla la construcción del camino de entrada al predio, conservando in situ las palmas y arbustos por donde atraviere y reubicándolos según sea el caso, para conservarlos en el predio, de tal forma, no se contraviene este criterio.

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. El promovente no ha considerado esta posibilidad, en virtud que existen fuentes convencionales de distribución eléctrica de la cual se obtendrá la energía necesaria para la operación.

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 coordinará con la autoridad correspondiente para colaborar en las acciones que ella determine a favor de su conservación.

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.

Se cumplirá con este criterio, en virtud que el desplante del proyecto se ubicará fuera del área de influencia marina, sobre el ecosistema de duna costera, a no menos de 50m de la línea de marea alta.

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 establezca la Autoridad competente.

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 no menos de 50 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.

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

Se acatará lo dispuesto en éste criterio y en el **FF-7**, a fin de contribuir a la protección de la tortuga marina.

FF-11. En las áreas adyacentes a las playas de arribazón de tortugas, de requerirse iluminación artificial, ésta será ámbar, para garantizar la arribazón de las tortugas, debiendo restringirse alturas e inclinación en función de estudios específicos.

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 el **FF-7**.

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, caballar, ovino o de cualquier otra índole, la introducción de especies exóticas, ni el acceso de perros y gatos, así como la permanencia de residuos fecales de los mismos en la playa.

Las actividades proyectadas no implican el acceso a la playa de ganado vacuno, porcino, caballar, 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 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, de tal suerte que no se anticipa el incumplimiento de este criterio.

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 distribuye el mangle botoncillo (*Conocarpus erecta*) y los ejemplares de palma chit (*Thrinax radiata*), esta última susceptible de rescatarse de ser el caso.

Aunado a lo anterior, previo al desmonte y despalme dentro de las zonas destinadas a la construcción de la casa habitación, se realizará un rescate selectivo de la vegetación nativa, en el que se dará prioridad a la palma chit (*Thrinax radiata*) rescatando el 100 % de los individuos presentes en el área de aprovechamiento, los cuales serán reubicados y trasplantados dentro del predio, por lo tanto el desarrollo del proyecto no contraviene lo establecido en el presente criterio.

> 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, y en caso de que se pretenda la construcción de algún tipo de estructura temporal en la playa, se acatará lo establecido en el presente criterio.

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 únicamente 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. En caso contrario que se requiera algún acceso peatonal, se acatará lo dispuesto en 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, ya que las obras pretendidas se localizarán a no menos de 50 m del límite Este de la Zona Federal Marítimo Terrestre, 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.

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 210.1 m², lo cual equivale al 25.18 % de la superficie con vegetación del área total del predio que es de 834.54 m², sin embargo, la superficie que ocupara la edificación de la casa es de 8.19 %.

Sin embargo, según el 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 624.44 m² de áreas naturales, que corresponde al 74.82 % 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 624.44 m² 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 aun conservan su cobertura vegetal, lo cual permitirá la conectividad de la cobertura vegetal (Figura 12). De esta manera se presume que el proyecto no contraviene lo establecido en este criterio.



Figura 12. Zonas de conectividad de vegetación natural. Se muestran las zonas de vegetación que permanecerá en conexión con relación al predio y zonas aledañas.

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

MAE-31. Las obras autorizadas sobre manglares deberán garantizar el flujo y refluo 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.

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 promovente 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.

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

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 per se. 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 de 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 de matorral costero que no será afectada con el aprovechamiento propuesto, en las cuales se distribuyen la especie registrada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT- 2001 como la 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.

III.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 15). En esta unidad son compatibles los usos plurifamiliares horizontal y vertical, tal como se indica en el cuadro IX.

Cuadro IX. 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.

III.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.

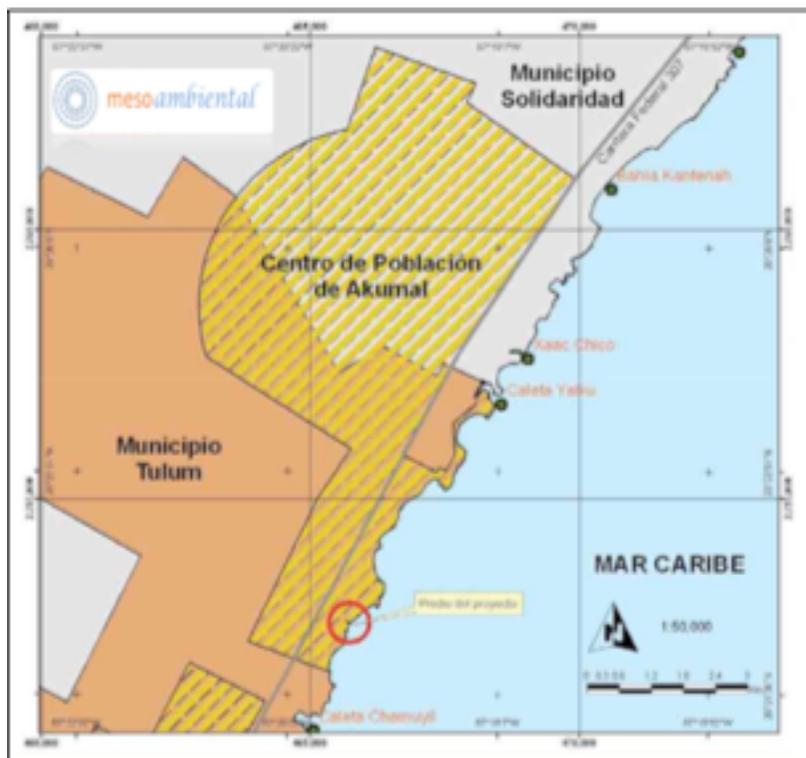


Figura 13. Macrolocalización del predio según PDU. En la imagen se muestra la ubicación del predio (círculo rojo) en el que se pretende desarrollar el proyecto denominado “Casa Latam”. De acuerdo con el PDU se ubica en las Áreas de Reserva Urbana a corto plazo (RU-CP01). FUENTE: PDU del Centro de Población 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 ctos/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 Cuadro X:

Cuadro X. 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 800 m², 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 800.00 m², 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 máximo del predio es de 11.99 m², evidentemente menor al frente mínimo establecido en la restricción; cabe señalar que esas dimensiones del predio no son

imputables al promovente del presente proyecto ya que éste lo adquirió con las dimensiones en que se encuentra actualmente.

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 800.00 m² y la superficie de desplante con que contara el proyecto es de 68.36 m², lo cual corresponde a una superficie de edificación del 8.19 % 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 800.00 m² 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.

La restricción frontal o a la vía pública será de 6 metros, en esta superficie se deberá tener un mínimo del 60 por ciento como área verde;

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

No cumple, toda vez que los laterales de la edificación son de 1 m, no obstante será conservada esa franja lateral como área verde, asimismo, se revisará con la autoridad municipal competente la manera de subsanar este incumplimiento.

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.

III.2.3 Análisis de los instrumentos normativos

III.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.

III.2.4 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON OTROS INSTRUMENTOS NORMATIVOS

III.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 14**.

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.

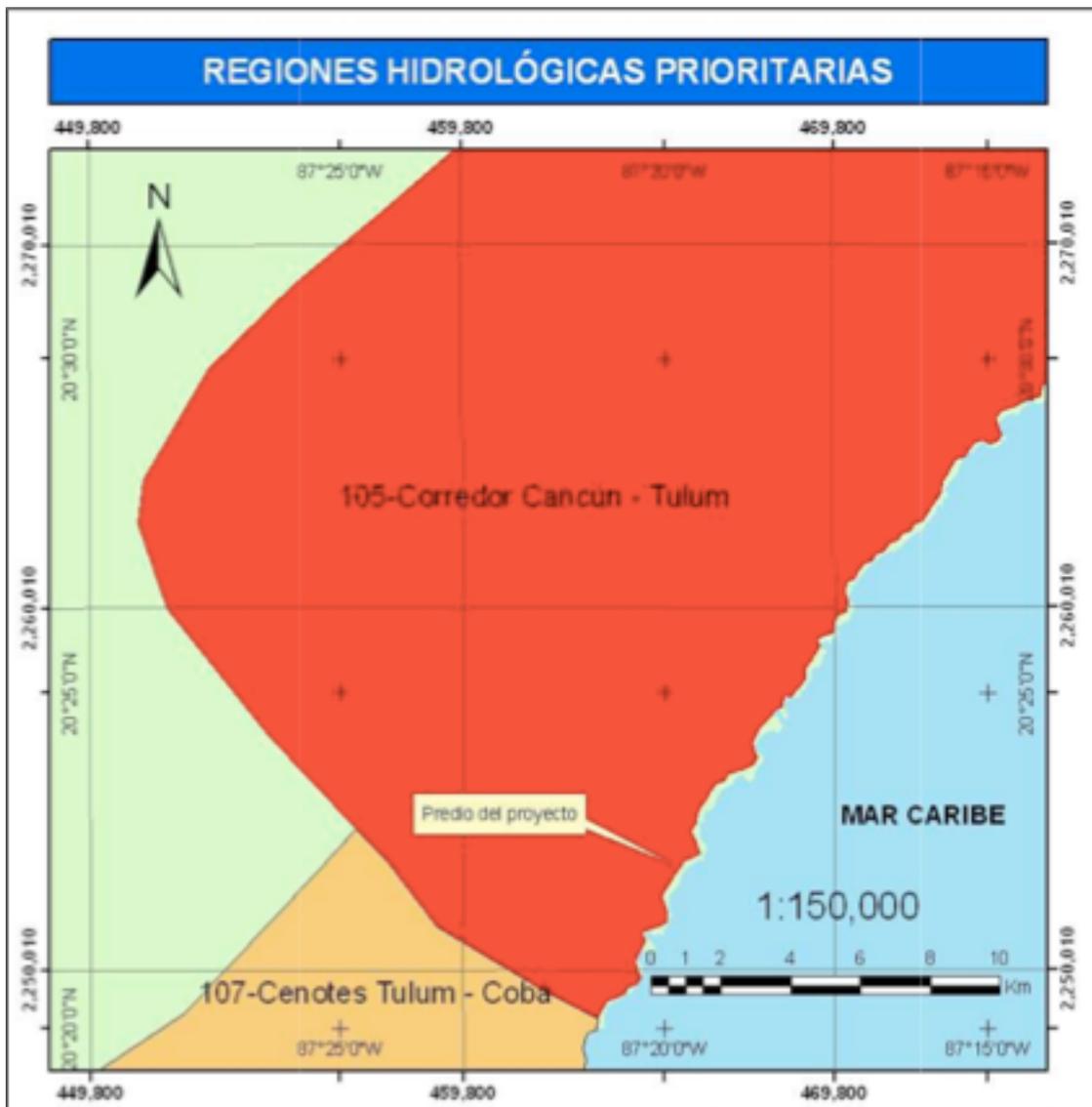


Figura 14. Regiones Hidrológicas Prioritarias. La Region Hidrológica No.105 “Corredor Cancún Tulum”, abarca al predio del proyecto, el cual se indica con el punto color verde dentro del recuadro rojo. Fuente: CONABIO, 2000, Arriaga L., JM Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa. Regiones Hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:11’000,000.

III.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 México⁵ 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 15**) 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.

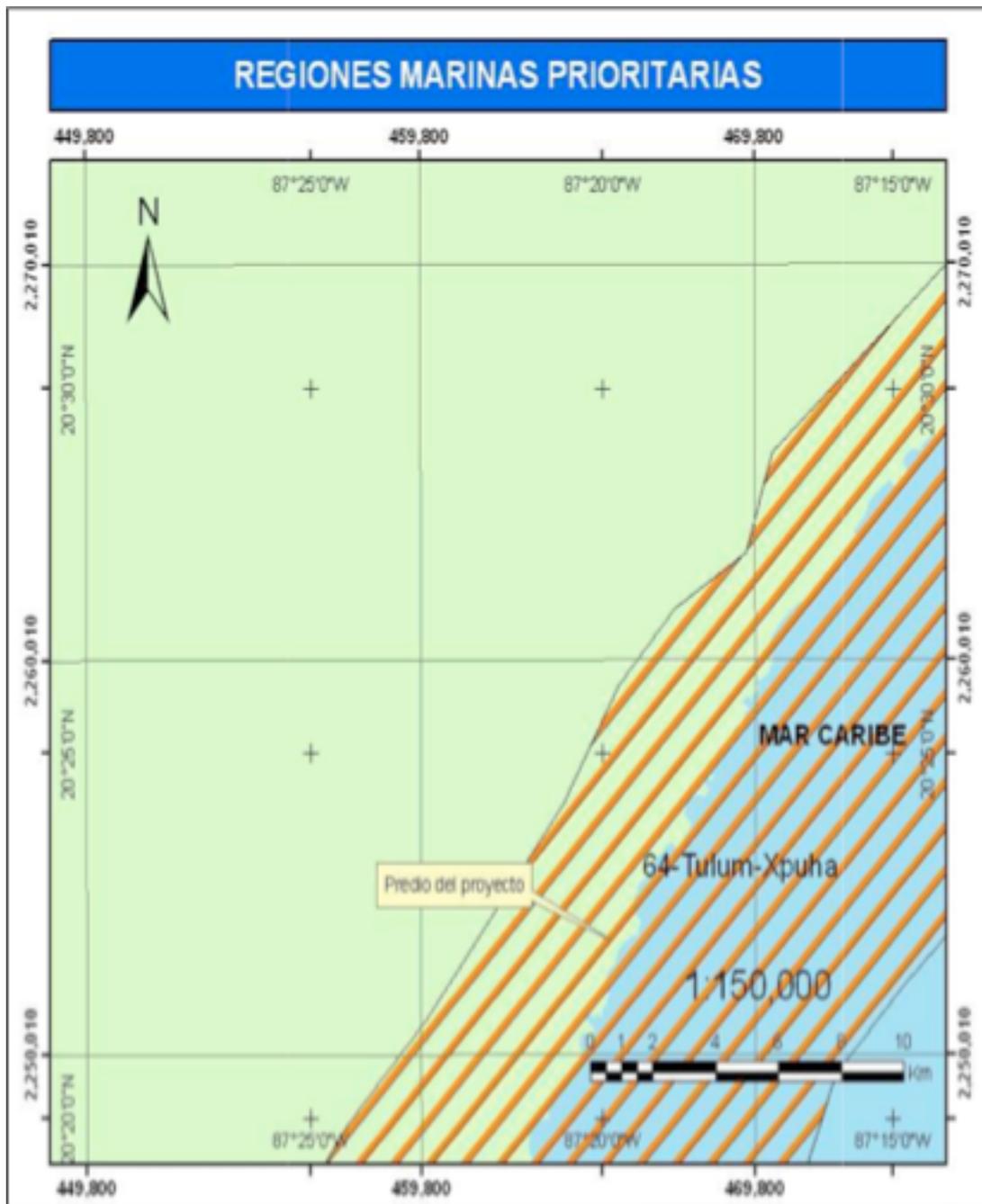


Figura 15. RMP 64. Se muestra la RMP 64 TulumXpuHá, donde se encuentra ubicado el terreno en estudio (señalado con flecha roja) FUENTE:
www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalización/doctos/Hmapa.
 5 www.conabio.org.mx/conocimiento/regionalización/doctos/hmapa.

III.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 el botoncillo (*Conocarpus erecta*), enlistado en la categoría de protección especial, así como la 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 el manglar mencionado anteriormente, 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 halófitas y el camino de acceso será conformado sobre vegetación de matorral costero en la cual se distribuye la palma chit (*Thrinax radiata*), sin embargo, 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 de las áreas naturales; de esta manera se asegura su permanencia, sin afectaciones a su población actual presente al interior del predio.

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.

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 (Apartado 3.36).

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 integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:

La integridad del flujo hidrológico del humedal costero.

Se registró una reducida zona inundable de apenas 6.5 cm de profundidad aproximadamente, sin constatare cuerpos de agua (**Figura 16**). 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 y transversalmente por la casa habitación existente en el límite Norte con que colinda el mismo, de tal forma que, si bien no se registra un flujo en el terreno de estudio, si se registra una reducida superficie de inundación. Adicionalmente el desarrollo del proyecto se realizará sobre vegetación de herbáceas halófitas.

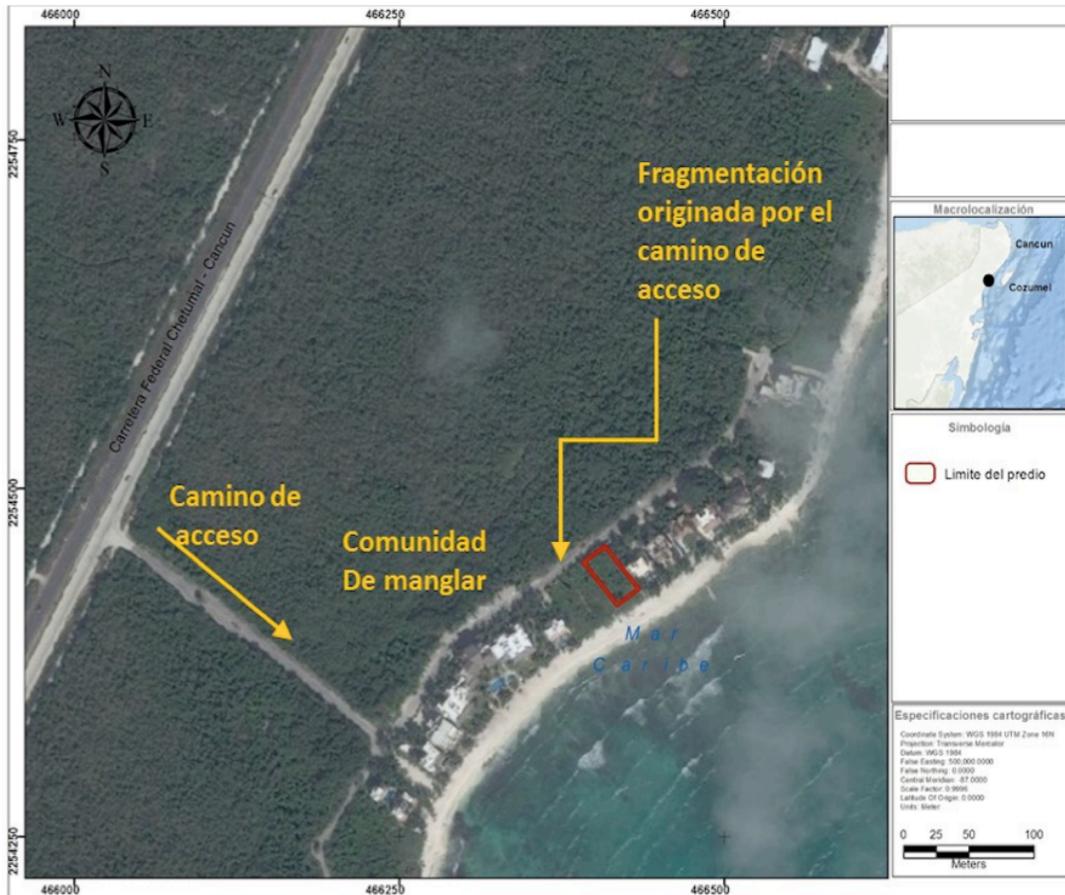


Figura 16. Fragmentación de la comunidad de manglar. La imagen muestra la comunidad de manglar fragmentada por el camino de acceso del Fraccionamiento Akumal, dicha división de la vegetación restringió a 3 individuos de manglar botoncillo dentro del predio, en tanto que la mayor superficie de manglar yace al Oeste del predio, en el terreno colindante.

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 del terreno colindante; 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 aun 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, 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 predio colindante debido a estos fenómenos, 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, por lo tanto no puede asumirse que el forme parte de dichos ecosistemas actualmente, en virtud de la fragmentación actual del manglar originada por el camino de acceso existente. No obstante, 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 colindante.

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 y tampoco afectará los ejemplares de manglar presentes en el predio colindante, toda vez que serán conservados en su totalidad en condiciones naturales.

4.3. Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, 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. Entre el sitio propuesto para el desplante de las obras proyectadas y los individuos de manglar, existirán zonas de amortiguado integradas por vegetación de matorral costero, las cuales de igual manera serán conservadas en su estado original.

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 misa 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 colectarán 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 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, únicamente se pretende realizar el acceso de entrada al predio sin afectar al manglar existente en el límite Oeste, que rodeará tanto a los individuos de manglar para conservar la vegetación natural.

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.

Como se ha señalado técnicamente, no existen ejemplares de manglar presente en el predio.

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.

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 al predio, el cual no pretende en ningún caso la afectación de la vegetación de manglar, sumado a esto, el proyecto estará construido sobre la vegetación de herbáceas halófitas.

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.

No existen cuerpos de agua dentro del predio, sin embargo la porción del manglar que se distribuye en la zona Oeste colindante al predio, el cual formaba parte de una comunidad de manglar que se extiende por el predio aledaño a esta zona previo a la fragmentación causada por el camino de acceso, su cobertura vegetal será conservada de tal forma que funcione como corredor biológico para facilitar el libre tránsito de la fauna silvestre.

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 existencia de esta vegetación en el predio.

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 demostrado técnicamente que la vegetación presente en el predio no puede ser considerada como parte de un humedal costero.

No obstante lo anterior, entre las medidas de compensación aplicables al desarrollo del proyecto, se contempla la conservación de 37.39 m², que corresponde a la superficie total del predio en la que se distribuye esta comunidad vegetal, el camino de acceso prevé bordear o evitar la vegetación de manglar y aprovechar el área disponible que este ocupada por vegetación diferente a esta, a fin de evitar cualquier tipo de afectación a ésta.

III.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.

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

IV.1 Delimitación Del Área De Estudio

El predio, se localiza en la zona costera de Akumal delimitada por el Centro Poblacional Akumal, que es el área de estudio general. Algunos aspectos del medio físico y del medio natural, se delimitaron a nivel del predio, en la zona costera Akumal (Playas Akumal) y su área de influencia alrededor de éste; en tanto que otros están referidos a nivel de la Región o Cuenca, para darle sentido a la interpretación ambiental.

Para el análisis socioeconómico se consideró la delimitación política Municipal y, en algunos casos, Estatal, dependiendo de la disponibilidad de la información oficial. Considerando que actualmente el predio se ubica dentro del Municipio Tulum, la información del sistema ambiental a la información existente referida para el Municipio Solidaridad, al cual pertenecía la localidad de Akumal.

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

Las variables ambientales determinan la dinámica de los ecosistemas, por ello es indispensable conocer el comportamiento de las variables físicas, biológicas y socioeconómicas que inciden en el área de estudio, para establecer un marco de referencia que permita identificar los impactos que generará el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, así como proponer medidas de mitigación para los impactos cuya implementación asegure una mínima afectación al medio. Con esta finalidad se desarrolla el presente apartado.

A fin de delimitar el área de estudio, es pertinente mencionar que el predio donde se pretende desarrollar el proyecto Casa Habitación, se localiza en el Lote 11 de la Etapa "C" del Fraccionamiento Akumal Caribe, dentro de la Unidad de Gestión Ambiental Cn507 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Corredor Cancún-Tulum vigente, que corresponde a una política de conservación con uso predominante de corredor natural, del Municipio Solidaridad, que se ubica al Noreste del Estado de Quintana Roo.

IV.2.1 Aspectos abióticos

IV.2.1.1 Clima

El área del Municipio Solidaridad está inmerso en una amplia zona caracterizada por el tipo climático Aw2(x'), denominado cálido subhúmedo con lluvias en verano de acuerdo con la carta de climas "Mérida" de la Secretaría de Programación y Presupuesto, escala 1:1,000,000 (INEGI, 1980). Este clima, es el más húmedo de los subhúmedos, con precipitación media anual entre 1,500 y 2,000 mm y temperatura media anual entre 26 y 28 °C.

García (1988), señala que las regiones que presentan este tipo de clima se extienden a lo largo de la vertiente del Pacífico desde el paralelo 24 oN hacia el Sur y abarcan sitios desde el nivel del mar hasta una altitud de 800 a 1,000 m; por el lado del Golfo de México, se les encuentra al Sur del paralelo 23 o N, en algunas de las partes más bajas de la llanura costera y también de la Península de Yucatán así como en algunas zonas interiores, tales como la Cuenca del Balsas y la Depresión Central de Chiapas.

De acuerdo con los datos actuales, reportados por la Estación Meteorológica 23163 de Playa del Carmen, Municipio Solidaridad para el periodo 1998-2008 (CNA 2009), la precipitación anual media presenta una variación del orden de menos 100 unidades aproximadamente (1,403.8 mm) de 1998 a 2008, en tanto que la temperatura media anual para el mismo período es de 25.5°C (variación de -0.5°C). Considerando que los datos corresponden al tipo climático referido para el Municipio Solidaridad, permiten describir la marcha de temperaturas y precipitación promedio anuales y mensuales.

Temperaturas promedio mensual, anual y extremas

De acuerdo con los datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CNA) estación 23163 Playa del Carmen para el periodo comprendido de 1998-2008, las temperaturas más bajas se registraron entre los meses de diciembre y enero y las más altas de mayo a septiembre. La temperatura promedio anual es de 25.6 °C, en tanto que la media mensual oscila de 23.0 °C en el mes más frío (diciembre), a 27.8 °C en los meses más cálidos (julio y agosto), por lo que la oscilación térmica es de 4.8 °C (Figura 17).; además la CNA reporta que la temperatura máxima registrada para la zona fue de 40.0°C, de fecha primero de mayo de 2003, en tanto que la temperatura mínima se registró el 13 marzo de 1998 con 5°C.

Precipitación promedio mensual, anual y extrema (mm).

En relación a la precipitación promedio mensual, esta oscila entre los 28.8 mm, en el mes más seco (abril) hasta 297.3 mm en el mes más lluvioso (octubre); finalmente la evaporación media mensual tiene un rango de 84.8 a 187.7mm.

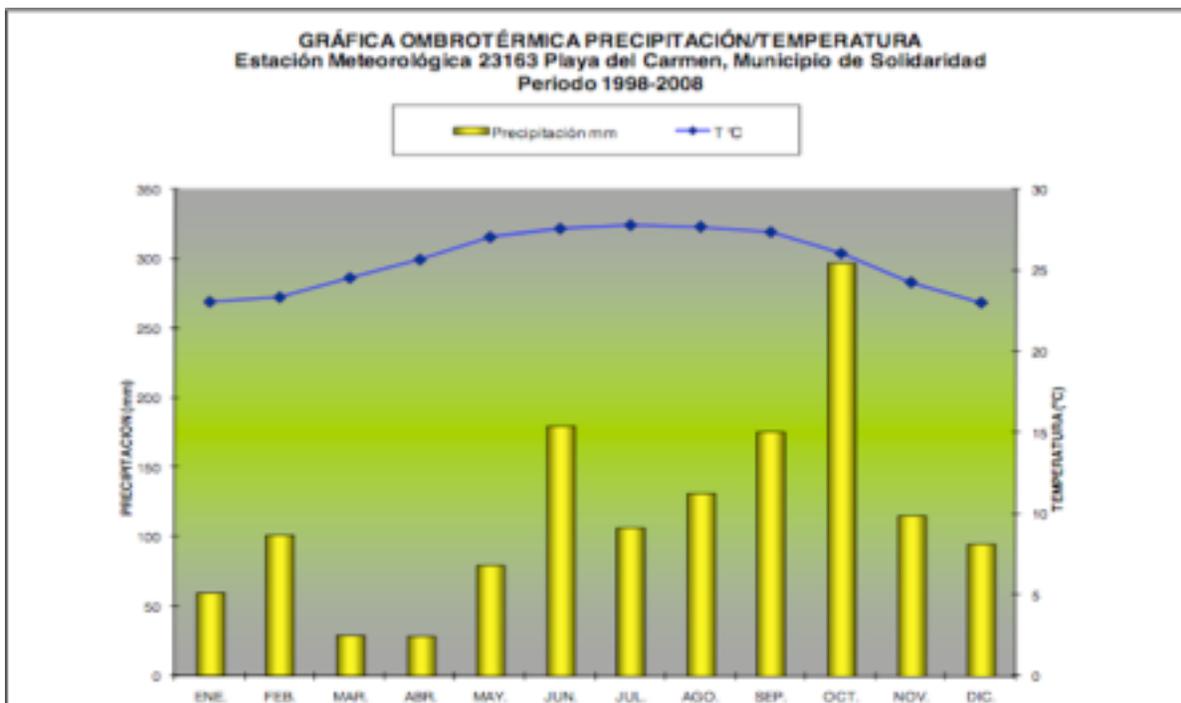


Figura 17. Marcha anual de precipitación y temperatura. Se presentan los datos obtenidos para los parámetros precipitación (en mm) y temperatura (en °C) en la Estación Playa del Carmen para el período 1998-2008. FUENTE: CNA, 2009.

La oscilación mensual de la precipitación permite dividir el calendario en dos temporadas, denominadas estación seca y estación lluviosa. La estación seca abarca de diciembre a mayo y en ella la precipitación total mensual no suele ser mayor a los 100 mm; mientras que la estación lluviosa abarca de junio a noviembre con precipitaciones totales mensuales por lo general superiores a 100 mm, destacándose octubre como el mes de mayor precipitación. Históricamente la precipitación máxima en 24 horas se registra en el mes de junio de 2004, teniéndose lectura de 283 mm y para el año 2005, lecturas de 108 y 240 mm para los meses de julio y octubre respectivamente. Por otra parte, en la temporada seca se registran meses sin precipitación o con precipitación muy escasa.

Vientos dominantes (dirección y velocidad) mensual y anual

El área de estudio, al igual que todo el Estado de Quintana Roo, tiene la influencia de las masas de aire marítimo tropical que son transportadas por los vientos alisios del Caribe y del Atlántico; para el área se cuenta sólo con los datos del período de 1998-1999. En la Tabla XI se muestra los registros de los vientos dominantes obtenidos por la estación meteorológica más cercana al predio, y tienen una dirección Este-Sureste (ESE), se presentan prácticamente todo el año y tienen velocidades entre 3 n/s y 4 n/s. En invierno, particularmente en los meses de octubre y noviembre, los vientos disminuyen su velocidad y cambian de dirección debido a la influencia de las masas polares que descienden desde el Ártico.

Tabla XI. Dirección y velocidad de los vientos. Se presentan los datos en nudos x segundo (n/s) obtenidos de la CNA, estación Playa del Carmen periodo 1998-1999.

AÑO	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL
1998	ESE	3	ESE	3	E	4	ESE	4	ESE	3	E	3
1999	ESE	3	E	3	ESE	4	ESE	3	ESE	3	E	4
AÑO	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL
1998	E	4	E	3	ESE	2	E	2	N	2	ESE	3
1999	E	4	E	3	ESE	3	WNW	2	N	3	-	-

Humedad relativa

En la zona, los valores medios de humedad van del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias presente. La temporada de lluvias dura casi todo el año, pues la temporada de secas únicamente incluye los meses de febrero a mayo.

IV.2.1.2 Balance hídrico (evaporación y evapotranspiración)

En Quintana Roo la precipitación anual varía entre los 800 y los 1,500 mm, con tendencia creciente en sentido Norte-Sur y Oeste-Este, teniéndose las mayores precipitaciones en la costa Este en una franja de aproximadamente 35 Km de ancho, que va desde Playa del Carmen hasta la península de Xcalak.

La temporada seca del año engloba de noviembre a abril, pudiendo dividirse esta época a su vez en dos subperíodos, uno que va de noviembre a febrero –época de Nortes-, ocasionado por masas de aire y nubes con vientos polares del Norte, con rachas violentas y temperaturas bajas; y otra de franca sequía que comprende los restantes meses del año, es decir de febrero a abril.

La evaporación potencial media anual es de 1,336.7 mm, con una variación mensual entre 104.9 mm en diciembre a 192.9 mm en mayo. La cantidad de evapotranspiración real media anual es similar a la precipitación y varía en igual sentido, de Norte Noroeste a Sur Sureste, pues va de 800 a 1,200 mm; por el contrario la variación del déficit de agua se comporta en sentido inverso, va de 200

a 800 mm de Sur Sureste a Norte Noroeste, abarcando once meses en el extremo Norte hasta poco más de tres meses en la zona con mayor precipitación (INEGI, 2002).

IV.2.1.3 Frecuencia de eventos climáticos extremos

La Península de Yucatán se encuentra constantemente expuesta a fenómenos meteorológicos debido a su posición geográfica. Estos intemperismos atmosféricos pueden ser de diferentes tipos, desde huracanes y tormentas tropicales hasta “nortes” y suradas o “suestes”. En los últimos 50 años se han originado 494 huracanes, de los cuales 21 han tocado tierra o han pasado en un radio de 100 Km de la costa de Quintana Roo (NOAA, 2005).

La temporada de huracanes en la zona abarca de mayo a octubre, siendo septiembre el mes en el que se ha registrado el mayor número y los de mayor fuerza (Figura 20). Los huracanes más significativos que han afectado la Península durante los últimos años son el Gilberto en 1988 que es recordado como el huracán del siglo debido a su gran magnitud y a los estragos que causó; el Opal y el Roxanne en 1995, el huracán Mitch en 1998, éste último, aunque no pasó a través del territorio Nacional, su influencia causó serios cambios en la fisiografía de las playas del Estado, con la erosión de la duna arenosa y la afectación de la vegetación halófila. Y muy recientemente el huracán Isidoro que afectó severamente al vecino Estado de Yucatán en septiembre de 2002.

En 2005, afectaron la zona Norte del Estado de Quintana Roo dos huracanes de gran magnitud, Emily y Wilma, el último de los cuales es ya reconocido como el más dramático de los huracanes que han impactado las costas del Norte del Estado por sus efectos catastróficos sobre la industria turística y por los cambios sustanciales en la geomorfología costera. En 2007 el huracán Dean de gran magnitud (categoría 5), afectó la zona centro y Sur del Estado. Por otra parte los “nortes”, son masas de aire polar que se presentan principalmente durante el otoño y el invierno, provocando el descenso de la temperatura, precipitaciones intensas y fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 100 Km/Hr. Estos meteoros son capaces de provocar cambios en la fisiografía de las playas arenosas y derribar árboles en la parte continental.

Las suradas o suestes son tormentas que se desplazan con dirección al norte y afectan principalmente la costa con vientos fuertes generalmente acompañados de precipitación abundante.

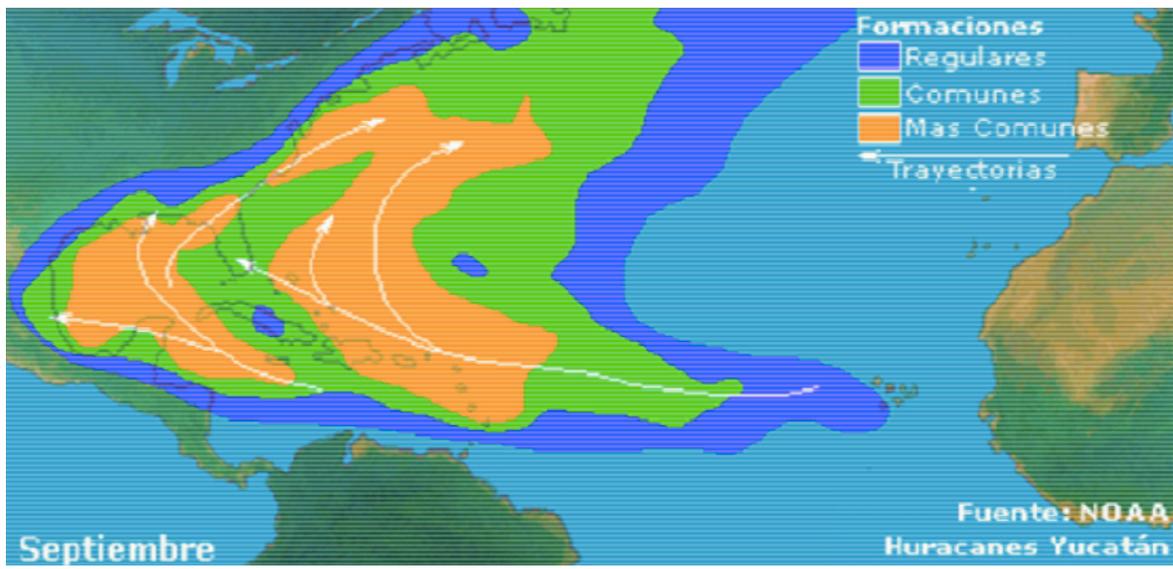


Figura 18. Formaciones y Trayectorias de huracanes en Septiembre. La Temporada de Ciclones Tropicales en el Océano Atlántico comprende los meses de Junio a Noviembre. Basados en datos Históricos, el mes de Septiembre es el que presenta la mayor frecuencia y los de mayor envergadura que afectan la Península de Yucatán.
Fuente: NOAA, 2015.

IV.2.2 Geología y geomorfología

Geológicamente la Península de Yucatán forma parte de la llamada “Llanura Costera del Atlántico Norte” junto a la planicie costera del Golfo de México (López-Ornat, 1983); la losa está constituida por calizas granulosas, blanquecinas y deleznales llamadas sascab, de origen reciente por lo que no está completamente mineralizada.

Quintana Roo es una planicie de origen marino formada en su totalidad por rocas sedimentarias del Cenozoico (Mioceno y Pleistoceno) con franco predominio de calizas por lo que el relieve cárstico es característico y es sensiblemente plano en toda su extensión. El predio se localiza en un área formada por roca sedimentaria eólica del cuaternario sobre la roca madre se desarrollan suelos poco evolucionados, poco profundos, con elevada pedregosidad y rocosidad, permeables, ricos en materia orgánica y con ph neutro a ligeramente alcalino.

El área donde se localiza la zona de estudio pertenece a la porción Nororiental del Estado de Quintana Roo que se caracteriza por estar constituida por sedimentos del Cuaternario de origen litoral (Figura 19).



Figura 19. Mapa Geológico. En la figura se aprecia que el área de estudio, según su origen geológico, se localiza en una zona con roca sedimentaria del Cuaternario, formada por deposiciones del litoral. Fuente: INEGI, Carta Geológica 1:250,000.

Por otra parte, la Península de Yucatán y Quintana Roo como parte integral de la misma, es una zona plana de poca pendiente, que va en dirección Sur-Norte con una altura máxima de 310 msnm.

Desde el punto de vista fisiográfico, la Península de Yucatán forma parte de la provincia fisiográfica conocida como Península de Yucatán, que en el estado de Quintana Roo está subdividida en tres subprovincias: 63 Carso y Lomeríos de Campeche, 62 Carso Yucateco y 64 Costa Baja de Quintana Roo (INEGI, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002).

De acuerdo con la Carta Fisiográfica del Estado de Quintana Roo, el área de estudio se asienta en la Subprovincia 62 Carso Yucateco y la Clase de Sistema de Topografía corresponde a una Llanura rocosa con lomeríos.

El relieve natural dentro del predio presenta una heterogeneidad variable entre 0.8 y 2 m de altura sobre el nivel del mar a lo largo del predio, en su porción final próxima a la duna, su nivel se incrementa de 3 a 4 msnm, alcanzando la mayor altura en el borde de la duna costera y, a partir de ahí, se presenta una abrupta gradación de niveles con descenso hacia el mar.

La parte centro Este y Norte del litoral inició su desarrollo geomorfológico durante el Terciario Superior, con la formación de una planicie calcárea modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestadas por la presencia de rasgos de disolución: dolinas de acumulación de arcillas de descalcificación y los cenotes. Durante el Cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como por la acumulación de abundantes depósitos de litoral, mitificación de depósitos eólicos y por la formación reciente de dunas arenosas (INEGI, 2002).

IV.2.3 Presencia de fallas y fracturamientos

En la Porción Este de la Península de Yucatán se ubica la Zona de Fallas de Oriente, la cual constituye una franja de 80 Km de ancho y se extiende desde Cabo Catoche hasta Belice. Presenta rocas calcáreas afectadas por una serie de fallas y con orientación Normordeste que han provocado la existencia de horst y gravens.

En la zona costera el fracturamiento ha ocasionado canales de flujo preferencial de agua subterránea, a lo largo de los cuales existe una fuerte erosión química que da origen a la formación de caletas y lagunas costeras (Back, et al. 1979).

Susceptibilidad de la zona a:

Sismicidad. Las características geológicas de la Península de Yucatán, donde el subsuelo es una losa compacta, aunada a su reciente formación, no dan lugar al reacomodamiento de las placas tectónicas por lo que es poco probable que ocurra algún movimiento sísmico en la zona.

Deslizamiento. Debido a la poca probabilidad de que se registren movimientos tectónicos en la Península, se considera poco probable que se presenten deslizamientos en la zona.

Derrumbes. Aunque existen derrumbes cuando la capa superior de las cavernas subterráneas caen por efecto de la disolución diferenciada de carbonatos, llamados también procesos cársticos, dichos movimientos ocurren esporádicamente, por lo cual no se pueden considerar propiamente como derrumbes.

Otros movimientos de tierra o de roca. Debido a la naturaleza cárstica de la zona son probables los hundimientos del terreno. Sin embargo, como se indico anteriormente, se trata de eventos esporádicos y puntuales.

Actividad volcánica. La Península de Yucatán se encuentra alejada de la cordillera volcánica, que corre desde América del Norte hasta América del Sur, ya que dicha cordillera se interrumpe precisamente en la península, por lo cual queda descartada la posibilidad de actividad volcánica.

IV.2.4 Suelos

El Municipio Tulum está conformado por suelos de Litosol con Rendzina más Solonchak Órtico de textura media ($I + E + Z_o/2$) y el suelo Litosol con Rendzina de textura media ($I + E/2$).

Las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos –por debajo de los 25 cm– reposando sobre el material calcáreo, con más de 40 % de carbonato de calcio, con un contenido de materia orgánica entre 6 y 15 % y capacidad de intercambio catiónico de 20 a 45 meq/100 g de suelo. Estos presentan fase física (lítica somera), pero no química y tienen buen drenaje. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

Los litosoles o suelos de piedra, son suelos con profundidades menores de 10 cm, limitada por la presencia de rocas, tepetate o caliche endurecido, su fragilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable.

El Solonchak Órtico es un suelo que presenta baja permeabilidad, son alcalinos, ricos en calcio y magnesio y relativamente bajos en fósforo. En el área de estudio, los suelos presentes están conformados por Litosol con Rendzina de clase textural media ($E+I/2$), como se muestra en la Figura 20.

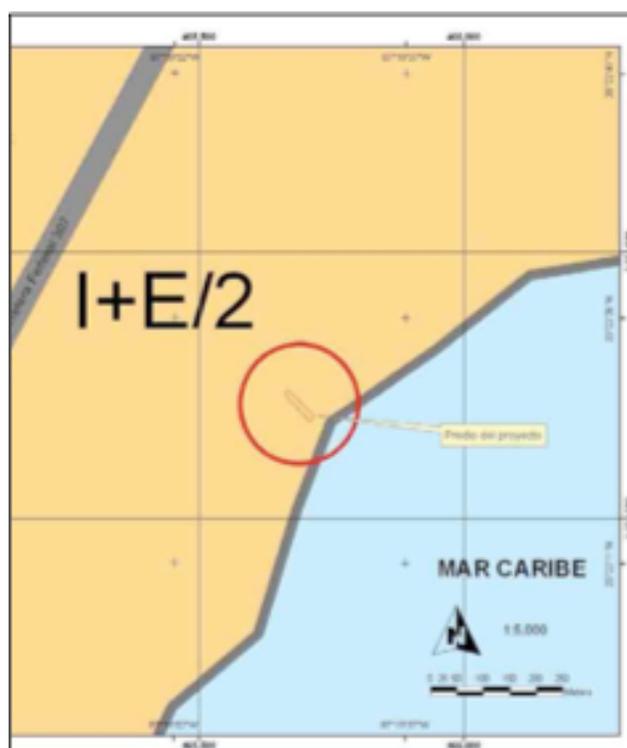


Figura 20. Tipo de suelo. El área de estudio está caracterizada por la presencia de Rendzina más Litosal de clase textural media ($I+E/2$). Fuente: INEGI, Carta edafológica F1511E 1:250,000.

A continuación se describen los tipos de suelos que caracterizan al predio en estudio:

Los litosoles son suelos que presentan abundante pedregosidad o afloramiento de la coraza calcárea, son suelos que varían de color café claro a casi negro, su textura que en algunos casos se distingue por ser de migajón arenoso con apenas 10% de arcilla y en otras por ser migajón arcilloso con aproximadamente 30%, también sus contenidos de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y de mas características que se pudieran considerar. Presentan fuertes restricciones para su utilización con propósitos agrícolas, pues su escaso espesor y abundante pedregosidad afectan el crecimiento de las raíces de plantas cultivadas, sin embargo, presentan buen drenaje, que favorece la infiltración de las aguas meteorológicas.

Las rendzinas son suelos muy someros por lo regular con espesor menores de 30 cm, reposado sobre el material calcáreo, con más de 40 % de carbonato de calcio, con un contenido de materia orgánica entre 6 y 15 % y capacidad de intercambio catiónico de 20 a 45 meq/100 g de suelo. Estos presentan fase física (lítica somera), pero no química y tienen buen drenaje.

Capacidad de saturación

En el predio, las Rendzinas más Litosol con clase textural media distinguidas por su contenido de arenas con arcillas reposado sobre el material calcáreo, confieren un buen drenaje y favorecen la infiltración de aguas pluviales. Tomando en cuenta que la clase textural es media (franco limoso y limoso), la capacidad de saturación tiende a disminuir conforme la clase textural cambia de media a gruesa, permitiendo una buena permeabilidad a través del suelo. Las zonas próximas a las playas están formadas por areniscas calcáreas de origen marino, que forman Regosoles y Arenosoles con un bajo porcentaje de fertilidad y un alto porcentaje de drenaje, permitiendo la rápida infiltración del agua, toda vez que cuentan con una clase textural gruesa.

Grado de erosión del suelo

Los suelos de la península de Yucatán presentan un alto grado de erosión debido a que, por su reciente formación, no se encuentran bien consolidados, lo cual provoca que durante la temporada de lluvias éstos sean percolados hacia niveles interiores del suelo, dejando al descubierto zonas de laja o de sascab comprimido.

Respecto a los tipos de suelo presentes en el predio, las rendzinas se caracterizan por ser fértiles y de moderada susceptibilidad a la erosión, en tanto que, los litosoles se consideran poco fértiles y poco susceptibles a la erosión (Instituto de Geografía, UNAM, 2000)

Adicionalmente, en el litoral ocurre un proceso de acumulación y abrasión, nombre que recibe la erosión marina por efecto del movimiento de las masas de agua,



definiendo su estabilidad edafológica como baja debido principalmente a que se ubica frente a la playa y a la alta dinámica costera, principalmente durante la temporada de huracanes.

Dado que el predio se encuentra frente a la zona costera, el efecto de la dinámica marina adquiere un especial interés, puesto que el frente de playa del predio está sujeto a diversos procesos erosivos. De acuerdo a la SEMARNAT, la playa del predio está considerada como costa erosiva, en virtud que la alta energía del oleaje impacta directamente sobre la costa originando la elevación de las dunas.

IV.2.5 Hidrología superficial y subterránea

IV.2.5.1 Hidrología superficial

En el Estado de Quintana Roo se encuentran dos regiones Hidrológicas (RH), la RH32 o Yucatán Norte y la RH33 o Yucatán Este.

La entidad es uno de los estados de la zona tropical del Sureste del país, en donde las precipitaciones son abundantes, mayores de 1,000 mm anuales, y que se caracteriza por la inexistencia de corrientes superficiales relevantes, salvo el río Hondo. Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales la porción de agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades de desarrollo muy complicado, de manera que todos los sitios que reciben la lluvia constituyen zonas de recarga del acuífero, es decir toda la superficie estatal.

El Centro de Población de Akumal forma parte de la RH32, de la cuenca 32A Quintana Roo y de la subcuenca d. Esta cuenca se ubica al Norte del Estado, ocupa 31 % de la superficie estatal (17,497.33 Km²), e incluye las islas Cozumel, Mujeres y Contoy; tiene como límites, al Norte el Golfo de México, al Este el Mar Caribe, al Sur la división con la RH33 que coincide aproximadamente con el paralelo 20o de latitud Norte y al Oeste con el límite de Yucatán donde continúa, excepto en una pequeña porción que corresponde a la cuenca 32B.

La temperatura media anual es de 26 °C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 mm al Sureste de la cuenca y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda (Figura 21), excepto en las franjas costeras que tienen 5 a 10 % o 10 a 20 % debido a la presencia de arcillas y limos.

En esta cuenca no hay corrientes superficiales ni cuerpos de agua de gran importancia. Sin embargo, al nivel local, en la zona Norte del estado de Quintana Roo se presentan depresiones topográficas que en épocas pasadas constituyeron una antigua laguna costera y que en la actualidad se manifiesta como una laguna fósil o paleolaguna, que se encuentra delimitada por la actual línea de costa y la loma del

Pleistoceno que se ubica a unos 700 m de ésta y que corresponde al antiguo litoral (Villasuso, 2000).

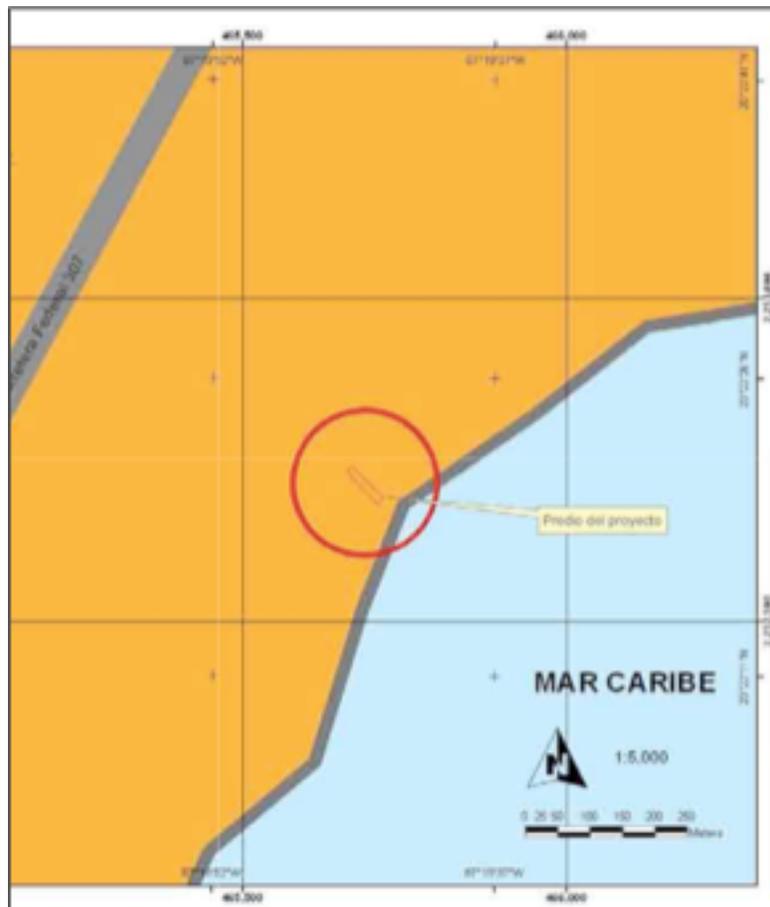


Figura 21. División Hidrológica Superficial. La zona donde se encuentra el predio de interés cuenta con un coeficiente de escurrimiento de 0a 5 % abarcando prácticamente toda la cuenca. Fuente: INEGI, Carta Hidrológica superficial F1611E 1:250,000.

Estas depresiones, no tienen contacto con el mar y tampoco reciben aportes de agua continentales, sin embargo, debido a la presencia de turba o marga que las hace impermeables, generalmente acumulan agua de lluvia, que las inunda y permite el desarrollo de vegetación de manglar denominado de cuenca, del tipo de manglar de laguna fósil, de acuerdo con Trejo-Torres et al. (CIQROO, 1993).

El agua acumulada está sujeta a fluctuaciones estacionales, que dependiendo del régimen de lluvia y de los procesos de evaporación y evapotranspiración, aumenta o disminuye su nivel, llegando incluso a desecarse durante la época de estiaje. No obstante, el suelo del manglar no se seca por completo, sino que permanece húmedo y por tanto no se presenta el resquebrajamiento del sustrato superficial, que es común en áreas donde el sustrato pierde toda su humedad.

IV.2.5.2 Hidrología subterránea

El acuífero se encuentra en rocas calizas del Terciario y Cuaternario y depósitos de litoral de este último período, con permeabilidad alta en material consolidado en la mayor parte de la entidad, excepto en su parte Suroeste que es de permeabilidad media; así como también en una pequeña franja al Norte en material no consolidado.

Se trata de un acuífero de tipo freático con marcada heterogeneidad respecto de sus características hidráulicas. La mayor parte de la superficie del estado, son de llanuras, que presentan notable desarrollo cárstico al que debe su gran permeabilidad secundaria, manifestándose en la superficie en forma de cenotes; en tanto que en el área de lomeríos está menos desarrollada que en la llanura y no muestra manifestaciones importantes en la superficie del terreno.

Del subsuelo del Estado de Quintana Roo, se extraen unos 354 millones de metros cúbicos al año ($Mm^3/año$). La extracción total representa apenas poco más de 3 % de la recarga del acuífero, por lo que está considerado como subexplotado, aunque existe el riesgo de salinización principalmente en la zona del litoral con asentamientos humanos o establecimientos turísticos y en la isla de Cozumel.

Existen cuatro zonas geohidrológicas propuestas en la reglamentación del acuífero del estado de Quintana Roo, denominadas Cerros y Valles, Cuencas Escalonadas, Planicie Interior y Costas Bajas, además la isla de Cozumel.

El predio de interés se localiza en la localidad de Akumal, en la zona geohidrológica Costas Bajas, que se encuentra en los alrededores de las bahías de Chetumal, Espíritu Santo y Ascensión, también comprende las áreas de playa que va desde Playa del Carmen hasta Cancún y de la costa Norte del Estado. Colinda al Sur del estado con las Cuencas Escalonadas y al Norte con la Planicie Interior. Cubre una superficie que representa 26.81 % del estado, es decir, $11,403.63 \text{ km}^2$ (INEGI, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002).

Esta zona geohidrológica está conformada por rocas calizas Mioceno, Terciario Superior y del Cuaternario, e incluye depósitos recientes consolidados tales como arenas de playa, arcillas, turbas y calizas de moluscos. Estas zonas se consideran de alta permeabilidad donde se manifiesta un espesor delgado de agua dulce sobre la salada (Figura 22).

En esta zona geohidrológica del acuífero es de tipo libre del que se extraen 5.35 millones de metros cúbicos al año ($Mm^3/año$) de agua a través de 68 aprovechamientos, de los cuales 11 son para uso doméstico y abrevadero con un volumen de extracción de $0.01 \text{ Mm}^3/año$; 36 son para extraer agua con fines de potabilización, con un volumen de extracción de $4.9 \text{ Mm}^3/año$; y 21 obtienen $0.45 \text{ Mm}^3/año$ para empleo industrial. En total se tiene una recarga del acuífero de 1,960

Mm³/año que al compararlo con la extracción 1,954 Mm³/año, se considera que está en equilibrio (INEGI, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002).

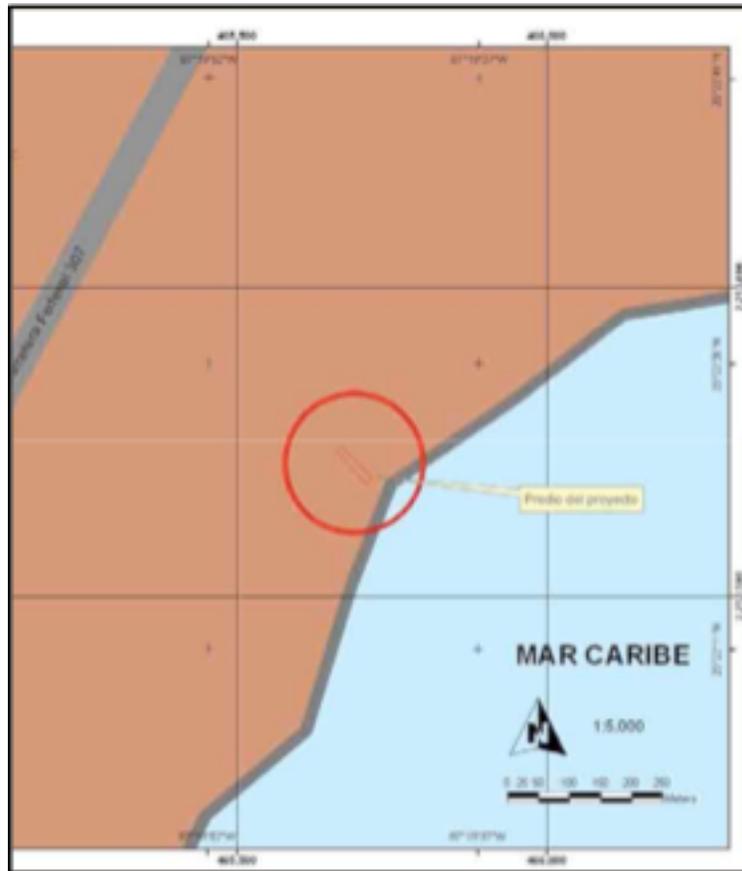


Figura 22. Zonas Geohidrológicas. El predio de interés se localiza dentro de la Zona Geohidrológica Costas Bajas, en una zona cuyo sustrato presenta material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero. Fuente: INEGI, Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas F1611E, Escala 1:250'000.

La dirección del flujo de agua subterránea es al Este, hacia las costas y bahías. La profundidad del acuífero va de 5 a 10 m, pero también se localiza hasta de 1 m de la superficie y su espesor medio es de 19 m. Las familias de agua predominante son las sódico-cloruradas y sódico clorurada-sulfatada.

Esta es la zona geohidrológica más crítica del Estado pues presenta las condiciones más adversas del medio acuífero como son la alta permeabilidad de las calizas, la poca altitud y el delgado espesor del agua dulce por encima del nivel del mar, por ello se encuentra en veda rígida la cual sólo permite la extracción de agua con fines de potabilización.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (1995), el índice de vulnerabilidad a la contaminación en Solidaridad, es de 4, siendo 7 el valor más alto posible. Estudios geohidrológicos llevados a cabo en zonas cercanas al predio, con condiciones y características similares (Villasuso, 2000), así como el comportamiento histórico del acuífero en la zona costera del Norte del Estado, reportan que la intrusión salina penetra estacionariamente hasta una longitud de 20 Km con respecto a la costa (Exyco, 1989).

IV.3 ASPECTOS BIÓTICOS: VEGETACIÓN

IV.3.1 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 linear 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 23).



Figura 23. 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 24).

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

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.



Figura 24. 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.

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

Hmax = 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.

IV.3.2 Caracterización vegetal del área de estudio

De acuerdo con el Mapa Digital de México de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI 2007, a la zona donde se ubica el predio le corresponde vegetación de tipo Selva Mediana Subperennifolia y Selva Baja Subcaducifolia, en comparativo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI (Escala 1:250,000) la vegetación que le corresponde es de Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia (Figura 27). Según Flores y Espejel (1994) 6, la Selva Mediana Subperennifolia se trata de la comunidad vegetal más extensa, ya que se encuentra presente en casi todo el Estado de Quintana Roo. También mencionan que los factores de clima y suelo se constituyen como la causa principal de la característica subperennifolia, lo cual hace referencia a que el 25 % de las especies arbóreas pierden sus hojas durante la época de secas, mientras que la mayor parte las conservan, especialmente las especies predominantes como *Manilkara zapota* (Chicozapote), *Vitex gaumeri* (Ya'axnik) y *Lysiloma latisiliquum* (Tzalam).

En comunidades conservadas o en estado de sucesión primaria los individuos arbóreos presentan contrafuertes y por generalmente se encuentran distribuidos en tres estratos: uno inferior de 4-12 m, uno intermedio de 12-22 m y uno superior de 22- 35 m, siendo una de las especies más frecuentes y dominantes *Manilkara zapota* (Chicozapote); de igual manera es común observar el desarrollo de palmas como *Thrinax radiata* (Chit) y *Sabal yapa* (huano) formando parte del estrato bajo e intermedio.

Por otra parte, de acuerdo con el estudio de campo realizado en el predio de interés, la vegetación que se encuentra presente en el mismo posee condiciones que difieren de manera significativa de la descripción propuesta por Flores y Espejel, ya que se encuentra integrada en su mayoría por especies arbustivas y herbáceas, con predominancia de vegetación de duna costera, aunque es posible observar individuos arbóreos y arbustivos propios de la vegetación del ecotono entre matorral costero, selva mediana.

6 Flores J. y Espejel I. 1994. Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. P. 75-81



Figura 25. Carta de Uso de Suelo y Vegetación. Se indica la ubicación del predio (circunscrito en color rojo) en una zona a la que corresponde Vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia. FUENTE Carta de Uso de Suelo y Vegetación del Estado e Quintana Roo, F1611E, Escala 1:250,000.

Croquis de vegetación del predio

Los resultados obtenidos durante la campaña de campo en el predio permitieron identificar y caracterizar la vegetación que se desarrolla en el mismo, adicionalmente, por medio de un Geoposicionador, GPS, se delimitaron los diferentes tipos de vegetación, para determinar su distribución y estimar su cobertura. Los resultados obtenidos fueron vertidos en programa Autocad, para generar imágenes que muestren las condiciones actuales de la vegetación en el predio, con respecto al tipo de asociación y distribución. El croquis de vegetación se muestra en la Figura 26a y 26 b, sobre las cuales se sobrepuso el desplante del proyecto.

Los tipos de vegetación en el predio están dominados por la vegetación de Herbáceas halófitas que ocupan una superficie de 438.57 m² el predio, le sigue el matorral costero en 180.88 m² con asociación de palmas chit en una superficie de 177.70 m² (Cuadro XII).

Tabla XII. Superficies de vegetación. Se indican los tipos de vegetación registrados en el predio con sus respectivas superficies de distribución.

Tipo de Vegetación	Superficie	
	m ²	%
Herbáceas halófitas	438.57	57.04
Matorral costero	180.88	21.67
Chitales	177.7	21.29
TOTAL	797.15	99.99

Como ya se indicó previamente, el proyecto contempla integrar la casa habitación a su entorno natural, reduciendo en la medida de lo posible la afectación a la vegetación existente y conservar la mayor superficie con su cobertura natural. Con este principio se proyecta desplantar la casa habitación en 140.93 m² del área ocupada por herbáceas halófitas.

La casa habitación ocupará únicamente una huella de desplante 68.36 m² cifra que representa el 8.19 % de la superficie total del predio, sin embargo considerando las áreas abiertas, como la cochera, el área de aprovechamiento se incrementa a 140.93 m², cifra que representa el 32% de la superficie con herbáceas halófitas.

El camino de acceso a la casa involucrará el desmonte de una superficie de 69.17 m² del área donde se desarrolla matorral costero y chitales,

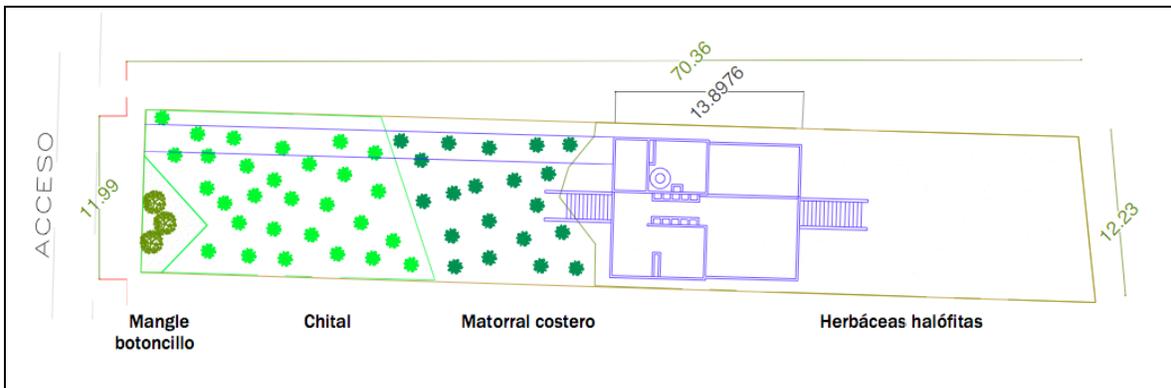


Figura 26 a. Croquis de Vegetación del predio con sobre posición del proyecto. Descripción de la sucesión de la vegetación del acceso hacia la playa; inicia con el islote de mangle botoncillo en un área anegada que ocupa 30 m². Le sigue el chital formado principalmente por palma chit, *Thrinax radiata*, que ocupa 177.79 m², adyacente a este se presenta el matorral costero donde también predomina la palma chit y ocupa 180.88 m². Finalmente la comunidad de herbáceas halófitas se desarrolla en 438.57 m², que representa el 57.04% de la superficie total del predio y se ubica frente a la playa.

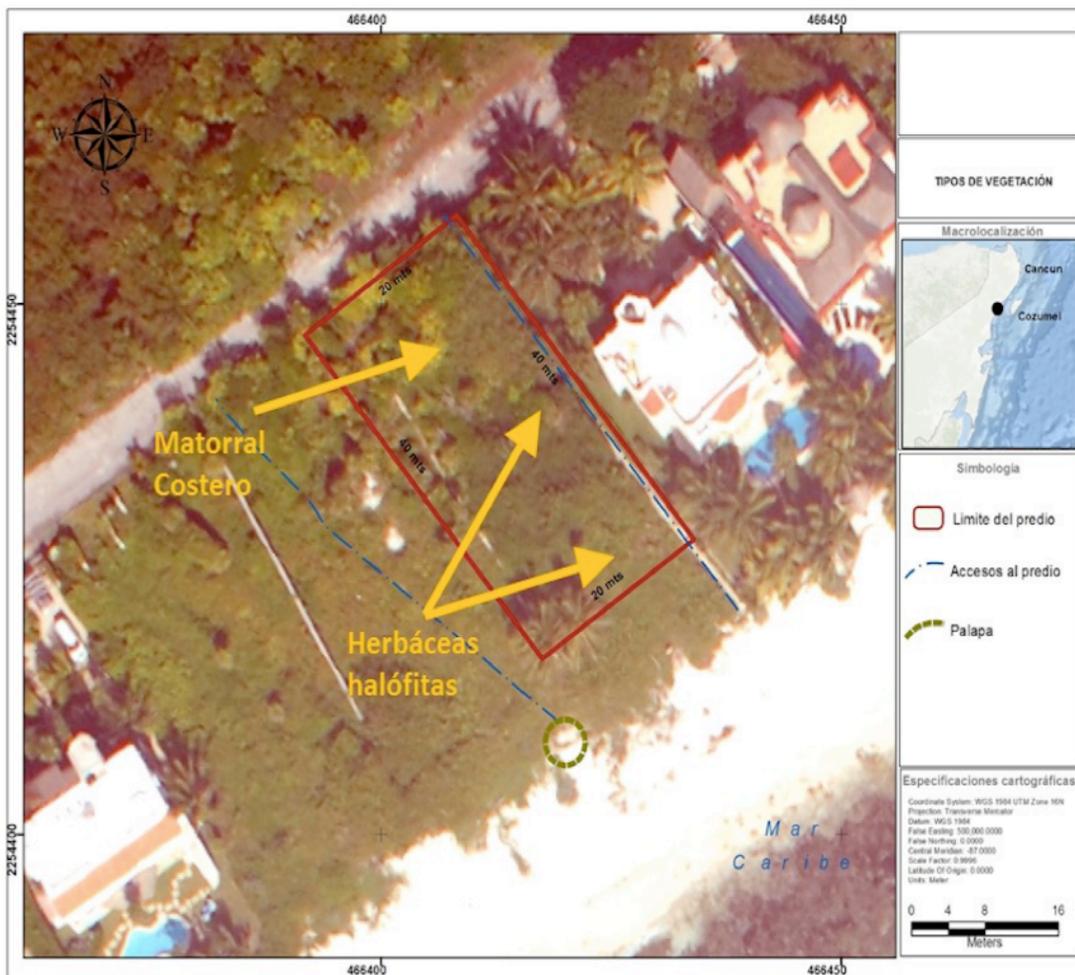


Figura 26 b. Sobre posición del predio en fotografía aérea. Pese a la poca claridad de la fotografía se puede apreciar la predominancia de herbáceas. Adicionalmente, se señala la distribución de los tipos de vegetación existentes dentro del límite del predio, señalado con color azul.

IV.3.2.1 Vegetación Halófitas Costera

La vegetación de Dunas Costeras se desarrolla en las arenas litorales de la Península de Yucatán, formada por especies herbáceas y arbustivas que resisten las condiciones de alta salinidad y fuertes vientos. La comunidad de pioneras crece en la zona de playa y de dunas móviles, en el que solo se desarrollan hierbas rastreras y arbustos chaparros, tolerantes a las condiciones de fuertes vientos, alta salinidad, movimiento de arena y mareas. La comunidad de matorral crece en la zona de dunas internas y fijas, donde las condiciones son adversas en menor grado; en ella se desarrollan árboles y arbustos muy ramificados no mayores de 4 metros de altura junto a otras especies herbáceas.

IV.3.2.2 Composición de la vegetación en el área de estudio

Es posible observar el desarrollo de especies propias de matorral costero como *Thrinax radiata* (chit) y *Pithecellobium keyense* (tsiiw' che).

Vegetación de Duna Costera

La vegetación de Duna costera se distribuye en una superficie de 797.14 m², la cual está conformada por herbáceas halófitas y matorral costero. La comunidad de matorral costero se distribuye posterior al litoral costero en dirección Oeste Este; dentro del predio cubre una superficie total de 358.57 m². Su distribución ocurre en forma de manchones aislados de vegetación caracterizados por individuos de palma chit (*Thrinax radiata*).

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 27).



Figura 27. 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 28).



Figura 28. Afectaciones a la vegetación. En la imagen se observa la disposición inadecuada de residuos solidos en una zona del predio.



Figura 29. 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 (Cuadro XIII).

Cuadro XIII. 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.

IV.3.2.3 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.

IV.3.2.4 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 el Cuadro XIV, se registró la existencia de 2 especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-

SEMARNAT-2001: *Thrinax radiata* (chit) registrada en la categoría de protección especial.

IV.3.2.5 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) -Cuadro XIV-.

Cuadro XIV. 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 30), en donde se pueden observar valores relativos similares entre las dos especies con valor de importancia media y aquellas de valor bajo.

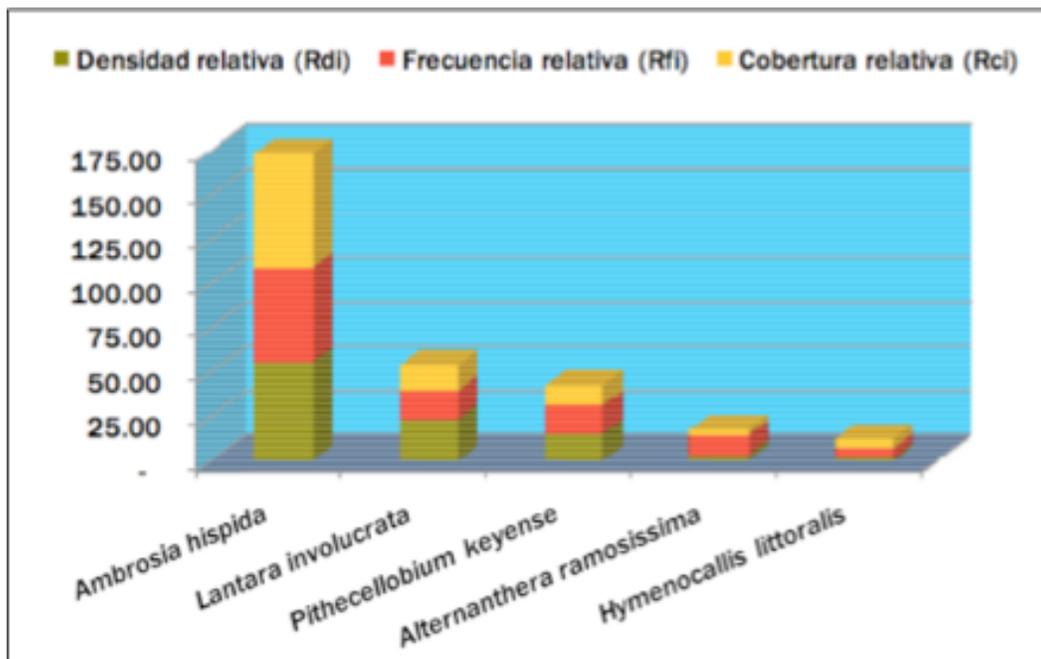


Figura 30. Valor de Importancia. En el gráfico se muestra la influencia que tiene cada uno de los parámetros ecológicos en la determinación de este valor.

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.

IV.4 ASPECTOS BIÓTICOS: FAUNA TERRESTRE Y/O ACUÁTICA

IV.4.1 Metodología de la caracterización de fauna del predio

El predio en estudio posee una superficie de 834.54 m², 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 (Cuadro XV), pertenecientes a dos Clases de vertebrados, aves y reptiles.

Tabla XV. 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 31).

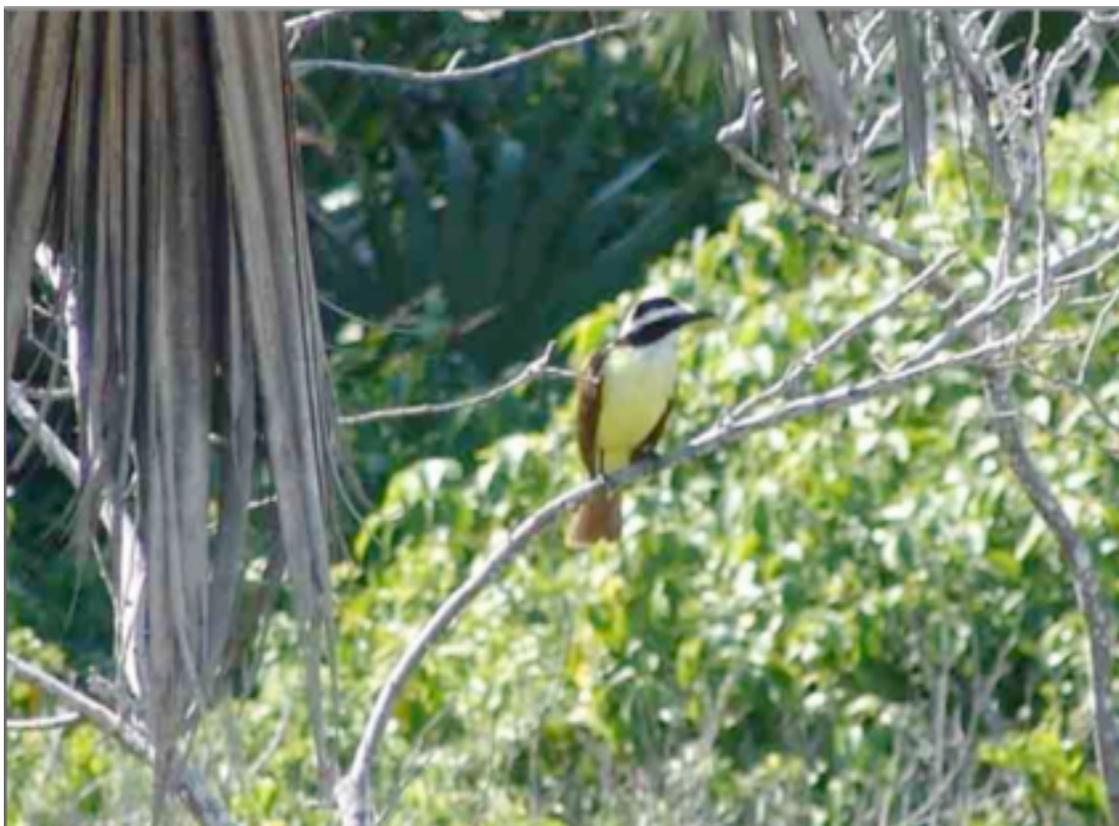


Figura 31. Avifauna observada en el predio. Individuo de *Pitangus sulphuratus* (Luis bienteveo) descansando sobre una rama de matorral del predio.

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 XVI las siguientes especies:

Cuadro XVI. Listado taxonómico de fauna de la región. Se indican las especies esperadas en el sitio con base a la información reportada para la zona.

Clase Reptiles		
Familia	Especie	Nombre común
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
Clase Aves		
Familia	Especie	Nombre común
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
Clase Mamíferos		
Familia	Especie	Nombre común
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 32.



Figura 32. 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.

IV.4.3 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.

IV.4.4 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.

IV.5 MEDIO PERCEPTUAL: PAISAJE

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, 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.

IV.5.1 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 palma chit, y en segundo el 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 XVIII 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. Al primer parámetro se les asignó un valor alto u óptimo,

toda vez que, se considera la importancia de las especies vegetales del predio (chitales) 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 representar 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.

Cuadro XVIII. 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

IV.6 MEDIO SOCIOECONÓMICO

IV.6.1 Demografía

De acuerdo con los resultados del II Censo de Población y Vivienda de 2005, realizado por el INEGI, la población total del Municipio Solidaridad hasta octubre del 2005 fue de 135,589 habitantes de los cuales 52.24 % correspondían a la población masculina, con 70,835 hombres y 47.75 % a la población femenina, con 64,754 mujeres (INEGI, 2006).

IV.6.1.1 Número de habitantes por núcleo de población identificado

Los resultados del II Censo de Población y Vivienda de 2005, realizado por el INEGI, la población del Municipio Solidaridad hasta octubre de ese año, era de 135,589 habitantes, de los cuáles el 89.3 % de los habitantes se concentra en localidades de más de 2,500 habitantes.

IV.6.1.2 Tasa de crecimiento de población considerando por lo menos 20 años antes de la fecha en que se realiza la manifestación de impacto ambiental

El Municipio Solidaridad reporta la tasa de crecimiento poblacional promedio anual más alta a nivel nacional. Antes de constituirse como municipio en el año de 1993, formaba la parte continental del Municipio de Cozumel. Los datos reportados por INEGI (1990) permiten conocer que la tasa de crecimiento de la población en el período de 1990-1995 fue de 9.3 %, bastante elevada, aunque no demasiado si se considera que en el siguiente lustro-período 1995-2000-, se disparó hasta 20.4%.

Fundamentalmente, esto se debe al intenso impulso al desarrollo turístico que ha recibido el Municipio de Solidaridad y para el 2005 decreció a 14.22%, sin embargo la tasa de crecimiento sigue siendo muy alta.

En la Figura 33 ilustra el incremento poblacional del Municipio Solidaridad, en los últimos diez años. Donde se observa un incremento del 500%, por lo que será necesario multiplicar esfuerzos para fortalecer el desarrollo urbano y de infraestructura con la finalidad de cubrir las numerosas demandas sociales

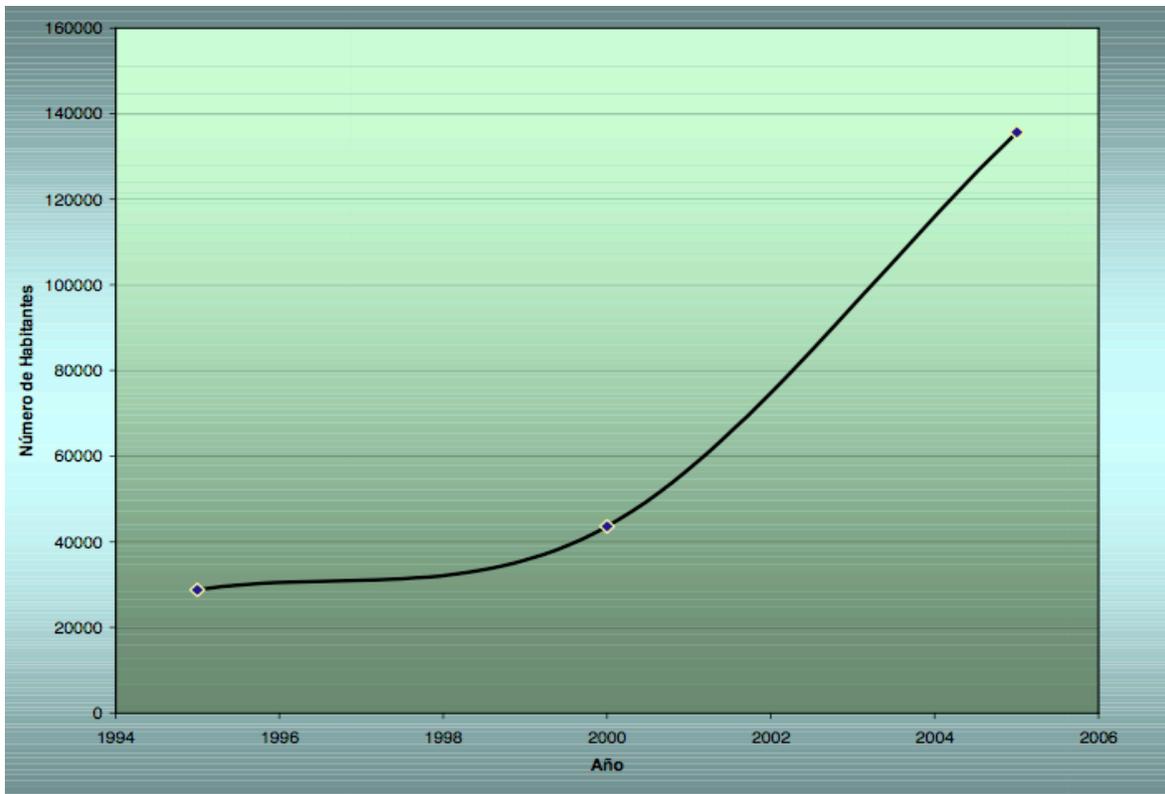


Figura 33. Gráfica de crecimiento poblacional. En la gráfica se muestra la tendencia del crecimiento del Municipio Solidaridad, en un período de tiempo de diez años que va del año 1995 a 2005. FUENTE: INEGI, 2006.

IV.6.1.3 Procesos migratorios, con especificación de la categoría migratoria (emigración o inmigración significativa).

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 34 se muestran gráficamente los sitios de origen de la población proveniente de otras regiones del país (INEGI, 2001).

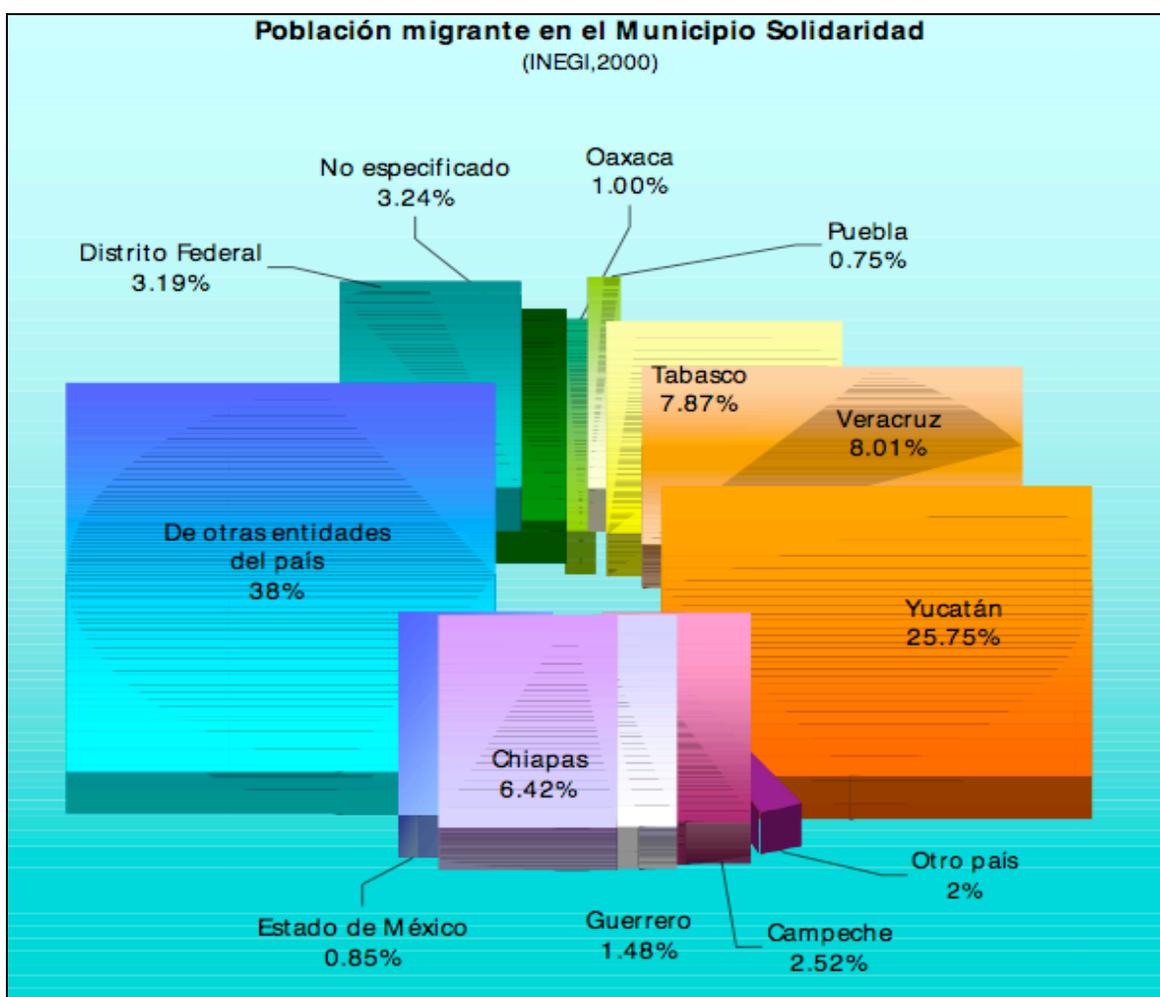


Figura 34. Composición porcentual de la población migrante. En la gráfica aparece la proporción de personas provenientes de distintos Estados de la República y del extranjero, que conforman parte de la población del Municipio Solidaridad.

IV.6.1.4 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 35), 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.

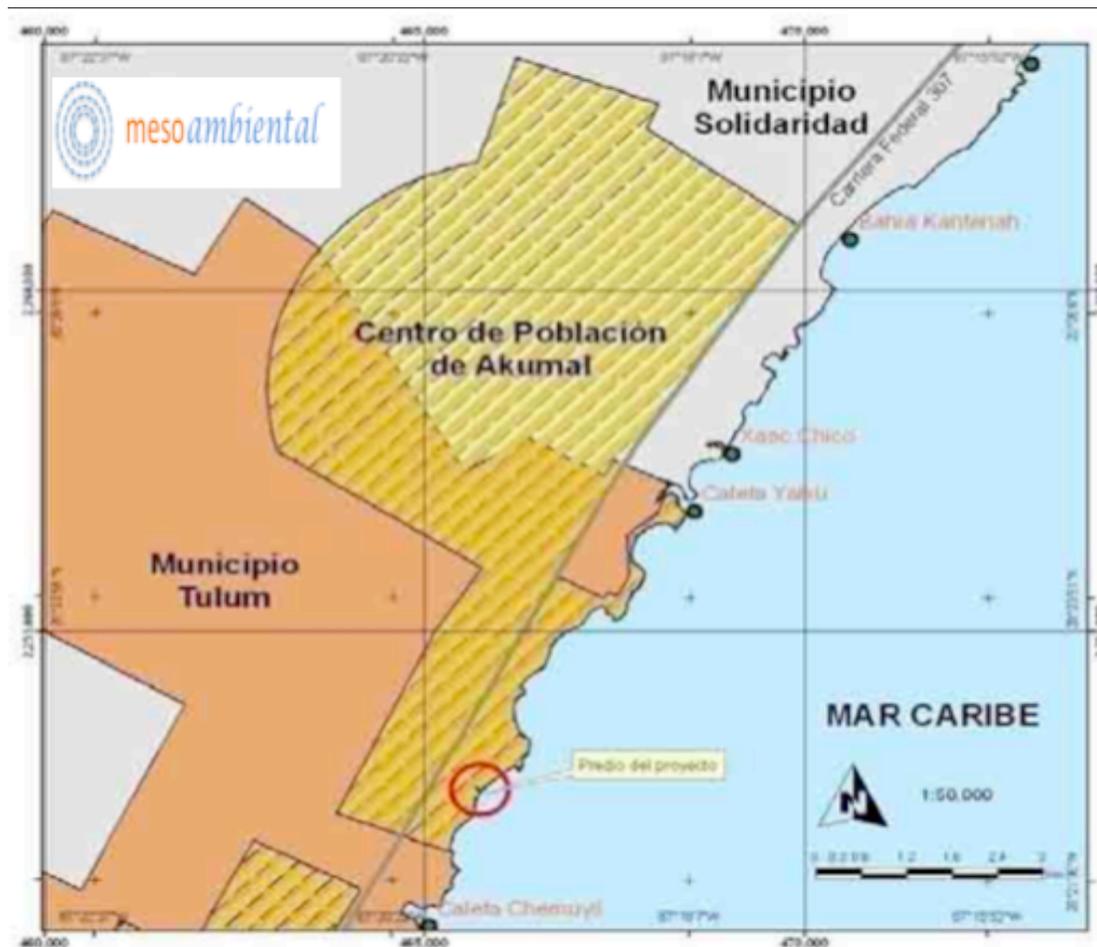


Figura 35. Centros de población en la zona de influencia del área de estudio. En la imagen se observa la ubicación del Municipio Tulum (actual) en relación con los municipios colindantes que conforman la entidad, así como, los principales núcleos de población cercanos a Akumal donde se localiza el área de estudio.

IV.6.1.5 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.

IV.6.1.6 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.

IV.6.1.7 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 36).

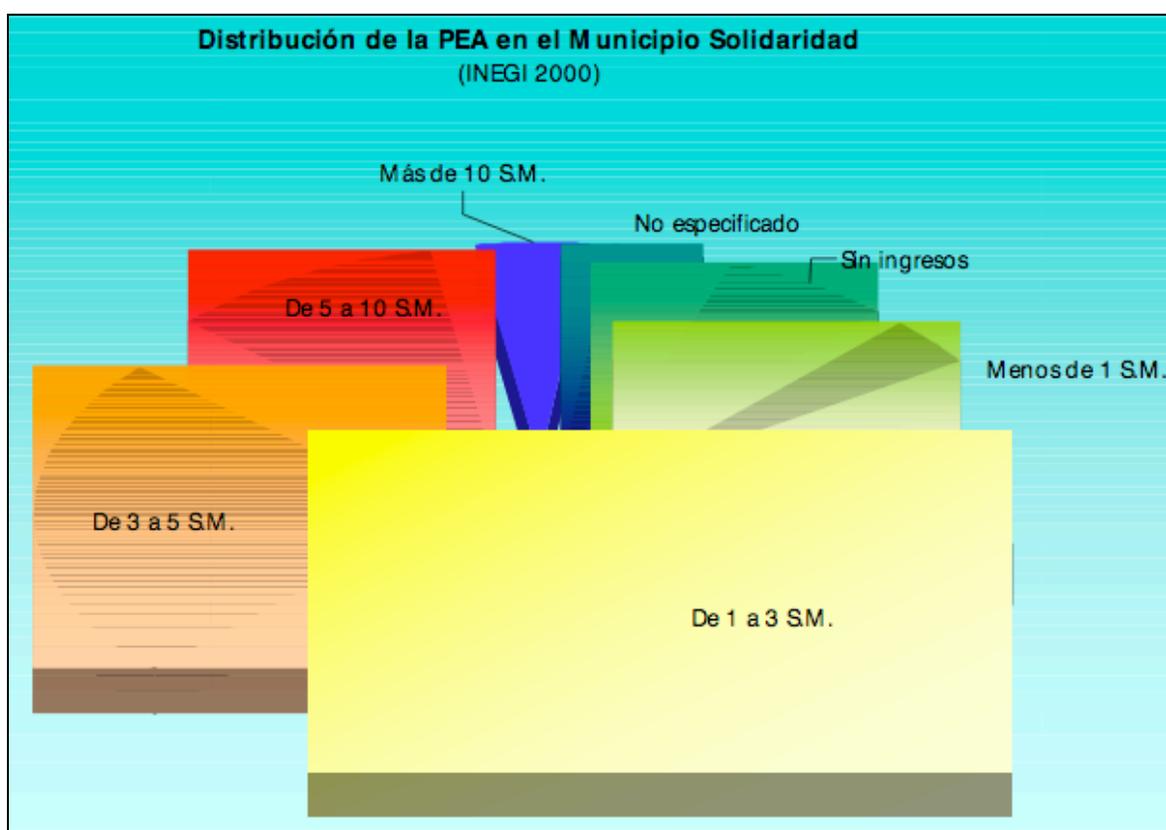


Figura 36. Salarios por PEA (Población Económicamente Activa), según ingresos mensuales en el Municipio Solidaridad (INEGI, 2010).

IV.6.2 Vivienda

Como resultado del desarrollo del Corredor Turístico Cancún-Tulum se han realizado estudios para determinar cuál es la cobertura actual y la necesidad de viviendas en la zona conocida como Riviera Maya. Los resultados obtenidos refieren que existe una demanda total de 52,216 viviendas. De ésta, tan sólo se ha cubierto 23.25 %, es decir, 12,146 viviendas, persistiendo un déficit de 40,070 viviendas como señala INVIQROO, INFONAVIT y otros organismos relacionados.

El Municipio de Solidaridad tiene como estadística en febrero de 2000, un promedio de 3.76 ocupantes por vivienda (INEGI, 2001). En octubre del 2005, el promedio era de 3.74 ocupantes por vivienda (INEGI, 2006).

IV.6.2.1 Oferta y demanda (existencia y déficit) en el área y cobertura de servicios básicos (agua entubada, drenaje y energía eléctrica) por núcleo de población.

El patrón de abastecimiento de servicios públicos suele concentrarse en la Cabecera Municipal y se hace deficiente conforme las localidades se encuentren más alejadas de aquella.

En el Municipio de Solidaridad, de acuerdo con los últimos datos disponibles, se cuenta con 27,326 viviendas, de las cuales el 96.97 % dispone de energía eléctrica, el 94.84 % cuenta con agua de la red pública y el 94.92 % disponen de drenaje.

IV.6.3 Urbanización

IV.6.3.1 Vías y Medios de comunicación existentes, disponibilidad de servicios básicos y equipamiento.

La vía de acceso terrestre más importante es la Carretera Federal No. 307 Reforma Agraria-Puerto Juárez, mediante la cual se comunican Chetumal, Cancún, Playa del Carmen y el Centro Poblacional de Akumal. El tramo de Cancún a Tulum esta pavimentado y cuenta con cuatro carriles repartidos en dos cuerpos hasta Playa del Carmen, a la altura de Xcaret se ensancha a dos carriles y continua así hasta Tulum. Esta moderna vía de comunicación cuenta con 110 km de longitud total, haciendo más seguros los recorridos entre los diferentes puntos turísticos de la Riviera Maya.

En la Tabla XIX aparece el número de automóviles, camiones y motocicletas públicas y particulares registrados en el Municipio Solidaridad, los cuales son muy reducidos.

Tabla XIX. Transporte terrestre. Vehículos de motor registrados por tipo de Servicio, Municipio Solidaridad (2005).

Tipo de transporte	Oficial	Público	Particular	Total
Automóviles	12	2,354	9,746	12,112
Camiones para pasajeros	0	69	59	128
Camión de carga	42	396	3,504	3,942
Motocicletas	12	110	4,493	4,615

Por estructura urbana el centro de población de Akumal encuentra sus principales condicionantes en los ejes originales de crecimiento y los ejes alternos desarrollados, en especial la carretera federal 307 y en menor grado la avenida principal que sirve de acceso desde la carretera. A este respecto la mencionada vía regional es un elemento fuertemente condicionante por su magnitud y peso específico en la estructura urbana actual y futura.

IV.6.3.2 Equipamiento

Para la recolección de residuos sólidos, el Municipio Solidaridad cuenta con servicio de limpia pública, sin embargo, no existe relleno sanitario por lo que la disposición final de los residuos sólidos se realiza en un tiradero a cielo abierto.

El Centro de población de Akumal posee usos mixtos, los de comercio y servicios, se encuentran concentrados sobre la avenida principal, con algunas carencias de equipamiento urbano debido a su magnitud y carácter, tales como los de educación, salud, comunicación, deporte, administración pública y servicios urbanos, sin transporte público local y con varios pequeños centros de culto públicos por la diversidad religiosa de sus habitantes (PDU Centro de Población de Akumal 2007-2032).

Actualmente CAPA suministra agua potable a los habitantes del poblado Akumal y a corto plazo en toda la zona turística. De conformidad con el estudio hidrológico desarrollado por CAPA, la capacidad de los mantos freáticos que abastecerán al centro de población serán suficientes para dotar de agua potable incluyendo el largo plazo, se tiene proyectado abastecer la zona entre Chemuyil y Paamul en la que queda comprendido Akumal, a través de un acueducto que iniciara en Chemuyil con 12" de diámetro y terminará Paamul en 8".

En el manejo de aguas negras, no hay red sanitaria ni planta de tratamiento de aguas negras. En este sentido deberá atenderse el drenaje pluvial tanto de la vía pública como el de los particulares.

Para abastecer de energía eléctrica, actualmente se cuenta con una subestación que proporciona servicio al poblado.

IV.6.4 Salud y seguridad social

IV.6.4.1 Características de la morbilidad y la mortalidad y sus posibles causas

Las principales enfermedades que se presentan en el Estado de Quintana Roo están vinculadas con complicaciones en el embarazo, abortos, enfermedades genitourinarias y fracturas, entre otras. Las causas más frecuentes de muerte hospitalaria son la diabetes, cirrosis, enfermedad isquémica crónica y dificultad respiratoria del recién-nacido. (INEGI, 2015).

Para recibir atención médica especializada, la población en el Municipio requiere de trasladarse a la ciudad de Cancún, ya que en Solidaridad los servicios de salud social no son de primer nivel. Los traslados urgentes pueden realizarse en ambulancia, ya que existen siete de estos vehículos: una pertenece al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), otra a la Secretaría de Salud (SSA), una más a la Cruz Roja y cuatro particulares, con personal paramédico certificado.

La población municipal de derechohabientes, en el año de 2005, fue de 49136 de los cuales 42,896 estaban afiliados al IMSS, en el ISSTE 2,122, al Seguro popular 3,040 y 1,342 en otros.

En cuanto a la infraestructura instalada para proporcionarles atención médica y asistencia social el municipio cuenta con trece unidades médicas de consulta externa y una unidad del IMSS de Hospitalización General. Dentro de las unidades de consulta externa se encuentra una unidad médica del IMSS, una del ISSTE, ocho unidades de la Secretaría de Salud y tres unidades del DIF.

IV.6.5 Factores socioculturales

IV.6.5.1 Presencia de grupos étnicos y religiosos

En el municipio un porcentaje alto de la población pertenece a la etnia maya, bien sean nativos del lugar o emigrantes provenientes de la Zona Maya circundante. La etnia maya es la más numerosa y mejor representada, ya que, 15,233 habitantes mayores de 5 años habla lengua maya, además de que resulta evidente la persistencia de usos y costumbres tradicionales, así como, importantes monumentos históricos en los centros arqueológicos de Tulum y Cobá. Existen además otras etnias representadas, siendo las principales la Zapoteca, Tzotzil, Náhuatl y Totonaca, cuya presencia es producto de las corrientes migratorias que han consolidado la región a partir de las oportunidades de empleo, y la posibilidad de comercializar sus productos y artesanías (INEGI, 2000).

Para el 2005 se reporta que en el Municipio de Solidaridad, la población que habla lengua indígena es de 19,914 habitantes, de los cuáles 18,556 hablan español, 930 no habla español y para 428 habitantes no está especificado.

En cuanto a los grupos religiosos, en el municipio 72.7 % de la población es católico; 15.2 % es protestante o evangélica; 3.5 % pertenecen a otra religión, entre ellas la judía; 5 % declararon no pertenecer a ninguna religión y 3.6 % no especificó (INEGI 2000).

La información disponible en la página electrónica de INEGI se refiere al Nivel de Bienestar en el Municipio Solidaridad con la clasificación Nivel 3, la más alta dentro del Estado de Quintana Roo.

Respecto a la información vertida en este apartado socioeconómico, se basó en la última información actualizada para la localidad de Akumal, referida en el Censo de INEGI de 2005 y en el PDU del Centro de Población Akumal 2007-2032, en donde se consideraba a Akumal dentro del Municipio Solidaridad. En las últimas fechas se han registrado cambios en las divisiones políticas de los Municipios de Quintana Roo derivados de la creación de un nuevo Municipio: Tulum, en el cual se ubica actualmente el Centro de Población de Akumal. Debido al reciente surgimiento del Municipio Tulum, no se cuenta con información de avanzada para referir en este apartado, por tal motivo se usó la información sobre el medio físico y socioeconómico que le correspondía cuando Akumal formaba parte del Municipio Solidaridad.

El Municipio de Tulum es desde el 13 de marzo de 2008, el noveno municipio en que se encuentra dividido el Estado Mexicano de Quintana Roo.³ Se localiza en la zona Centro-Norte del Estado, en la llamada Riviera Maya, su cabecera es la ciudad de Tulum y su territorio fue segregado del Municipio de Solidaridad ([Http://es.wikipedia.org/wiki/Tulum_\(municipio\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Tulum_(municipio))).

Hacia finales de 2007 e inicios de 2008, se dio el proceso de conformación de un nuevo municipio dentro del territorio hasta entonces perteneciente a Solidaridad y que tendría como cabecera a la ciudad de Tulum, la población de Akumal se manifestó inicialmente en contra de la posibilidad de ser incluida en el territorio del nuevo municipio, sin embargo, finalmente el 22 de febrero de 2008 el Congreso de Quintana Roo aprobó el anteproyecto mediante el cual se erige el municipio de Tulum incluyendo a Akumal, lo cual fue finalmente aceptado por sus habitantes.[2] (INEGI, 2005).

IV.7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Akumal ha evolucionado lentamente, con limitaciones en infraestructura y equipamiento, desaprovechando su privilegiada ubicación dentro de la dinámica de desarrollo de la Riviera Maya.

La zona en la que se enclava el predio, por ser un corredor natural, está sometida a un proceso de desarrollo sustentable. En sus alrededores se encuentran terrenos sin desarrollar, manteniendo elementos naturales, así como se encuentran

fraccionamientos habitacionales y desarrollos turísticos. El crecimiento del número de habitaciones y la demanda turística al alza, hacen altamente dinámica esta región.

La zona cuenta con infraestructura de servicios públicos, tales como electrificación, agua potable entubada, servicio de limpia pública, seguridad, alumbrado público y vialidades.

El terreno sobre el cual se pretende el desarrollo del proyecto es un predio privado, enclavado en una zona de uso predominantemente de corredor natural, la cual actualmente mantiene la vegetación original, sin alteraciones de origen antropogénico dentro del predio.

Una extensa porción del predio está constituida por duna costera con una cobertura de vegetación rastrera prácticamente homogénea, en su parte posterior se mantienen algunos individuos de palmas chit y de mangle botoncillo, ocupando una reducida porción del predio. Sin más alteraciones perceptibles que las probablemente causadas por tormentas y otros fenómenos naturales severos, la vegetación del predio permanece sin afectaciones aparentes.

Así pues, el predio conserva actualmente sus condiciones naturales y en general, en la zona se presentan afectaciones por el desarrollo de los fraccionamientos habitacionales dentro de los usos condicionados para infraestructura y turismo, para mantener las condiciones naturales propicias para conservación de poblaciones naturales de flora y/o fauna. Por otra parte, su incorporación al paisaje natural, se hace necesaria para evitar la degradación visual de la zona y contribuir al sostenimiento de la industria turística, motor de la economía local.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Metodología Identificar y Evaluar los Impactos Ambientales

Cualquier tipo de proyecto debe evaluarse desde el punto de vista de su interacción recíproca con el medio y, por tanto, en términos de la capacidad de acogida del proyecto por el mismo y de los efectos de éste sobre aquél (Conesa, 1997).

En ese sentido, la evaluación del impacto ambiental debe partir del análisis de las diferentes etapas del proyecto, y del estudio del entorno o área de influencia de aquél. Tales consideraciones se han hecho en los capítulos precedentes.

Siguiendo las metodologías propuestas por Conesa (1997) y Gómez Orea (1999), fue necesario identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos, y valorar los impactos para determinar su grado de significancia y establecer las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

V.2 Identificación de Acciones Que Pueden Causar Impactos

De acuerdo con Gómez Orea (1999), de entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualesquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean:

Relevantes: han de ajustarse a la realidad del proyecto y ser capaces de desencadenar efectos notables, Excluyentes/independientes: para evitar solapamientos que puedan dar lugar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos, Fácilmente identificables: susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos o diagramas de proceso.

Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubica el proyecto.

Cuantificables: en la medida de lo posible, deben ser medibles en magnitudes físicas, y quedar descritas con la mayor aproximación posible en términos de:

- Magnitud: superficie y volumen ocupados
- Localización espacial
- Flujo
- Momento en que se produce la acción y plazo temporal en que opera.

Por otro lado, para la identificación de acciones, según Conesa (1997), se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo
- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones derivadas de almacenamiento de residuos
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos
- Acciones que implican subexplotación de recursos
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso.

V.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS

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.

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).

V.4 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 el porqué 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 (Iij) generado por una acción simple de una actividad (Ai) sobre un factor ambiental considerado (Fj), 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, según se muestra en la Tabla XX.

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.

Tabla XX. 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.

V.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE IMPACTOS

De acuerdo con Conesa (1997), prevenir, paliar o corregir el impacto ambiental significa introducir medidas preventivas y/o correctoras durante y después de implementar el proyecto a fin de:

Explotar en mayor medida las oportunidades que brinda el medio en aras al mejor logro ambiental del proyecto o actividad. Anular, atenuar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas del proyecto producen sobre el medio ambiente, en el entorno de aquellas. Incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir.

Adicionalmente, Gómez Orea (1999) señala que para la identificación y adopción de las medidas se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Viabilidad técnica,
- Eficacia y eficiencia ambiental,
- Viabilidad económica y financiera, y
- Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control.

Las medidas a tomar pueden ser de varios tipos. Protectoras, es decir, que evitan la aparición del efecto modificando los elementos que definen la actividad. Correctoras de impactos recuperables, dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos sobre los procesos productivos, condiciones de funcionamiento, factores del medio como agente transmisor, factores del medio como agente receptor u otros parámetros, como la modificación del efecto hacia otro de menos magnitud o importancia. Compensatorias, de impactos irreversibles e inevitables, que no evitan la aparición del efecto, ni lo anulan o atenúan, pero contrapesan de alguna manera la alteración del factor.

En cualquiera de los casos se debe incluir un apartado en el que se presente un informe de las medidas que se aplicarán incluyendo al menos lo siguiente:

Impacto al que se dirige o efecto que pretende corregir, prevenir o compensar
Definición de la medida
Objetivo
Momento óptimo para la introducción de la medida. Prioridad y urgencia
Eficacia y/o eficiencia

No se debe pasar a las conclusiones respecto de la evaluación de los impactos, sin tomar en cuenta que éstos pueden ser mitigados o compensados por las acciones propuestas. Sin embargo, la eficiencia y eficacia de tales medidas, dependerá de la adecuada y oportuna aplicación de las mismas en los momentos sugeridos

V.6 VALORACIÓN CUALITATIVA DE LAS ACCIONES IMPACTANTES Y DE LOS FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS

Valoración relativa

Una vez determinada la importancia de los impactos y efectuada la ponderación de los distintos factores del medio, se está en la posibilidad de desarrollar el modelo de valoración cualitativa propuesto por Conesa Fernández (1997), con base en la importancia I_i de los efectos que cada Acción A_i de la actividad produce sobre cada factor del medio F_j .

Dicho modelo, contempla el análisis de los impactos negativos mediante el empleo de una matriz, en las que las filas indican los factores ambientales que recibirían las alteraciones más significativas; y las columnas las acciones relevantes causantes de éstos. Se omiten las acciones cuyo efecto no es relevante y los factores que son inalterados o lo son débilmente o de manera temporal, capaces de retornar a las condiciones previas.

La suma ponderada de la importancia del impacto negativo de cada elemento tipo, por columnas (IR_i), identificará las acciones más agresivas (altos valores negativos) y las poco agresivas (bajos valores negativos), pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas.

Así mismo, la suma ponderada de la importancia del efecto de cada elemento tipo, por filas (IR_j), indicará los factores ambientales que reciben en mayor o menor medida, las consecuencias del funcionamiento de la actividad considerando su peso específico, o lo que es lo mismo, el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El impacto neto de una nueva actividad, en cada una de las fases o situaciones temporales estudiadas, es la diferencia entre la situación del medio ambiente modificado por causa del proyecto, considerando las medias de mitigación aplicables y la situación tal y como habría evolucionado sin la presencia de aquel.

Ahora bien, la calidad final del medio ambiente es debida, no sólo a la consecuencia de las acciones impactantes en la propia fase de funcionamiento del proyecto, sino también a la existencia previa de alguna acción causante de efectos irreversibles o de efectos continuos producidos y estudiados en otra fase anterior. Este tipo de efectos

(IRPj), se destacan y su importancia total ponderada se indica en la columna correspondiente de la matriz de importancia.

En la última columna de la matriz se relacionan las importancias totales de los efectos finales sobre los factores ambientales (IRj) obtenidas como suma algebraica de la importancia relativa del impacto en la fase de funcionamiento del proyecto y la importancia relativa del impacto de las acciones cuyo efecto es irreversible o permanece durante largo plazo o a lo largo de la vida del proyecto.

La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos (IRi) se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. No es válida la suma algebraica.

Valoración absoluta

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas (Ii), constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes, de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones (Conesa Fernández, 1997).

De la misma manera que la establecida previamente, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento por filas (Ij), indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad.

De forma análoga a la dispuesta para la valoración relativa, se incluye una columna en la matriz de importancia para reflejar la importancia absoluta del efecto causado durante la fase de construcción o funcionamiento, y otra columna en la que se reflejan los efectos totales permanentes (IPj), obtenidos en este caso por suma algebraica. Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales (Ij), sobre cada uno de los factores considerados, mediante suma algebraica de todas las columnas.

No debe olvidarse que los valores obtenidos de la importancia del impacto en los elementos tipo de la matriz, no son comparables entre sí, o sea, en la proporción que sus valores numéricos lo indican puesto que se trata de variables no proporcionales. Sin embargo, el hecho que una importancia sea mayor que otra, sí implica que el impacto de la primera acción sobre el factor considerado es mayor que el de la segunda sobre el mismo factor, pues se trata de variables ordinales.

Análisis del modelo

Siguiendo con Conesa Fernández (1997), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidas:

La importancia total I_i , de los efectos debidos a cada acción i

$$I_i = \sum_j I_{ij}$$

La importancia total ponderada IR_i , de los mismos

$$IR_i = \sum_j I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$$

La importancia total I_j , de los efectos causados a cada factor j

$$I_j = \sum_i I_{ij}$$

La importancia total ponderada IR_j , de los mismos

$$IR_j = \sum_i I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$$

La importancia total I , de los efectos debidos a la actuación

$$I = \sum_i I_j = \sum_i I'_i + IP = I' + IP$$

La importancia total ponderada IR , de los mismos

$$IR = \sum_j IR_j = \sum_j I'_R + IPR = I'_R + IPR$$

Con esta metodología el modelo de la suma ponderada en función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental estudiada, haciendo siempre la salvedad que, en esta valoración cualitativa, se consideran aspectos de los efectos con un grado de manifestación cualitativo y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que los que se podrían cometer al llevar a cabo una valoración cuantitativa. En la Tabla XXI se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito.

Tabla XXI. Matriz de Importancia En busca de una mayor claridad y comprensión de la metodología descrita, se muestra la estructura de la matriz de importancia que resultaría de su aplicación.

Factor es	UIP	Situación 1						Situación 2									
		Acciones				n+1		Acciones				n+1		n+2		n+3	
		Total				Total		Total				Total efectos permanentes de la Sit.1		Importancia total			
F1	P1	1	2	i	n	1	2	1	2	i	n	1	2	1	2	1	2
F2	P2	A ₁	A ₂	A _i	A _n	A _{b.}	Re _{l.}	A ₁	A ₂	A ₁	A _n	A _{b.}	Re _{l.}	Ab.	Rel.	Ab.	Rel.
F _j	P _j			l _j	l _n	l _j	l _{Rj}			l _{ij}	l _{nj}	l _j	l _{Rj}	l _{Pj}	l _{RPj}	l _j	l _{Rj}
F _m Total	P _m Absoluto			l _j		l	-			l _i		-	l'	-		l	-
	Relativo			l _{Ri}		-	l _R			l _{Ri}		-	l' _R			-	l _R

Fuente: Conesa Fernández, 1997.

Ab. = Importancia absoluta;

Rel. = Importancia relativa

$$l_i = \sum_j l_{ij} \quad l_{Ri} = \sum_j l_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j \quad l_j = \sum_i l_{ij} \quad l_{Rj} = \sum_i l_{ij} \cdot P_i / \sum_i P_i \quad l_{Pj} = \sum_{i < n} l_{pij} \quad l_{RPj} = \sum_{i < n} l_{Rpij}$$

V.7 IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTOS.

Los recursos naturales que se encuentran en el predio pueden clasificarse dentro de dos grandes grupos: los correspondientes al medio físico, donde se incluyen aire, agua y suelo; y los del medio biótico, que incluyen la flora y la fauna del sitio. En este apartado se describen los impactos potenciales identificados en cada una de las fases del proyecto, indicando para cada actividad o acción concreta proyectada los factores ambientales que serán afectados. A continuación se analizan las causas, características, importancia y efectos de los impactos potenciales identificados.

Fase Previa

Los impactos generados durante esta etapa serán positivos debido a que el promotor del proyecto contratará servicios profesionales para el diseño del proyecto, determinar su factibilidad y obtener los permisos necesarios para llevarlo a cabo, con ello se generarán ingresos para diversas empresas del ramo de la construcción y consultoría, así como para las arcas del Gobierno Federal y Municipal, por concepto de pago de permisos, derechos e impuestos.

De manera indirecta contribuye a la consolidación de las actividades económicas de la zona, al abrir nuevas fuentes de empleo, tanto temporales como permanentes y, desde esta perspectiva se anticipa la aceptabilidad social del proyecto.

V.7.1 Fase Pre-constructiva

Fase de Preparación del sitio

Esta fase involucra el trabajo topográfico, el desmonte, relleno y nivelación del predio, que generará impactos adversos como la eliminación de la cobertura vegetal afectando especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, la generación de restos de vegetación, ruido, incremento de partículas suspendidas, modificación del microclima, emisión de gases contaminantes a la atmósfera y explotación de recursos naturales no renovables.

Durante esta etapa se anticipan los impactos ambientales adversos con mayor valor de importancia. A continuación se analizan los diferentes impactos potenciales identificados, agrupados según su acción o efecto.

Acciones que implican emisión de contaminantes

Aire. Las acciones que generarán contaminación atmosférica durante la fase preconstructiva de la obra, derivarán del empleo de maquinaria y transporte, que por ser vehículos de combustión interna, durante su funcionamiento liberan a la atmósfera dióxido y monóxido de carbono, afectando la calidad del aire y produciendo ruido. Sin embargo, considerando la magnitud del predio en evaluación y el tiempo que la maquinaria estaría en operación, se trata de impactos de baja intensidad, de extensión puntual, que se manifiestan sólo durante el empleo de la maquinaria y vehículos de transporte, fugaces, reversibles y discontinuos que se limitan a un horario laboral.

Durante esta etapa se realizarán diversas acciones que incorporarán polvos, y partículas finas al ambiente, que inclusive pueden ser elevadas y dispersadas por el viento hacia las áreas cercanas afectando la calidad del aire. Entre ellas están el desmonte y despalle, el traslado del material de relleno, y los movimientos de tierra para la nivelación y compactación del predio.

El impacto potencial de la incorporación de partículas de polvo a la atmósfera, originado principalmente por las actividades de desmonte, limpieza y nivelación del terreno, se prevendrá manteniendo Humedecido y cubierto por una lona todo aquel material de origen pétreo que requiera ser transportado hasta el sitio, a fin de evitar la dispersión de partículas.

Se trata de un impacto de baja intensidad, de extensión puntual, que se manifiesta en el corto plazo pero de persistencia fugaz, reversible en el corto plazo, mitigable, no sinérgico y no acumulativo.

Agua. Durante la etapa preconstructiva es poco probable, pero posible que se afecte el agua del subsuelo, dada la escasa profundidad a la que se encuentra el manto freático en la zona o bien el mar, por su cercanía. Una fuente para su contaminación sería el caso de derrames o vertido de combustibles, aceites o aguas negras provenientes de los sanitarios portátiles; por lo que se tendrán que tomar medidas preventivas, para evitar que esto suceda.

Suelo. El proyecto no prevé acciones directas que pudieran causar contaminación del suelo, sin embargo, está latente el riesgo de derrames y vertidos de aceites, combustibles, aguas negras, etc. que pudieran contaminarlo, por lo que será necesario implementar medidas de control y prevención a fin de reducir el riesgo, aunque se trate de impactos puntuales de escasa magnitud.

- Acciones que generan residuos

El efecto que implican las actividades de desmonte y limpieza del sitio, aunado a las necesidades propias de los trabajadores en la obra, se anticipa la generación de residuos sólidos urbanos; asimismo, se prevén residuos vegetales mismos que se confinarán a un área del predio hasta que sean transportados al sitio que la autoridad municipal indique. Este material es susceptible de ser convertido en composta mediante procesos de transformación mecánica, con lo cual no sólo se minimiza el impacto sino que se revierte su naturaleza negativa.

Otra acción que generará residuos será la tarea de limpieza del predio, ya que en este se han acumulado residuos sólidos que deben ser retirados del predio y trasladados al sitio de disposición final de residuos sólidos correspondiente dentro del Municipio. Por otra parte, para controlar las necesidades fisiológicas de los trabajadores se contarán con baños portátiles en la obra.

- Acciones que afectan el medio biótico

En los 834.54 m² del predio se reconocieron 2 asociaciones vegetales, con diferente composición de especies y estados de conservación, que pertenecen a 3 tipos de vegetación, halófitas que ocupa 52.55 % de la superficie del predio; Manglar con 4.48 % de la superficie y matorral costero con 21.67 %.

Para la realización del proyecto será necesaria la eliminación de la cubierta vegetal y por tanto se afectará el medio biótico y dado que existen en el predio especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMATNAT-2001, también serán afectadas sus poblaciones.

Se trata de impactos de intensidad media, aunque de extensión parcial, que se manifestarán de manera inmediata y permanente. Se considera a estos impactos irreversibles porque no podrá retornarse a la condición previa en el sitio, sin embargo, son mitigables y recuperables. El efecto de las acciones sobre la vegetación es inmediato, sinérgico y acumulativo, ya que se sumará a los impactos derivados del desarrollo del Centro de Población de Akumal.

- Acciones que implican sobreexplotación de recursos

Para el desarrollo de la obra será necesaria la adquisición de materias primas tales como sascab o polvo de piedra, piedra, grava o gravilla, afectando el ecosistema del cual serán extraídos, por lo cual tales materias primas deberán ser adquiridas de fuentes que cuenten con los permisos de explotación correspondientes.

Otros recursos naturales requeridos para la construcción del proyecto son la madera y materia prima para la construcción de la palapa del asoleadero. Para prevenir la sobreexplotación de estos recursos los materiales serán adquiridos en comercios autorizados.

Entre los insumos energéticos, destaca la demanda de combustibles para la maquinaria y vehículos de motor. Principalmente diesel y gasolina, aunque es probable el empleo de gas butano ya que algunos transportistas lo utilizan en sus vehículos. Si bien, los combustibles derivados de residuos fósiles son aparentemente abundantes, son también un recurso natural no renovable.

Son impactos de baja intensidad, indirectos, cuya área de influencia está fuera del predio, de persistencia permanente, con efecto sinérgico, acumulativo e irreversible en el caso de los combustibles fósiles.

- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural

Durante esta etapa se ejecutará, al menos un tercio de la inversión que requiere el proyecto, la necesaria para la contratación de la(s) empresa(s) que ejecutará(n) las obras, compra de insumos, renta de equipo y maquinaria, pago de permisos, derechos y demás relativos a la ejecución de los trabajos preparativos. La inversión contribuirá con la creación de empleos temporales, el impulso al comercio organizado y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al Municipio Solidaridad.

La creación de nuevas fuentes de empleo, temporales o permanentes, para la gran cantidad de obreros de la industria de la construcción ya establecidos en la localidad de Akumal y alrededores, es sin duda de gran ayuda.

V.7.2 Fase de Construcción

En esta fase se construirá la edificación que albergará la planta baja, primer nivel y segundo nivel; en donde se ubicaran las respectivas áreas para cocina, comedor, bodegas, sanitarios y regadera, habitaciones, estudio, terraza de arena.

Durante la fase de construcción, las acciones se vinculan con las obras de edificación y cimentación, que implican incremento de ruido, emisiones, explotación de materiales pétreos, el manejo de residuos sólidos, líquidos y de manejo especial, manejo de sustancias y combustibles y la generación de empleo temporal.

- Acciones que modifican el uso del suelo

El predio sobre el cual se pretende el desarrollo de la Casa Habitación, es un lote sobre un área de ecosistema de duna costera que se ubica en una zona con uso de suelo Turístico Residencial de Densidad Baja (30 ctos/Ha), identificada en el Programa de Usos del Suelo con la clave TR 22,, según el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal vigente, por lo que el desarrollo del proyecto no modificará el uso actual del suelo.

Pese a los impactos implícitos de esta obra, este desarrollo es congruente con los lineamientos y normas vigentes y sus parámetros establecidos.

- Acciones que implican emisión de contaminantes

Las acciones que generarán contaminación atmosférica durante la fase de construcción de la obra, serán el empleo de maquinaria y/o equipo y transporte que durante su funcionamiento liberan a la atmósfera dióxido y monóxido de carbono, afectando la calidad del aire y produciendo ruido. Sin embargo, se trata de impactos fugaces, reversibles y periódicos que se limitan a un horario laboral y las emisiones se encontrarán dentro de los niveles permisibles por la Normatividad vigente. Aunado a lo anterior, estas acciones serán mínimas debido a las dimensiones, características del proyecto y al tiempo programado de ejecución de la obra.

Durante esta etapa se realizarán diversas acciones que incorporarán polvos, aerosoles y/o partículas finas al ambiente, que inclusive pueden ser elevadas y dispersadas por el viento hacia las áreas cercanas afectando la calidad del aire y del agua, en el caso del área marina adyacente. Entre ellas están la compactación y movimientos de tierra, obra, acabados y limpieza general de la obra. Debido a la dirección de los vientos y la cercanía de otros desarrollos, áreas residenciales y el área marina, éstas pueden ser afectadas por el rocío de polvo.

Otro contaminante atmosférico presente en la etapa constructiva es el ruido, que directa o indirectamente afecta al ser humano. Este impacto estará presente durante los días y horas hábiles y se sumará al ruido del tráfico y movimiento urbano existente

en la zona. Sin embargo, la aplicación de medidas de mitigación es posible y se anticipa que las emisiones de ruido puedan ser atenuadas.

Otra afectación al aire se refiere a la generación de malos olores producto de materia orgánica en descomposición, a causa de un mal manejo de los residuos orgánicos, sin embargo con la aplicación de medidas de mitigación el impacto puede ser controlado totalmente por lo que se trata de impactos moderados.

- Acciones que generan residuos

Durante la obra, en su fase constructiva, se prevé la generación de residuos propios de la construcción, tales como escombros, clavos, alambre, acero, bolsas de plástico y recipientes varios; mismos que se confinarán a un área del predio hasta que sean transportados al sitio que la autoridad municipal indique.

El almacenamiento de tales residuos no supone efectos sobre el medio diferentes a los ya descritos como contaminación atmosférica debido a que serán retirados periódicamente, sin embargo generará presión sobre la red de saneamiento, particularmente el basurero municipal, destino final de los desechos (diferentes a los derivados de la construcción), reduciendo su vida útil. Sin embargo, es posible implementar medidas de mitigación, tales como la clasificación y separación de los desechos y la reutilización o reciclado de aquellos que sean susceptibles.

El impacto derivado de la generación de residuos sólidos inorgánicos es de baja intensidad, puntual, que se manifiesta de manera inmediata, temporal, reversible en el mediano plazo, mitigable, indirecto, sinérgico, acumulable y periódico.

Se generarán también residuos orgánicos provenientes de las letrinas, que deberán ser tratados de manera especial con el propósito de evitar que impacten el ambiente, contaminando el suelo y el aire, favoreciendo la proliferación de fauna nociva y/o generando riesgos para la salud. El retiro, manejo y disposición final de los desechos sanitarios estará a cargo de la empresa arrendadora de las letrinas. Es un impacto de baja intensidad, puntual, que se manifiesta de manera inmediata, fugaz, reversible, indirecto, sinérgico y acumulable.

Adicionalmente puede esperarse cierto número de residuos peligrosos, como envases de pintura y solventes, estopas impregnadas de aceite y/o combustibles, los cuales requerirán un manejo adecuado y su disposición final por parte de una empresa autorizada para ello.

- Acciones que implican subexplotación de recursos

Como ya se ha expresado, el paisaje es un recurso natural del cual se ha valido Quintana Roo para la creación, desarrollo y consolidación de lo que hoy es el destino

turístico más importante de la cuenca del Caribe. Por ello, desarrollar el proyecto evitará una subexplotación del recurso.

Sin duda el impacto vinculado con esta acción es positivo. Se trata del mantenimiento del paisaje natural mediante el desarrollo de las obras proyectadas dentro de la política de conservación de la zona.

Es un impacto de intensidad media, de extensión parcial y crítica, que se manifestará de manera inmediata sobre el ambiente. Es de carácter permanente, de efecto directo, sinérgico y acumulable.

- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras

El abasto de energía eléctrica, agua potable y saneamiento no se verá afectado en la etapa constructiva, ya que en la zona se tiene cobertura suficiente de estos servicios.

Sin embargo, se prevé el incremento del tránsito vehicular, sobre todo de vehículos de carga con materiales e insumos con lo que se incrementará la presión sobre las vías de acceso al sitio.

- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural

Durante esta etapa se ejecutará la inversión más importante del proyecto, necesaria para la contratación de la(s) empresa(s) que ejecutará(n) las obras, compra de insumos, renta de equipo y maquinaria, pago de permisos, derechos y demás relativos a la ejecución de los trabajos.

La inversión contribuirá con la creación de empleos temporales, el impulso al comercio organizado y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al Municipio Tulum.

La creación de nuevas fuentes de empleo, temporales o permanentes, para los obreros de la industria de la construcción ya establecidos en el Centro de población Akumal y alrededores, es sin duda de gran ayuda.

- Acciones que implican riesgos para la salud

Toda obra implica riesgos para los trabajadores. Igualmente se prevén riesgos por el empleo de herramienta punzo cortantes, así como el uso de sustancias tóxicas, inflamables y altos niveles de polvo en áreas cerradas. Por lo tanto, y a fin de prevenir accidentes, deberán tomarse medidas de seguridad, tales como el empleo de cascos, cubre bocas, lentes, y demás equipos que contribuyan a salvaguardar la integridad física de los trabajadores de la obra. Deberá cumplirse también con la inscripción de estos en alguna institución de salud, como lo marca la Ley Federal del Trabajo.

Deberá existir en la obra un botiquín de primeros auxilios y personal calificado en su operación. De igual manera, es prudente mantener línea de comunicación abierta con un centro de atención médica que pueda prestar ayuda rápidamente en caso de emergencia.

V.7.3 Fase de Operación

- Acciones que implican emisión de contaminantes

La operación de la Casa Habitación presupone la generación de aguas grises y aguas negras debido a los trabajos en la cocina y al uso de los baños. Junto con el agua residual podrían verterse al sistema de drenaje compuestos orgánicos tóxicos (detergentes) y no tóxicos (grasas, aceites), compuestos inorgánicos (cloro, ácidos, sales metálicas), y contaminantes biológicos (bacterias, virus, protistas).

Sin embargo, dado que las aguas residuales se manejarán mediante el sistema de fosa séptica y humedal artificial, estas emisiones estarán debidamente reguladas.

- Acciones derivadas de la generación de residuos

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.

- Acciones que repercuten sobre la infraestructura

La operación de la casa habitación incrementará levemente la demanda de servicios ya existente en la zona. Sin embargo, el proyecto cuenta con las factibilidades de dotación de servicios para todos los servicios previstos, por lo que el impacto será moderado.

La disposición de residuos sólidos demandará al municipio incrementar el volumen diario de basura recogida y transportada, aun que se prevé suficiencia en la capacidad instalada de la empresa concesionada para realizar estas tareas.

No se prevé un impacto sobre la infraestructura de telefonía, comunicación en general y transporte, por no presentar problemas de saturación en la zona

- Acciones que modifican el entorno social, económico, y cultural

La operación de la Casa habitación creará empleos permanentes, en las áreas de mantenimiento básicamente, lo cual debe considerarse como una acción benéfica, que contribuirá al sostenimiento de la dinámica poblacional del Municipio.

En resumen, las acciones que pueden generar impactos se representan mediante un mapa conceptual de las actividades que se han realizado a la fecha (Cuadro XXII).

Tabla XXII. Actividades susceptibles de causar impactos al ambiente. Se presenta el conjunto de acciones que se realizarán, susceptibles de causar impactos al ambiente. Siguiendo los criterios de Conesa (1997) y Gómez Orea (1999), se incluyen sólo aquellas acciones determinadas como significativas.

Fase	Actividad	Acciones concretas
Pre constructiva	Preliminares	Inversión para estudios
		Pago de derechos
		Contratación de constructora
		Renta de equipo y maquinaria
	Preparación del sitio	Desmonte y despalme
		Trabajos topográficos
		Excavaciones
		Relleno y nivelación
Construcción	Edificación	Cimentación y edificación
		Instalación de servicios
		Uso de maquinaria y/o equipo de motor
		Generación de residuos orgánicos (heces fecales y orina)
		Uso de combustibles
Operación	Operación	Mantenimiento preventivo y correctivo
		Manejo de áreas naturales con vegetación nativa
		Manejo de residuos sólidos
		Manejo de aguas residuales

V.8 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 XXIII. 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 XXIII. Elementos del ambiente susceptibles de recibir impactos ambientales. Se indican los elementos del ambiente susceptibles de recibir impactos, agrupados en dos sistemas: físico y socio económico cultural, así como el valor de importancia estimado para el factor ambiental determinado a partir de la caracterización ambiental descrita en el capítulo anterior.

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
		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	
	Medio socioeconómico	Medio económico	Economía	Sector Construcción	40	
				Generación de empleos temporales	40	
SUMA UIP					1000	

V.9 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE IMPACTOS POTENCIALES

Con base en el análisis previo, los impactos ambientales potenciales identificados para cada una de las etapas del proyecto se enlistan enseguida y se califican con relación al método propuesto (Cuadro XXIV).

Tabla XXIV . Impactos ambientales potenciales por etapa. Para cada una de las etapas del proyecto se indican los impactos ambientales potenciales identificados. A continuación se describirán los impactos potenciales identificados, con base a los criterios del método propuesto por Conesa Fernández (1997).

Impacto ambiental potencial	Naturaleza	Momento de ocurrencia	Característica
Reducción de la cobertura vegetal	Negativo	PS	Moderado
Afectaciones al medio biótico (flora y fauna)	Negativo	PS	Moderado
Generación de residuos orgánicos	Negativo	PS	Compatible
Derrama económica al nivel local y regional	Positivo	PS,C,O	Compatible
Contaminación por sustancias y combustibles	Negativo	PS,C	Moderado
Contaminación por fecalismo al aire libre	Negativo	PS,C	Moderado
Generación de empleo temporal	Positivo	PS,C,O	Compatible
Sobreexplotación de recursos	Negativo	PS,C	Moderado
Generación de residuos sólidos	Negativo	PS,C,O	Moderado
Modificación del paisaje natural	Negativo	C	Moderado
Generación de aguas residuales	Negativo	O	Moderado

- Derrama económica a nivel regional y local.

Se trata de un impacto positivo en el que se realizarán las inversiones para llevar a cabo el proyecto mediante la contratación de empresas, lo que representa un impacto de intensidad baja, dado que no es significativo a nivel regional y a nivel local beneficiará a las empresas que se contraten y al comercio.

Se considera que este impacto es de extensión baja (1), dado que la inversión favorecerá a varios sectores a nivel local, como el gobierno y el comercio regional.

El efecto de este impacto se presentará de manera previa al inicio de obras, por lo que se manifestará en corto plazo (4) y las inversiones que se realicen para la compra de insumos, el pago de derechos y la contratación de empresas tendrán una persistencia permanente (4) dado que su efecto se presentará a lo largo de la operación del proyecto.

Se trata de un impacto sinérgico (2) ya que la derrama económica contribuirá a la dinámica económica local, mediante la entrada de inversiones que favorecerán a los sectores involucrados en el proyecto.

Por otra parte, es un impacto simple (1), debido a que sólo se realizará una vez; por otra parte las inversiones actúan de manera directa (4) sobre cada sector involucrado favoreciendo sus finanzas.

Además que esta derrama económica solo ocurrirá en una ocasión por lo que tendrán un efecto irregular (1).

Por lo que el valor de importancia de este impacto se obtiene de las características señaladas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + 4 + 4 + 4 + 2 + 1 + 1)$$

Por lo que el valor de importancia estimado para la derrama económica es de +21, por lo que se trata de un impacto positivo compatible.

- Afectaciones a la flora y fauna.

Las obras se realizarán en un predio de 834.54 m², que posee vegetación de duna costera con asociaciones de Chitales y mangle botoncillo, la cual se encuentra en buen estado en general, con indicios de afectaciones leves a causa de factores naturales, manteniendo su cobertura natural.

La afectación sobre la vegetación se realizará en una superficie de 140.93 m² sobre vegetación de herbáceas, y habrá una reducida superficie de afectación por el acceso que se realizará a través de 69.17 m² de matorral con asociación de Chitales para su construcción, conservando a los ejemplares de palma chit en el sitio e implementando un programa de rescate de las palmas y especies susceptibles de serlo. A su vez, se conservará la vegetación herbácea en el límite Este hasta el cordón de duna costera, garantizando el buen estado de esta. La construcción de la casa sobre la vegetación herbácea minimizará la afectación al resto de la vegetación del predio donde se distribuyen especies de importancia legal como la palma chit.

La conservación de una superficie de 624.44 m² como áreas naturales, garantizará el tránsito y uso que la fauna incidente pueda hacer del predio, por otra parte, el mantenimiento de la duna en la zona federal marítimo terrestre conservará la playa para uso potencial de las tortugas marinas durante la temporada de arribazón, esta acción será intensificada a través de las medidas de protección ejecutadas por los habitantes de la zona en conjunto con las actividades de conservación y protección implementadas por el Centro Ecológico Akumal (CEAK) y el campamento tortugero del DIF.

Por lo anterior, la reducción de este tipo de vegetación se considera como un impacto de intensidad media (22), además que se realizará el rescate de los individuos susceptibles y de aquellos en estatus de protección legal.

Por otra parte, se modificará una porción reducida del predio, que se considera como una superficie mínima, comparada con la superficie que ocupa este tipo de vegetación, por lo que se trata de un impacto parcial (2).

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 (4). Es un impacto permanente (4), 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 (4).

El efecto causado por la reducción de la vegetación será minimizado mediante la aplicación de medidas de mitigación (4), dado que se tiene contemplado el mantenimiento de áreas naturales del proyecto. Este impacto tendrá un efecto acumulativo (4), ya que se considera que aporta beneficios a la consolidación de la vegetación natural, conservación del suelo y áreas de refugio y descanso para algunas especies de fauna incidentes.

Por otra parte, la reducción de la cobertura vegetal, aunque es mínima, se sumará a las áreas que han sido afectadas por esta causa en la zona, por lo que tendrá un efecto acumulativo (4). Las afectaciones causadas a la vegetación tendrán un efecto directo sobre ésta, afectando su cobertura (4) y su reducción sólo se realizará previo al inicio de obras, por lo que se trata de un impacto irregular o discontinuo (1).

Por lo que el valor de importancia del impacto se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3 (2) + 2 (2) + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 2 + 4 + 1)$$

Por lo que el valor de importancia estimado para las afectaciones a la vegetación es de -37, por lo que se trata de un impacto adverso moderado.

- Sobrexplotación de recursos naturales

Durante la construcción los materiales pétreos, madera dura y demás recursos naturales que se empleen serán adquiridos en fuentes autorizadas que cuenten con el permiso de explotación vigente expedido por el Gobierno del Estado. Por lo que los recursos que se utilicen serán obtenidos de manera legal, lo que garantiza que no se realice su sobreexplotación.

Por otra parte, uno de los recursos más relevantes es el agua, la etapa de operación demandará mayores volúmenes de agua, sin embargo se refiere principalmente al agua cruda, que será requerida en la obra durante la construcción y que será utilizada para riego del material de construcción que pueda dispersarse por el viento; esta podrá ser transportada por una pipa.

El agua purificada destinada al consumo humano será adquirida diariamente en comercios locales cercanos al predio. La demanda de agua se calcula en 50 l/día y será proporcionada a los trabajadores por medio de garrafones de 20 l con despachador.

Por otra parte, la adquisición de materiales pétreos y madera dura supone un impacto que será controlado al adquirir los materiales de las casas de venta autorizadas, por lo tanto el impacto causado por la explotación de los recursos naturales será de intensidad baja (1).

Este impacto se considera puntual (1), dado que se adquirirán los recursos naturales de las casas de materiales locales.

Es un impacto que se manifestará en un corto plazo (4), dado que su efecto sobre los recursos se presentará una vez que se comiencen a utilizar, es decir al inicio de obras y su efecto será permanente (4) en el caso de los materiales pétreos puesto que se utilizarán en la etapa de preparación del sitio principalmente, en tanto que para el agua, su efecto puede ser mitigado por la posibilidad de tratamiento.

El impacto sobre los recursos será irreversible (4), dado que estos al ser utilizados serán irrecuperables, debido a que al utilizarse se va reduciendo su abundancia, además que serán utilizados recursos no renovables como los recursos minerales y se comercializarán derivados del petróleo. No obstante, este impacto puede ser recuperable de manera parcial, ya que el efecto sobre los recursos puede ser aminorado mediante la aplicación de medidas de mitigación (4) y garantizando que sean adquiridos de manera legal, evitando así su sobreexplotación.

Se trata de un impacto acumulativo (4), ya que se sumará al volumen y /o cantidad de recursos que han sido extraídos, disminuyendo así su abundancia en el medio. Por otra parte el efecto causado por la explotación de los recursos incidirá de manera directa (4) sobre los mismos, ya que se verán disminuidos.

Se considera como un impacto de sinergismo moderado (2) que está relacionado con el desabasto de recursos que puede generar problemas sociales vinculados con su uso. El efecto causado sobre los recursos naturales será continuo en el caso de recursos como el agua y será irregular (1) para material pétreo y madera.

Por lo que el valor de importancia del impacto sobre la utilización, en la parte constructiva, de los materiales pétreos, se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 2 + 4 + 1)$$

Por lo que el valor de importancia estimado por la explotación de materiales pétreos y madera dura de la región es de -32, por lo que se trata de un impacto adverso moderado.

Por lo que respecta a la utilización del agua, no se prevé un impacto significativo de este recurso durante la construcción de la obra; por otra parte, en la etapa de operación, este recurso será abastecido a través de la conexión que se realice con el servicio urbano de la localidad de Akumal. Por lo que, también se considera un impacto moderado.

- Generación de aguas residuales

Se estima que los trabajadores que se emplearán durante la construcción de la obras, que representan un riesgo potencial de contaminación por fecalismo al aire libre. Aunque estos desechos pueden ser agentes causales de enfermedades, son biodegradables, por lo tanto no representan un riesgo significativo, por lo que se considera como un impacto de intensidad baja (1). Por otra parte, la influencia de este impacto no rebasará los límites del predio, por lo que será puntual (1).

El efecto de este impacto se manifestará en un corto plazo (4) una vez que se inicien las obras y su persistencia será fugaz (1), dado que se presentará durante el proceso constructivo y se prevé que la permanencia en el medio sea la misma, debido a que las heces se descomponen rápidamente.

Se trata de un impacto reversible en un corto plazo (1), dado que las heces fecales y excrementos son biodegradables y se considera que se degraden en el tiempo que duren las obras. Además que se trata de un impacto mitigable (4), dado que para evitar el fecalismo se instalarán letrinas para el uso de los trabajadores.

Es un impacto con sinergismo moderado, dado que está relacionado con afectaciones a la salud, así como la producción de malos olores y alteraciones en el paisaje (2).

Por otra parte, este impacto será acumulativo (4), debido a que la generación de heces fecales y orina será de forma continua y tendrán un incremento progresivo. Además que tendrán un efecto directo (4) sobre el medio, dado que se podría provocar contaminación al suelo y al agua aportando coliformes fecales y otros patógenos.

Este impacto se presentará de manera irregular o discontinua (1) durante el proceso constructivo. Sin embargo, este impacto no afectará el ambiente porque es mitigable y se han previsto acciones para ello.

Por lo que el valor de importancia del impacto se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + 4 + 1 + 1 + 4 + 4 + 2 + 4 + 1)$$

Por lo que el valor de importancia estimado para la contaminación por fecalismo al aire libre es de -26, por lo que se trata de un impacto adverso moderado.

En la fase de operación, el uso de los sanitarios será realizado por los habitantes de la casa, por lo que la generación promedio de heces fecales y orina se reduce considerablemente, además de que se tiene proyectado la instalación de una fosa séptica, por lo que se trata de un impacto de baja intensidad (1), puntual (1), se manifestará de manera inmediata (4), su persistencia será permanente a lo largo del proyecto (4) y acumulativa (4), por lo cual, la valoración de su impacto es:

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + 4 + 4 + 1 + 4 + 4 + 2 + 4 + 4)$$

Por lo que el valor de importancia estimado para la contaminación por fecalismo al aire libre es de -32, por lo que se trata de un impacto adverso moderado.

- Afectación al suelo, atmósfera y paisaje natural por disposición inadecuada de Residuos.

Durante la construcción y operación del proyecto, se generarán residuos sólidos urbanos, los cuáles al disponerse de manera inadecuada representan riesgos de contaminación al agua, suelo, atmósfera y afectación a la fauna y el paisaje. Se considera que el volumen de generación de residuos durante la operación del proyecto será variable y dependerá del número de personas que utilicen los servicios con los que contará el banco de materiales. Se considera que el aporte de residuos sólidos municipales del proyecto a la generación diaria del municipio será mínimo.

También pueden ser generados (de forma mínima) residuos peligrosos resultantes del mantenimiento de la maquinaria y/o equipo, como son los aceites gastados, así como estopas impregnadas de estos, los cuáles al no disponerse de manera adecuada podrían causar contaminación al aire, agua y suelo; sin embargo se ha previsto un manejo adecuado por lo que se considera como un impacto de baja intensidad (1) y durante la etapa de construcción se considera una intensidad media (2), por la naturaleza de los procesos de construcción.

Por otra parte, los residuos sólidos urbano de tipo doméstico, serán dispuestos en botes asignados para tal fin y almacenados, para su posterior traslado al sitio de disposición final, por lo que el área de influencia de este impacto será puntual (1) y se manifestará en corto plazo (4), dado que se presentará desde el inicio de las obras previstas y su efecto permanecerá durante la vida útil del proyecto (4). En cuanto a los residuos peligrosos, serán almacenados temporalmente en el predio y posteriormente entregados a la empresa que se contrate.

Se considera como un impacto irreversible (4), ya que la generación de residuos será continua, además que algunos de los residuos pueden permanecer hasta 500 años en el medio, sin embargo; se trata de un impacto parcialmente recuperable (4), dado que

existe la posibilidad de aplicar medidas de mitigación para minimizar este impacto (4), por lo se prevé la elaboración de un programa de manejo integral de los residuos.

Se trata de un impacto acumulativo (4), dado que su generación será continua y se sumará al volumen de residuos que son generados por el Municipio. Su sinergismo se califica como moderado (2), dado que está relacionado con la proliferación de fauna nociva, así como afectaciones a la salud como enfermedades gastrointestinales y afecciones respiratorias, así como la producción de malos olores y la degradación del paisaje, pero al estar destinados a un confinamiento controlado su efecto no se magnifica.

El efecto que tiene este impacto será directo (4), dado que la disposición inadecuada de estos puede traer consecuencias como la contaminación del agua subterránea, suelo y aire, entre otros. Por otra parte, la regularidad de manifestación de este impacto será continua (4) ya que se generarán residuos diariamente.

Por lo que el valor de importancia del impacto se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 2 + 4+4)$$

Por lo que el valor de importancia estimado para las afectaciones causadas por la disposición inadecuada de los residuos durante la etapa de construcción es de -35, por lo que se trata de un impacto adverso moderado.

También se prevé la generación de material de escombros, derivados de la remoción de la plancha y bloques de concreto que se retiren, y por los residuos que se generen de la construcción en sí, el cual es igualmente un impacto adverso moderado.

- Generación de empleos temporales

El proyecto considera la creación de empleos temporales en la etapa de construcción, que beneficiarán directamente al sector de la construcción, aunque no es significativo, por lo que se considera como un impacto de baja intensidad (1). Por otra parte se considera como puntual (1), dado que en su mayor parte se contratarán trabajadores establecidos en la localidad.

Este impacto tendrá un efecto positivo sobre los trabajadores que se contraten cuyo efecto se presentará durante el proceso constructivo de las obras, por lo que se manifestará en un corto plazo (4) y será temporal (2), dado que su efecto sólo permanecerá durante el proceso constructivo de las obras. La creación de empleos temporales conlleva beneficios para el sector de la construcción, así como el mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores y sus familias, por lo que se considera que tendrá un sinergismo moderado (2).

Se considera como un impacto simple (1), dado que las contrataciones se realizarán previas al inicio de obras y sólo durante la duración de estas, por lo tanto esta acción no realizará de manera continua o reiterada. Además que la creación de empleos temporales repercutirá de manera directa (4) sobre los trabajadores favoreciendo su nivel de vida. También se manifestará de manera irregular (1), dado que sólo se presentará al inicio de obras y en una ocasión, y si a caso, de forma discontinua durante la operación de la casa.

Por lo que el valor de importancia del impacto se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + 4 + 2 + 4 + 2 + 1 + 1)$$

Por lo que el valor de importancia estimado para la generación de empleos temporales es de +19, por lo que se trata de un impacto positivo compatible.

- Contaminación por sustancias y combustibles.

Durante los trabajos de construcción del proyecto, se prevé el uso de combustible para el equipo y/o maquinaria que será utilizada en la obra, sin embargo se dispondrá del combustible únicamente cuando sea necesario para la recarga del vehículo, sin realizar la recarga y manejo de combustible al interior del predio. Por tal motivo, considerando que no es maquinaria y/o equipo pesado que se empleará y que en todo momento se emplearán las medidas preventivas correspondientes para evitar derrames, se considera un impacto de intensidad baja (1), puntual (1), dado que el efecto sería solo en la zona de aplicación.

Este impacto se presentará una vez que comience la etapa extractiva, por lo que su efecto se manifestará en un corto plazo (4). Este efecto será fugaz (1), por lo que se presentará únicamente en la etapa de preparación y construcción del proyecto.

Se trata de un impacto irreversible (4), ya que las afectaciones o daños que podría causar algún accidente son irreparables, ya que se prevén daños al ambiente, aunque pueden ser recuperables, mediante la aplicación de medidas de mitigación (4), dado que se contempla la aplicación de medidas preventivas como el evitar aplicar el combustible al vehículo dentro del predio, dar mantenimiento preventivo a la maquinaria, así como evitar realizar reparaciones mecánicas dentro del predio.

Se considera como un impacto de sinergismo moderado (2), dado que está vinculado con la contaminación al agua y suelo, así como afecciones a la salud de los trabajadores.

Se trata además de un impacto directo (4), dado que los accidentes se pueden deber tanto a factores propios de los trabajos de construcción.

Por lo que el valor de importancia del impacto se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + 4 + 1 + 4 + 4 + 4 + 2 + 4 + 1)$$

Por lo que el valor de importancia estimado para el riesgo de accidentes es de -29, por lo que se trata de un impacto adverso moderado.

- Modificación del paisaje natural

El paisaje natural en la zona de interés presenta algunas alteraciones derivadas de los usos en la región, tales como la construcción de vialidades, la construcción de Fraccionamientos residenciales y desarrollos turísticos, sin embargo se conservan áreas naturales con especies nativas, por lo que se considera que la modificación al paisaje natural será significativa, sin embargo será una superficie reducida la que será modificada, ya que se planea construir la casa sobre la vegetación herbácea y conservar en el sitio las palmeras, manglar y demás vegetación in situ para utilizar el sitio con fines habitacionales, además que es congruente con el uso permitido en la zona, por lo tanto, se trata de un impacto de intensidad media (2).

Por otra parte, el área de influencia del impacto, solo abarcará áreas específicas del predio de interés, por lo que se considera parcial (2). Este impacto se manifestará en un corto plazo (4), dado que su efecto se presentará cuando se realice el retiro de la capa de suelo, y este efecto será permanente ya que no se prevé su retorno a las condiciones iniciales, además que el área está sujeta a los procesos que se lleven a cabo en los alrededores. Por lo que el efecto que será causado al paisaje natural será irreversible (4).

La modificación del paisaje natural puede ser recuperable de manera parcial, dado que puede ser mitigado (4), mediante el establecimiento de áreas ajardinadas con vegetación nativa, lo que contribuirá a minimizar este impacto.

Se trata de un impacto de sinergismo moderado (2), dado que está vinculado con la reducción de cobertura vegetal, entre otros. También será acumulativo (4), dado que se sumará a los predios que han sido alterados por esta causa.

Por otra parte, este impacto será directo (4), dado que pretende influir en el paisaje y percepción del sitio, en congruencia con el ambiente natural de playa y el desarrollo de la obra en una zona de corredor natural. Además que será irregular o discontinuo (1), dado que sólo se realizará en una ocasión.

Por lo que el valor de importancia del impacto se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3 (2) + 2 (2) + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 2 + 4 + 1)$$

Por lo que el valor de importancia estimado para la modificación al paisaje natural es de -37, por lo que se trata de un impacto adverso moderado.

Con base en la descripción previa, se presenta el análisis de la evaluación de los impactos ambientales potenciales identificados para cada una de las etapas del proyecto, calificado con base a la metodología propuesta (Tabla XXV).

Tabla XXV. Matriz de calificación de impactos ambientales potenciales. Siguiendo la metodología propuesta por Conesa (1997), se califican los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto

Determinación del valor de importancia de los impactos potenciales de la casa habitación		Impactos Ambientales Observados													
		PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN				OPERACIÓN					
Tipología de Impactos	Impactos Ambientales Observados	Reducción de la Cobertura Vegetal	Contaminación por fecalismo al aire libre	Generación de Residuos Sólidos	Generación de empleos temporales	Derrama Económica Local	Contaminación por fecalismo al aire libre	Generación de Residuos Sólidos	Contaminación por Sustancias Contaminantes y Combustibles	Sobreexplotación de Recursos Naturales	Generación de Empleos Temporales	Modificación del Paisaje Natural	Generación de Aguas Residuales	Generación de Residuos Sólidos	Generación de Empleos Temporales
	Criterios de Evaluación de Impactos														
INTENSIDAD In (Grado de Alteración)	Baja (1)		1	1	1	1				1	1	1	1	1	
	Media (2)	2					2					2		2	
	Alta (4)														
	Muy alta (8)														
	Total (12)														
	Puntual (1)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Parcial (2)	2										2			
EXTENSIÓN Ex (Área de Influencia)	Extremo (4)														
	Total (8)														
	Crítica (+4)														
	Largo plazo (1)														
MOMENTO Mo (Plazo de Manifestación)	Mediano plazo (2)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Corto o Inmediato (4)														
	Crítico (+4)														
	Fugaz (1)		1			1		1							
PERSISTENCIA Pe (Permanencia del Efecto)	Temporal (2)				2						2			2	
	Permanente (4)								4	4	4	4	4		
REVERSIBILIDAD Rv (Retorno por medios naturales)	Corto plazo (1)												1		

	Mediano plazo (2)																
RECUPERABILIDAD Rc (Recuperación por medios naturales)	Irreversible (4)								4	4			4	4	4		
	Inmediato (1)																
	Mediano plazo (2)																
EFEECTO E (Relación causa-efecto)	Indirecto (1)																
	Directo (4)	4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4	4		
SINERGIA S (Interrelación de acciones y/o efectos)	Simple (1)																
	Sinérgico (2)	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2		
	Muy sinérgico (4)																
ACUMULACIÓN A (Incremento progresivo)	Simple (1)				1	1					1					1	
	Acumulativo (4)	4	4	4		4	4		4	4		4	4	4	4		
PERIODICIDAD Pr (Regularidad de la Manifestación)	Irregular, discontinuo (1)	1	1		1	1	1		1	1	1	1	1		1		
	Periódico (2)																
	Continuo (4)			4			4							4	4		
IMPORTANCIA I = ± (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Rc+E+S+A+Pr)		37	26	35	19	21	26	38	29	32	19	37	32	35	19		
NATURALEZA	pos (+) neg (-) neutro (0)	-	-	-	+	-	-		-	-	+	-	-	-	+		
Característica	Ambiental crítico >75																
	Ambiental severo 51-75																
	Ambiental moderado 26-50	*	*	*			*	*	*	*		*	*	*			
	Ambiental compatible o irrelevante <25				*	*					*						*

VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE IMPACTOS

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

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 (Tabla XXVI).

Tabla XXVI. Medidas de preventivas, de mitigación, de control. Se describen las medidas de preventivas, de mitigación y de control que se sugieren como parte de la gestión ambiental del proyecto.

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	1) Minimizar el impacto sobre las poblaciones de especies vegetales con estatus jurídico de protección.
	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.
TIPO DE MEDIDA	Mitigación, Preventiva
MOMENTO DE APLICACIÓN	Fase pre-constructiva, previa al desmonte
COSTO DE LA MEDIDA	\$50,000 mensuales
IMPACTOS POTENCIALES QUE PREVIENE, MITIGA O CORRIGE/EFFECTOS	1) Afectación a las poblaciones de especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.
	2) Eliminación de la vegetación
	3) Afectación a la fauna
	4) Modificación del paisaje natural
ESPECIFICACIONES (EN SU CASO)	1) Las acciones de rescate que se emprendan deberán sustentarse en un Programa.
	2) Dicho Programa deberá establecer los procesos y procedimientos para el rescate de la flora presente en el predio, previo al desmonte.
	3) El programa incluirá recomendaciones sobre las técnicas más adecuadas para el rescate, mantenimiento de las plantas y 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.

Programa de supervisión y gestión ambiental	
DESCRIPCIÓN	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. 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.

OBJETIVOS DE LA MEDIDA	1) Minimiza los impactos ambientales potenciales típicos de los proyectos de desarrollo.
	2) Vigilar las áreas naturales conservadas con vegetación nativa y especies protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001
	3) Vigilar las actividades de reforestación y/o jardinería con vegetación nativa.
	4) Vigilar y salvaguardar las especies citadas en la NOM-022-SEMARNAT-2003.
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 el 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*) susceptibles de rescate, que estén ubicados sobre el área de 69.17



m² donde se proyectará el acceso, esta medida tendrá una intensidad media (2), dado que será enfocado a especies con importancia ecológica y legal, por lo que no se afectarán estas especies y se rescatarán todas las que sean susceptibles de sustraerse.

El área de influencia de esta medida será parcial (2), dado que el rescate de los individuos se realizará en áreas específicas del predio.

El rescate de la vegetación se realizará previo al inicio de obras, por lo que su plazo de manifestación será corto o inmediato (4) y el efecto de esta medida será permanente (4), ya que las plantas serán colocadas en un área temporal o vivero y posteriormente serán trasplantadas en las áreas de reforestación del proyecto, de ser el caso.

Por otra parte, esta medida será irreversible (8), dado que al no aplicar esta medida no es posible retornar a las condiciones iniciales; por otro lado, se trata de una medida directa (4) que actuará sobre la cobertura vegetal. Además que será un impacto sinérgico (2), ya que 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.

Por lo que el valor de importancia de esta medida se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IMPORTANCIA M} = \pm (2+2+4+4+8+4+2)$$

El valor de importancia resultante de la medida es de 26.

- Programa de Supervisión y Gestión Ambiental

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 Manejo 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. Se trata de una medida de intensidad muy alta (8), dado que se realizará el manejo de los residuos que se generen durante todas las etapas del proyecto,

promoviendo la reducción de los volúmenes de generación, así como su reutilización y o reciclaje, en los casos que sea posible.

Se trata de una medida de intensidad muy alta (8), dado que se realizará el manejo de los residuos que se generen durante todas las etapas del proyecto, el área de influencia se considera extrema (4), ya que todos los residuos que se generen en las distintas áreas serán manejados adecuadamente. Se aplicará una vez iniciadas las obras, por lo que tendrá un plazo de manifestación corto o inmediato (4), además que será una medida permanente (4), su efecto será irreversible (8), dado que al no aplicar esta medida, se generarán residuos, además que pueden causar contaminación del agua, aire y suelo, así como afectaciones a la salud de la población local. Su efecto actuará de manera directa (4) sobre los residuos que se generen, por otra parte, será sinérgica (2), dado que involucra procedimientos y estrategias para el manejo adecuado de los residuos.

Por lo que el valor de importancia de esta medida se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IMPORTANCIA M} = \pm (8+4+4+4+8+4+2)$$

El valor de importancia resultante de la medida es de 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 20 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.

Derivado de lo anterior, esta medida es de intensidad muy alta (8), su área de influencia se considera extrema (4). Esta medida se aplicará una vez iniciadas las obras, por lo que tendrá un plazo de manifestación corto o inmediato (4), además que será una medida permanente (4), durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, su efecto será inmediato (1), que actuará de manera directa (4) sobre los residuos que se generen, por otra parte, será simple (1), dado que involucra procedimientos y estrategias para el manejo adecuado de los residuos sanitarios.

Por lo que el valor de importancia de esta medida se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IMPORTANCIA M} = \pm (8+4+4+4+1+4+1)$$

El valor de importancia resultante de la medida es de 26.

Legal adquisición 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.

Derivado de lo anterior, esta medida es de intensidad alta (4), su área de influencia se considera extrema (4). Esta medida se aplicará una vez iniciadas las obras, por lo que tendrá un plazo de manifestación corto o inmediato (4), además que será una medida permanente (4), durante la etapa de construcción del proyecto, su efecto será irreversible (8), que actuará de manera directa (4), por otra parte, será sinérgica (2), dado que se suma a la obtención o extracción de materiales en las actividades de construcción de la zona.

Por lo que el valor de importancia de esta medida se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IMPORTANCIA M} = \pm (4+4+4+4+8+4+2)$$

El valor de importancia resultante de la medida es de 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.

Derivado de lo anterior, esta medida es de intensidad baja (1), su área de influencia se considera puntual (1). Esta medida se aplicará una vez iniciadas las obras, por lo que tendrá un plazo de manifestación corto o inmediato (4), además que será una medida temporal (2), durante la etapa de construcción del proyecto, su efecto será inmediato (1), que actuará de manera indirecta (1), por otra parte, será sinérgica (2), dado que se suma a la obtención o extracción de materiales en las actividades de construcción de la zona.

Por lo que el valor de importancia de esta medida se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IMPORTANCIA M} = \pm (1+1+4+2+1+1+2)$$

El valor de importancia resultante de la medida es de 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.

Derivado de lo anterior, esta medida es de intensidad baja (1), su área de influencia se considera parcial (2). Esta medida se aplicará una vez iniciadas las obras, por lo que tendrá un plazo de manifestación corto o inmediato (4), además que será una medida temporal (2), su persistencia será fugaz (1) durante la etapa de construcción del proyecto, su efecto será inmediato (1), que actuará de manera directa (4), por otra parte, será sinérgica (2), dado que se suma a la dispersión y generación de partículas suspendidas en la atmósfera por las actividades de construcción y por los usos realizados en la zona.

Por lo que el valor de importancia de esta medida se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IMPORTANCIA M} = \pm (1+2+4+1+1+4+2)$$

El valor de importancia resultante de la medida es de 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.

Derivado de lo anterior, esta medida es de intensidad media (2), su área de influencia se considera parcial (2). Esta medida se aplicará una vez finalizadas las obras, por lo que tendrá un plazo de manifestación corto o inmediato (4), además que será una medida permanente (4), durante la etapa de construcción del proyecto, su efecto será inmediato (1), que actuará de manera directa (4), por otra parte, será sinérgica (2), dado que se suma a la obtención o extracción de materiales en las actividades de construcción de la zona.

Por lo que el valor de importancia de esta medida se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IMPORTANCIA M} = \pm (2+2+4+4+1+4+2)$$

El valor de importancia resultante de la medida es de 19.

A manera de síntesis, se presenta la valoración de las medidas de mitigación en cada una de las etapas del proyecto (Tabla XXVII).

Tabla XXVII. Matriz de Valoración de las Medidas de mitigación, prevención o correctivas. Siguiendo la metodología propuesta por Conesa Fernández (1997), se califican las medidas de mitigación de impactos potenciales del proyecto.

Determinación del valor de Importancia de las medidas de mitigación de impactos potenciales de la casa habitación		Medidas preventivas, de mitigación o correctivas												
		Preparación del Sitio				Construcción						Fase de Operación		
Tipología de Impactos	Criterios de Evaluación	Programa de rescate de flora	Manejo de Residuos Sólidos	Control de Partículas Suspensas	Mantenimiento Mecánico de Maquinaria	Renta de letrinas portátiles	Manejo de Residuos Sólidos	Mantenimiento Mecánico de Maquinaria	Control de Partículas Suspensas	Renta de letrinas portátiles	Legal adquisición de recursos naturales	Programa de reforestación y ajardinado con especies nativas	Manejo de Residuos Sólidos	Manejo de Aguas Residuales
		INTENSIDAD In (Grado de Control del impacto)	Baja(1)			1	1		1	1				
	Media (2)	2										2		
	Alta(4)						4				4		4	4
	Muy Alta (8)		8		8				8					
	Total (12)													
EXTENSIÓN Ex (Área de influencia)	Puntual(1)				1			1						1
	Parcial(2)	2		2				2				2		
	Extremo(4)		4		4	4			4		4		4	
	Total(8)													
MOMENTO Mo (Plazo de Manifestación)	Crítica(+4)													
	Largo plazo (1)													
	Medio plazo (2)													
	Corto o Inmediato(4)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Crítico(+4)													
PERSISTENCIA Pe (Permanencia del Efecto)	Fugaz(1)			1				1						
	Temporal (2)				2		2						2	
	Permanente(4)	4	4		4	4			4		4	4	4	4
REVERSIBILIDAD Rv (Reversibilidad de la acción)	Inmediato(1)			1	1	1	1		1			1		1
	Mediano plazo (2)													
	Irreversible (8)	8	8			8			8		8		8	
EFEECTO E (Relación causa-efecto)	Indirecto(1)				1					1				
	Directo(4)	4	4	4	4	4			4	4		4	4	4
SINERGIA S (Interrelación de acciones y/o efectos)	Simple(1)					1				1				
	Sinérgico(2)	2	2	2	2	2	2	2			2	2	2	2
	Muy sinérgico (4)													
IMPORTANCIA M = ± (In+Ex+Mo+Pe+Rc+E+S)		26	34	15	12	26	30	12	22	26	30	19	30	20

VI.2 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.2.1 Valoración de los impactos ambientales previstos y sus posibilidades de prevención, mitigación y/o compensación.

A partir de la descripción y análisis previos, se procede a la valoración de los impactos potenciales identificados siguiendo la metodología propuesta por Conesa (1997) y que resulta del análisis de la obra proyectada, su influencia en el entorno y la valoración de los impactos ambientales previstos, así como de sus posibilidades de prevención, mitigación y/o compensación.

Con base a esta matriz, se identificó que las acciones causales de los impactos ambientales negativos más importantes, ocurrirían durante la etapa preconstructiva y constructiva, sin embargo, en el balance global de estas etapas, y aún en la etapa de operación, se prevé un resultado favorable al proyecto, lo que debe interpretarse no como ausencia de impactos negativos, sino que éstos son de menor relevancia e importancia que los impactos positivos que generaría el desarrollo de la Casa Habitación.

Las acciones realizadas durante la etapa pre-constructiva, son de carácter positivo debido a que implican generación de empleo para estudios previos y pago de impuestos y derechos. Pero también porque para la mayor parte de los impactos negativos existen y se proponen estrategias de prevención, mitigación o compensación, las cuales deberán aplicarse porque son la garantía del desarrollo del proyecto con la congruencia de los resultados obtenidos de la evaluación de impactos ambientales.

Entre los valores negativos de mayor impacto están los que se derivarían del desmonte y despalme del predio, ya que implica una reducción de la cobertura vegetal del sitio. Sin embargo, como se ha discutido previamente, este es un impacto de alta magnitud en relación con el predio, de importancia relativa, debido a que, aproximadamente el total del predio está cubierto de vegetación dominada por el tipo herbácea halófila y en segundo lugar por matorral costero. Adicionalmente, se llevará a cabo la Reforestación y Jardinería con el propósito de contribuir a mantener las condiciones naturales de una zona costera.

Otros impactos que arrojan valores negativos están vinculados con el empleo de maquinaria, lo cual siempre acarrea ruido, polvos y emisiones a la atmósfera, pero se trata de una acción imposible de sustituir, que será utilizada sólo temporalmente y dentro del marco legal vigente. Adicionalmente, es pertinente apuntar que se han propuesto medidas de mitigación para los impactos derivados de esta actividad.

En la etapa operativa el impacto con el valor de mayor relevancia será la demanda de servicios e infraestructura pública, ya que durante la operación de la Casa será

necesario proveer el abasto de agua, energía eléctrica, servicio de recolección de basura y seguridad pública.

Si bien, el desarrollo del proyecto cuenta con las factibilidades positivas correspondientes para la dotación de servicios, no deja de ser un elemento tensor para el Municipio.

Como contraparte, el impacto positivo con mayor valor está vinculado con el impulso a la economía local, lo que obedece no sólo a la creación de empleos temporales en una localidad como Akumal, con alta demanda de empleo producto de la alta tasa de crecimiento poblacional, sino a la creación de espacios de trabajo para la construcción, a la transformación de un lote con vegetación natural en un espacio que contribuirá a la consolidación turística residencial de la zona, impulsando el desarrollo e incrementando la plusvalía del lugar.

Respecto al impacto sobre la flora y fauna, se minimizará la afectación sobre la biota, en virtud que el proyecto se realizara en una superficie de 140.93 m² sobre vegetación de herbáceas, y habrá una reducida superficie de afectación por el acceso que se realizará a través de 69.17 m² 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. A su vez, se conservará la vegetación herbácea en el límite Este hasta el cordón de duna costera, garantizando el buen estado de esta. Derivado de lo anterior, se conservarán áreas naturales donde la fauna incidente podrá encontrar refugio o usar para descanso o alimentación, asimismo, el mantenimiento de la duna en la zona federal marítimo terrestre conservará la playa para uso potencial de las tortugas marinas durante la temporada de arribazón, aunado a las medidas de protección ejecutadas por los habitantes de la zona en conjunto con el Centro Ecológico Akumal y el DIF.

Con base en estos resultados, y siendo el proyecto compatible con las políticas de desarrollo designadas para el sitio, tanto en los instrumentos de planeación urbana como en los de planeación ambiental, se considera que el proyecto es factible. Sin embargo, es necesario puntualizar, que la aplicación oportuna y eficiente de las medidas de prevención, mitigación y de compensación propuestas, así como las que tenga a bien indicar la autoridad competente, son requisito indispensable para mantener los impactos potenciales estimados bajo control.

VI.3 IMPACTOS RESIDUALES

Los impactos residuales del proyecto se presentan en la Tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. 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

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

VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO

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.

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.

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.

El otro escenario, no 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.

VII.2 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.

VII.3 CONCLUSIONES

Con base en la revisión y evaluación de la información técnica y documental recopilada para el proyecto, denominado Casa Latam, ubicado en el Lote 11, 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 cts/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 m² sobre vegetación de herbáceas, y habrá una reducida superficie de afectación por el acceso que se realizará a través de 69.17 m² 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 m², 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 m², de matorral costero con palma chit, la cual es una especie protegida en la NOM-059-SEMARNAT-2001, con una superficie de 358.57 m² y la totalidad de la superficie. Cabe destacar que la vegetación que se conservará, mantendrá conexión con la vegetación de los predios adyacentes.

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.

VIII. 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/ite r/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