

**PROYECTO:**

**“GARZA BLANCA RESORT &  
SPA RIVIERA MAYA II”**

**SEPTIEMBRE DEL 2015**

## **CAPÍTULO 1: DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO**

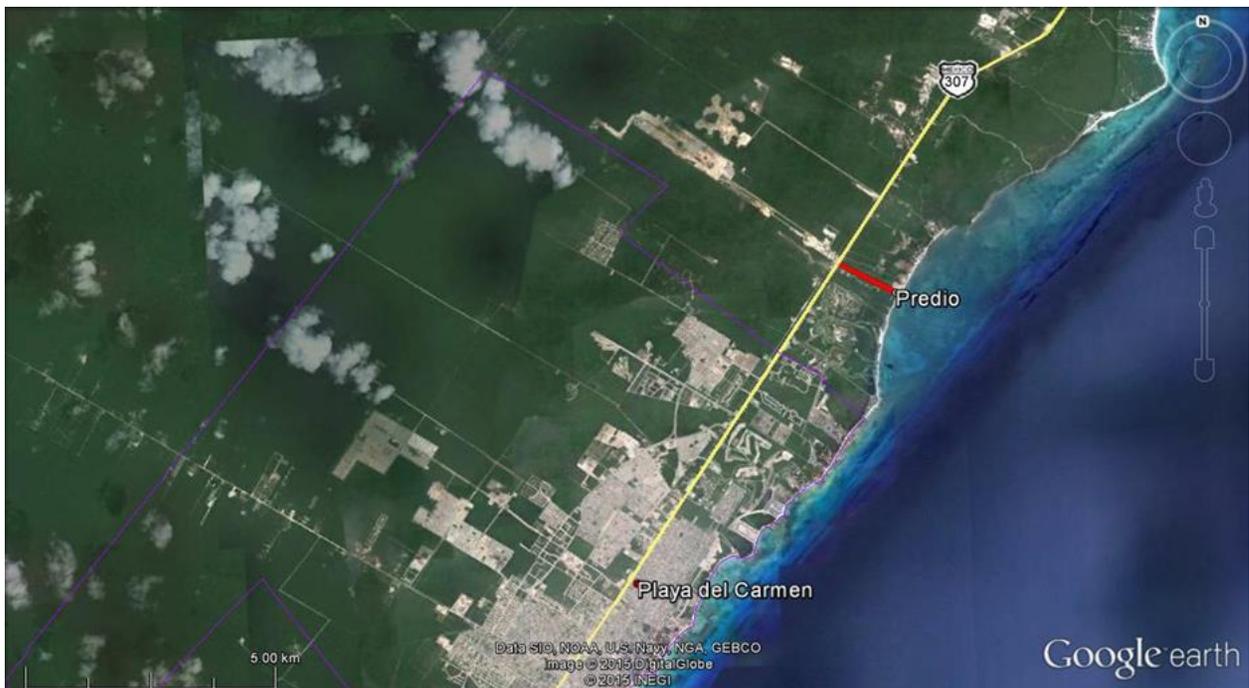
### **1.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

#### **1.1.1. Nombre del proyecto**

Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II.

#### **1.1.2. Ubicación (dirección) del proyecto**

El terreno forestal que se pretende aprovechar para la implementación del proyecto, se ubica en la zona costera del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, a la altura del kilómetro 299 de la carretera federal 307, Puerto Juárez-Reforma Agraria.



Ubicación del proyecto al norte del centro de población de Playa del Carmen.

#### **1.1.3. Duración del proyecto**

El plazo solicitado para la realización del proyecto es de 10 años contemplando sólo las etapas de preparación del sitio y construcción; y una vigencia o vida útil de 75 años considerando la etapa operativa.

## **1.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE**

### **1.2.1. Nombre o razón social del promovente**

Banco Mercantil del Norte, S.A. I.B.M., Grupo Financiero Banorte, en su carácter de fiduciario y Promotora Arena Blanca, S.A. de C.V., en su carácter de fideicomitente y fideicomisaria A, por cuenta del Fideicomiso 745281 de 19 noviembre de 2014, constituido en los términos que ampara la escritura pública número 76,544 de fecha 19 de Noviembre del año 2014, pasada ante la fe del licenciado Luis Cámara Patrón, notario público número 30 de Cancún, Quintana Roo.

### **1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes**

El Registro federal de contribuyentes de las promoventes es BMN930209927, para Banco Mercantil del Norte, S.A. I.B.M. y PAB0510126W9 para Promotora Arena Blanca, S.A. de C.V.

### **1.2.3. Nombre del representante legal**

Rodolfo Meda Peña, según escritura pública número 76,544 de fecha 19 de noviembre de 2014, pasada ante la fe del licenciado Luis Miguel Cámara Patrón, notario público número treinta en estado de Quintana Roo.

### **1.2.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones**

Calle Bahamas, Mz. 3, Lt. 5, Residencial Islazul, Alfredo V. Bonfil, Municipio Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, CP. 77560, con números telefónicos (998) 845 32 02, (998) 267 71 60 y (998) 267 71 33

## **1.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DTU**

### **1.3.1. Nombre del Responsable técnico del DTU**

Ing. Reynaldo Martínez López.

### **1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes**

**1.3.3. C. U. R. P.**

**1.3.4. Cédula profesional**

6241318

**1.3.5. Dirección del responsable técnico del estudio**

**1.3.6. Datos de inscripción en el Registro Nacional Forestal**

Libro OAX, Tipo UI, Volumen 3, Número 42, Año 10.

Se anexa copia simple del certificado de inscripción al Registro Nacional Forestal del C.  
Ing. Reynaldo Martínez López.

**1.3.7. Responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo**

Ing. Reynaldo Martínez López.

## **CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **2.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

#### **2.1.1. Naturaleza del proyecto**

El proyecto consiste en la realización del cambio de uso de suelo de terrenos forestales para dar paso a la construcción y operación de un proyecto turístico hotelero con un total de 150 departamentos de tres recámaras cada uno, con operación hotelera (condohotel), distribuidos en dos conjuntos. Uno frente al mar que contará con dos edificios de ocho niveles y 126 departamentos de tres recámaras, restaurantes, bares y obras diversas al aire libre, complementarias de la operación hotelera, tales como albercas, asoleaderos, terrazas y servicios de playa; y otro en la zona de selva que contará con 2 edificios de ocho niveles y 24 departamentos de tres recámaras.

El proyecto incluye también dos restaurantes y un spa que se localizarán en la zona de selva del predio; así como las obras de equipamiento y de servicios necesarios para soportar la oferta hotelera, como son red de drenaje interna con planta de tratamiento de aguas residuales; planta desaladora y potabilizadora y la red de distribución de agua potable; red eléctrica subterránea; área de acopio de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos; y un edificio de apoyo para almacenamiento y distribución. Incluye además una sala de ventas que alojará a los promotores del desarrollo, junto con las obras complementarias para su operación.

Las obras que se proyectan se desplantarán sobre una superficie de 42,857.52 m<sup>2</sup>, por lo que el coeficiente de modificación del suelo será de 0.28, considerando que la superficie total del terreno es de 152,272.76 m<sup>2</sup>. De estas obras, las edificaciones techadas ocuparán una superficie de 17,597.56 m<sup>2</sup>, por lo que el coeficiente de ocupación del suelo será de 11.57%; mientras que las obras no techadas y áreas verdes ocuparán una superficie de 25,259.96 m<sup>2</sup>, equivalentes a 16.59% de la superficie del predio. No obstante lo anterior, la superficie de cambio de uso del suelo en terrenos forestales que se solicita es de 3.138 hectáreas divididas en tres polígonos con cobertura de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, misma superficie que sumada a la 2.192 hectáreas actualmente desprovistas de vegetación en el área de playa (esta superficie no se solicita como parte del CUSTF), arrojan un total de 5.33 hectáreas totales de aprovechamiento equivalentes al 35.00% de las 15.23 hectáreas con que cuenta el terreno. Lo anterior es para incluir además de las áreas de desplante en donde tendrá lugar la remoción total de la vegetación, aquellas en las que podría tener lugar la remoción parcial de la misma, por efecto de la construcción u operación del proyecto.

Como se ha mencionado anteriormente, al interior del predio existen áreas desprovistas de vegetación, las cuales han sido sujetas a procedimiento administrativo ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, y que en materia forestal se cuenta con la resolución administrativa número PFPA/4.2/2C.27.2/0795-09 de fecha 16 de octubre del 2009; y en materia de impacto ambiental se cuenta con la resolución número 215/99 de fecha 21 de abril de 1999, ambas anexas al presente documento.

Con esto, las obras proyectadas afectarán únicamente vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, que corresponde a la asociación vegetal más abundante en la región; salvaguardando las áreas donde se distribuye selva baja subperennifolia, vegetación de dunas costeras y manglar, que son las menos representadas en la región. Adicionalmente, el proyecto de desarrollo incluye medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales que aseguran la conservación de la biodiversidad dentro del terreno a aprovechar, previenen la erosión y el deterioro de la calidad del agua, así como la disminución en su captación.

### **2.1.2. Objetivo de Proyecto**

El objetivo de las promoventes es la construcción y operación de un proyecto turístico con un total de 150 departamentos de tres recámaras cada uno, con operación hotelera (condohotel); incluyendo las obras y servicios complementarios que aseguren el buen desarrollo de la actividad comercial. Las obras se diseñaron para dar cumplimiento a la normatividad ambiental y urbana aplicable al predio, asegurando de esta forma su sustentabilidad.

### **2.1.3. Ubicación física**

La selección del sitio se definió tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Las promoventes tienen legal posesión del predio (tal como consta en la documentación anexa).
- El predio cuenta con acceso a través de la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez.
- Se encuentra regulado por las políticas del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, publicado el el 25 de mayo de 2009 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.
- El Programa de Ordenamiento sitúa al predio en una zona con política de conservación con vocación de uso del suelo turística, y uso condicionado turístico.

- Se propone un uso de suelo en correspondencia con las especificaciones del Programa de Ordenamiento Ecológico aplicable.
- Su ubicación en la Riviera Maya, que es un destino turístico de fama internacional, lugar idóneo para descansar y convivir sustentablemente con el ambiente.

Considerando lo anterior, se propone realizar el proyecto dentro del terreno forestal que está ubicado en la zona costera del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, a la altura del kilómetro 299 de la carretera federal 307, Puerto Juárez-Reforma Agraria.

A continuación se presentan las coordenadas que conforman el polígono del predio:

VERTICE	COORDENADAS	
	X	Y
1	497,097.2492	2,288,943.8550
2	498,294.2364	2,288,306.4195
3	498,229.3988	2,288,196.9099
4	497,040.1884	2,288,864.7904
<b>SUPERFICIE = 152,272.76 m<sup>2</sup></b>		

#### 2.1.4. Representación gráfica regional

El proyecto se localiza en la Cuenca Hidrológica Región XII denominada “Península de Yucatán”.

La Región XII, Península de Yucatán incluye en su totalidad a los estados de Yucatán y Quintana Roo, y en su mayor parte al estado de Campeche (98%), con excepción del municipio de Palizada, representando así una superficie regional de 138,399.91 km<sup>2</sup>, 7% de la nacional. Cuenta con tres ríos de importancia: Candelaria y Champotón en Campeche y Hondo en Quintana Roo, siendo éste último, frontera internacional con la República de Belice. El conjunto del escurrimiento regional es del orden del 1% respecto al nacional.

La Región XII, Península de Yucatán, se ubica al sureste de la República Mexicana, su localización geográfica se encuentra entre los meridianos 86° 45' y 92° 30' de longitud oeste y los paralelos 17° 50' y 21° 40' de latitud norte . La Región XII, Península de Yucatán, está integrada por los Estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

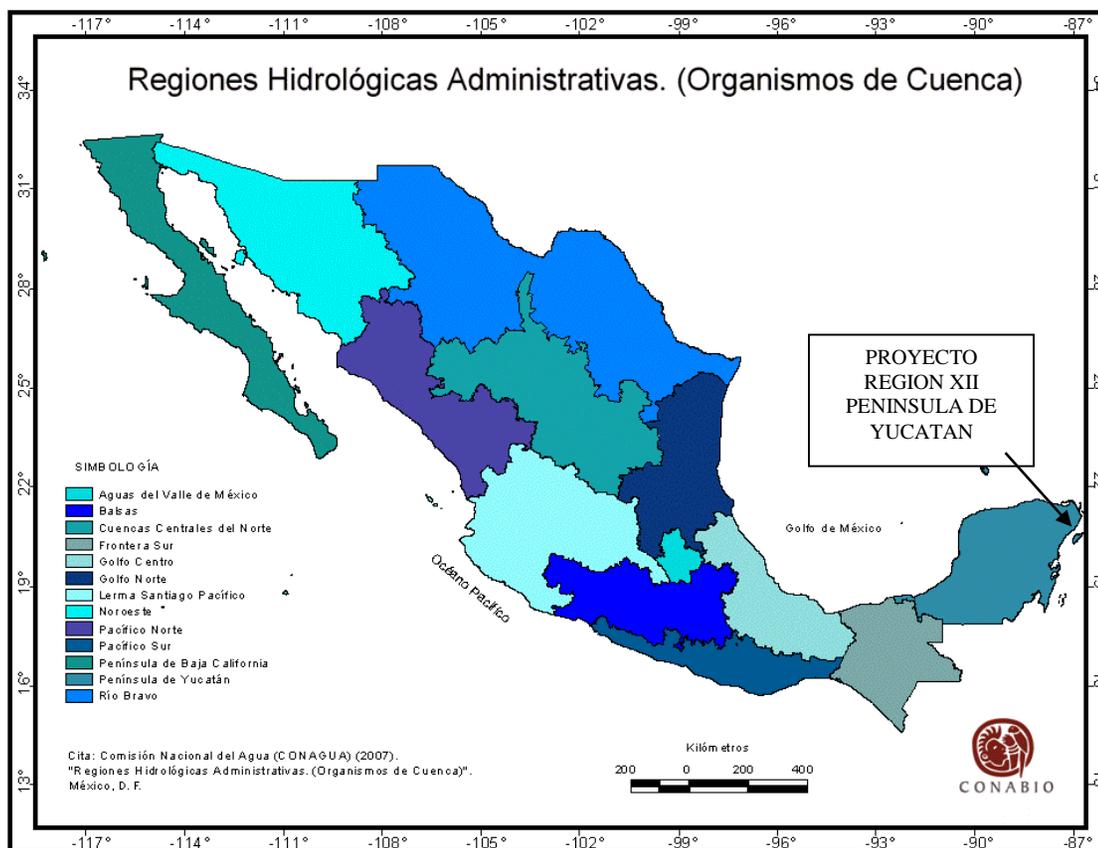
La región se describe como una gran superficie plana y de baja altitud; su principal rasgo fisiográfico es la Sierrita de Ticul, con una extensión de 110 km y elevaciones cercanas a los 200 msnm. Prevalen los climas cálidos y cuenta con una precipitación

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

media anual de 1,159 mm, cerca de 60 % superior a la media nacional. Su colindancia con el mar Caribe y el Golfo de México la convierten en zona de incidencia de fenómenos hidrometeorológicos tales como nortes y ciclones tropicales.

Junto con las peculiaridades de la región que se han descrito, es relevante señalar sus características geológicas dominantes: una plataforma calcárea con hoyos y cavidades y un suelo escaso que, entre otras cosas, restringen la génesis de las corrientes superficiales.

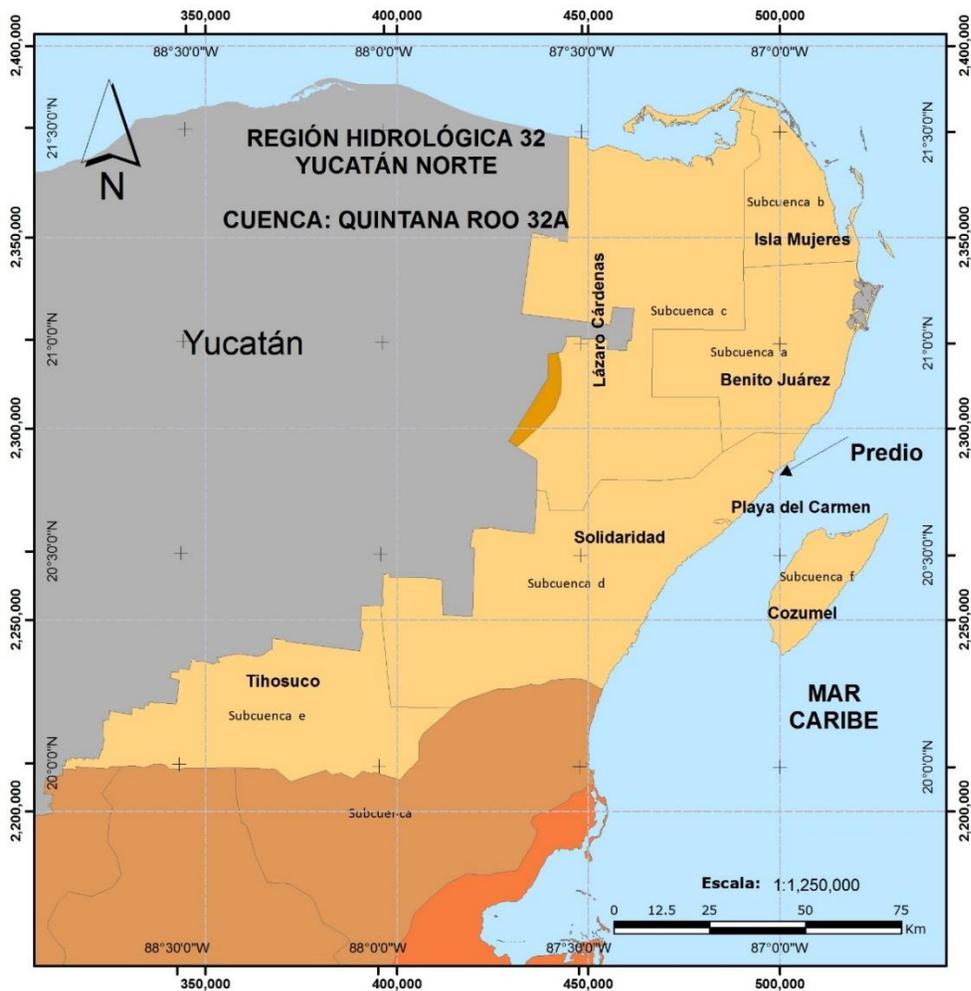
Los resultados del diagnóstico regional contratado por la CNA en 1997, señalan que la Península de Yucatán corresponde a una cuenca hidrológica abierta, con un solo acuífero cárstico de tipo libre. La incidencia tan alta de la precipitación pluvial y la ausencia notable de escurrimientos superficiales, indican una alta permeabilidad en toda su superficie. La recarga del acuífero se produce de manera uniforme, siguiendo el patrón de distribución de la precipitación.



**Subregión Quintana Roo (RH 32 Yucatán Norte)**

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

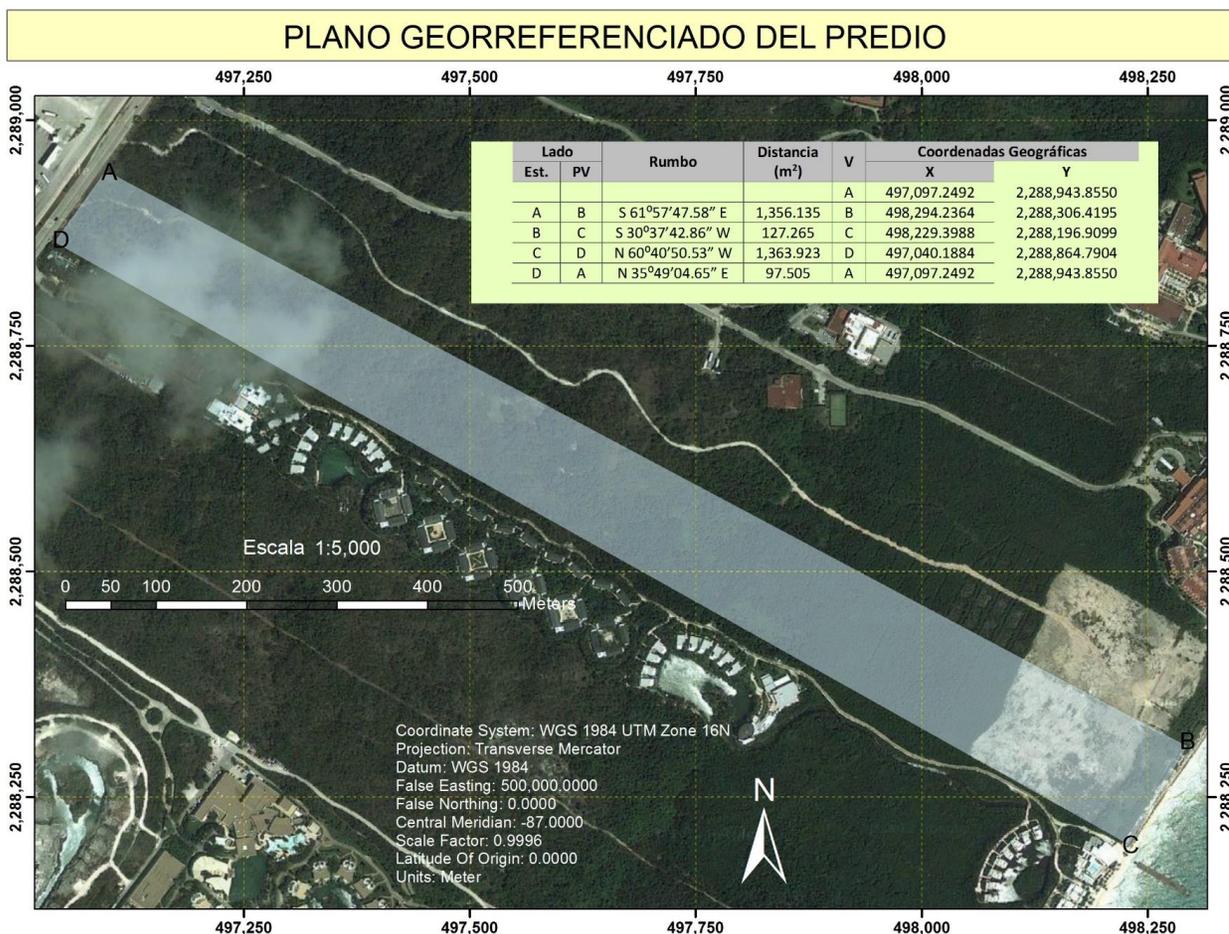
El proyecto se ubica dentro de la Región Cuenca Hidrológica XII, y dentro de dicha cuenca se encuentra en la Subregión RH 32 Yucatán Norte, misma que abarca, además del estado de Quintana Roo, parte de Yucatán y Campeche, con una superficie total de 56,443 Km<sup>2</sup>; en el estado comprende la porción Norte, cubre un área que equivale a 31.77% estatal; sus límites en la entidad son, al norte el Golfo de México, al este el Mar Caribe, al sur la Región Hidrológica 33 (RH-33) y al oeste el estado de Yucatán donde continúa.



<p><b>Simbología</b></p> <p>□ Límite del predio</p> <p><b>Cuencas Hidrológicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Cuenca Bahía de Chetumal y otras</li> <li>■ Cuenca Cerrada</li> <li>■ Cuenca Quintana Roo</li> <li>■ Cuenca Yucatan</li> </ul>	<p>Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33</p> <p>Fuente: SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. En: <i>Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo</i>, INEGI-Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002</p> <p><b>Elaboró:</b> Biol. Luis A. Guillermo García</p> <p><b>Fecha:</b> Marzo, 2015</p> <p>Datum Horizontal..... WGS84</p> <p>Proyección..... U.T.M.</p> <p>Zona UTM..... 16 N</p>
--	--

### 2.1.5. Representación gráfica local

La poligonal del predio donde se pretende llevar a cabo las obras correspondientes al proyecto “Graza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II”, se muestra en la siguiente imagen, así como sus dimensiones:



### 2.1.6. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El predio donde se pretende ejecutar el proyecto está en breña y aunque presenta afectaciones antropogénicas no está urbanizado. No obstante que se ubica fuera del Centro de Población de Playa del Carmen, gracias a su colindancia con la Carretera Federal 307, en su tramo municipalizado a favor del Ayuntamiento de Solidaridad, cuenta con algunos servicios urbanos disponibles a pie de lote, tales como vía de acceso pavimentada, energía eléctrica, telefonía y servicio de recoja de residuos; sin embargo, para la adecuada operación del proyecto que se pretende será necesario dotar al predio de una fuente de abasto de agua potable, las redes internas de

distribución hidráulica, drenaje sanitario, eléctrica, telefonía, voz y datos, así como la infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y vías internas de comunicación. Estas obras complementarias serán construidas y operadas por las promoventes, durante la vida útil del proyecto.

### **2.1.7. Inversión requerida**

La inversión estimada para la construcción del proyecto es de aproximadamente \$1,000'000,000.00 (son mil millones de pesos M.N. 00/100).

### **2.1.8. Empleos Generados**

Se estima que durante las etapas de construcción y operación del proyecto se generen numerosos empleos que serán un importante impulso a la economía de la región, misma que se basa en la industria turística. Las estimaciones rondan los 700 empleos directos, considerando los diferentes oficios que se requieren para la puesta en marcha de un proyecto de este tipo, así como 2,100 empleos indirectos, tomando en consideración que en este tipo de proyectos, la razón entre empleos directos e indirectos es de 3 a 1.

## **2.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO**

### **2.2.1. Dimensiones del proyecto**

El predio donde se pretende realizar el proyecto denominado Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II, de acuerdo con la escritura número 76,542, tiene una superficie de 152,272.76 m<sup>2</sup>.

Las obras que se proyectan, incluyendo las techadas y no techadas, así como áreas verdes ajardinadas, se desplantarán sobre una superficie de 42,857.52 m<sup>2</sup>, por lo que el coeficiente de modificación del suelo será de 0.28 (42,857.52 m<sup>2</sup>/152,272.76 m<sup>2</sup>).

En el siguiente cuadro se desglosa la superficie de cada una de las obras proyectadas distinguiéndolas entre obras techadas (edificios) y obras a cielo abierto, sin techar (obra exterior), incluyendo áreas verdes ajardinadas. Las obras techadas ocuparán 17,597.56 m<sup>2</sup> de desplante por lo que el coeficiente de ocupación del suelo (COS) es de 11.57% (17,597.56 m<sup>2</sup> x 100/152,272.76 m<sup>2</sup>). La superficie de construcción se estima en 95,324.57 m<sup>2</sup> por lo que el coeficiente de uso del suelo (CUS) en esta etapa es 0.63 (95,324.57 m<sup>2</sup>/152,272.76 m<sup>2</sup>). Las obras a cielo abierto que conformarán áreas

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

recreativas, que incluyen albercas, asoleaderos, andadores, terrazas, jardineras; así como vialidades, patios, estacionamientos, etc., ocuparán una superficie de 25,259.96 m<sup>2</sup> que representan 16.59% de la superficie del predio.

Destino	Concepto	Detalle obra	Superficie de desplante (m <sup>2</sup> )		Sumas	Superficie de construcción		
			Techada	No techada		Niveles	(m <sup>2</sup> )	
Condohotel playa	Edificios	2 edificios	8,987.60		21,414.33	8	71,899.20	
	Obra exterior	Albercas		1,796.34				
		Andadores		1,781.30				
		Decks pergolados		461.18				
		Terrazas y asoleaderos		2,321.17				
		Espejos de agua		210.65				
		Servicios		47.30				
		Vialidad (motor lobby)		2,557.11				
		Áreas verdes jardinadas		3,251.88				
	subtotal		8,987.60	12,426.93				71,899.20
Condohotel selva	Edificios	2 edificios	1,976.66		2,806.75	8	11,859.96	
	Obra exterior	Andadores y accesos		154.01				
		Vialidad interna		653.84				
		Equipamiento		22.24				
	subtotal		1,976.66	830.09				11,859.96
Servicios A&B	Edificios	2 restaurantes	1,984.87		2,177.74	2	3,969.74	
	Obra exterior	Terrazas		192.87				
	subtotal		1,984.87	192.87				3,969.74
Servicios Salud (Spa)	Edificios	Cabinas y recepción	221.87		1,101.31	1	221.87	
		Sanitario	5.64			1	5.64	
		Cuarto de máquinas	18.28			1	18.28	
	Obra exterior	Tinas hidromasaje		32.27				
		Espejos de agua		195.95				
		Terrazas		187.87				
		Decks pergolados		103.31				
		Andadores		335.01				
		Áreas verdes jardinadas		1.01				
		subtotal		245.80		855.51		
Obra complementaria	Edificios	Edificio de apoyo	1,680.20			2	3,360.40	
		Edificio sala de ventas	1,267.04			2	2,534.08	
		Caseta de seguridad	62.16			1	62.16	
		Planta desaladora	187.65			1	187.65	
		Planta de tratamiento	916.23			1	916.23	

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Destino	Concepto	Detalle obra	Superficie de desplante (m <sup>2</sup> )		Sumas	Superficie de construcción	
			Techada	No techada		Niveles	(m <sup>2</sup> )
		Equipamiento	289.35			1	289.35
	Obra exterior	Vialidad principal		5,908.70			
		Estacionamiento		233.38			
		Patio de servicio		294.57			
		Banquetas y andadores		1,474.75			
		Áreas verdes jardinadas		3,093.31			
	subtotal		4,402.63	10,954.55	15,357.18		7,349.87

Aprovechamiento	17,597.56	25,259.96	42,857.52		95,324.57
	11.57%	16.59%	28.15%		0.63

Para la ejecución del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II, además de los 42,857.52 m<sup>2</sup> necesarios para el desplante de las obras, se consideró una superficie adicional de aprovechamiento que corresponde a las áreas adyacentes al condohotel, spa y restaurantes proyectados en la zona de selva, que se incorporarán al proyecto como parte del paisaje y en donde podría tener lugar la remoción parcial de la vegetación durante las etapas de desarrollo y operación del proyecto. Así, la superficie de aprovechamiento total se calculó en 53,289.61 m<sup>2</sup> o 5.33 hectáreas, equivalentes a 35.00% de la superficie del predio. De este total de aprovechamiento, el polígono correspondiente al condohotel playa con una superficie de 2.192 hectáreas, se encuentra desprovisto de vegetación, por lo que para la ejecución del proyecto sólo se solicita el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, de tres polígonos con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, que en conjunto suman 3.138 hectáreas.

De lo anterior se desprende que la superficie del predio que no será afectada es de 98,983.15 m<sup>2</sup> o 9.9 hectáreas, equivalentes a 65.00% de la superficie del predio. De esta superficie 98,096.72 m<sup>2</sup> presenta algún tipo de vegetación, por lo que corresponde a las áreas de conservación y 886.43 m<sup>2</sup> son áreas desprovistas de vegetación por causas antropogénicas que serán restauradas.

### 2.2.2. Preparación del sitio

Enseguida se describe la forma en que se ejecutará el cambio de uso de suelo, incluyendo las acciones previas a la remoción de la vegetación, así como la descripción de las obras que se pretende llevar a cabo.

▸ **Aviso de inicio de actividades**

Se dará aviso a las autoridades ambientales del inicio de las actividades de cambio de uso de suelo contempladas para el desarrollo del proyecto.

▸ **Trazo y delimitación de las áreas de aprovechamiento**

Se efectuará el trazo, delimitación y marcaje de las áreas destinadas a desmontar a través del método de levantamiento directo denominado Geodésico o Topográfico, el cual consiste en el levantamiento geodésico y/o topográfico que comprende una serie de medidas efectuadas en campo, cuyo propósito final es determinar las coordenadas geográficas o geodésicas de puntos situados sobre la superficie terrestre.

Esta actividad implica la medición con apoyo en satélites, mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y procedimientos tradicionales tales como: poligonación, triangulación, trilateración, radiación o la combinación de éstos con equipos de medición de alta precisión. El levantamiento topográfico se sujetará a las normas técnicas emitidas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática para levantamientos geodésicos.

▸ **Rescate de flora silvestre**

Las acciones previas a la remoción de la cobertura vegetal incluyen el rescate selectivo de flora nativa al interior de las áreas de remoción vegetal; ahuyentar o rescatar la fauna silvestre de las áreas de intervención; delimitación física de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo; y marcar árboles y palmas susceptibles de ser conservados en pie al interior de las áreas de aprovechamiento que se incorporarán al desarrollo como áreas ajardinadas.

Rescate selectivo de flora nativa. De manera previa a la remoción de la cobertura vegetal en las áreas de aprovechamiento donde existe vegetación, se llevará a cabo un rescate selectivo de flora nativa cuyas estrategias, métodos y técnicas de rescate, así como programación de ejecución, están determinadas y precisadas en el Programa de rescate selectivo de flora silvestre y reubicación del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II (anexo).

Considerando, con base en el inventario forestal que se estimaron en promedio 477 individuos por hectárea de las especies arbóreas, 5,633 individuos por hectárea de las especies arbustivas y 1,533 registradas de especies herbáceas, lo que hace un total de 7,643 individuos totales por hectárea contabilizando todos los estratos del ecosistema

de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, que ocupa 3.138 hectáreas de la superficie de cambio de uso de suelo; se anticipa que las obras proyectadas afectarían un total 33,636.84 ejemplares totales; por tanto la cantidad de ejemplares a rescatar considerada en el programa de rescate es de 4,973, pertenecientes a las especies registradas en el ecosistema de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea.

Las plantas que se rescaten se trasladarán a un vivero provisional en el que se garanticen las condiciones mínimas de desarrollo de las plantas. Posteriormente, las plantas rescatadas se reintroducirán en las áreas verdes ajardinadas del proyecto o se utilizarán en trabajos de restauración de áreas degradadas dentro del predio.

#### **▸ Rescate de fauna silvestre**

Esta actividad se basa en el Programa de Rescate de Fauna Silvestre propuesto para el proyecto, en donde se describe cada una de las actividades implicadas en el rescate.

Acciones para ahuyentar o rescatar la fauna silvestre. De manera previa a la remoción de la cobertura vegetal se llevarán a cabo acciones para ahuyentar la fauna silvestre presente en las áreas a afectar, así como para rescatar aquella de lento desplazamiento incapaz de salir por sus propios medios de las áreas de intervención. Las estrategias, métodos y técnicas de para ahuyentar la fauna o rescatarla están determinadas y precisadas en el Programa de preservación de fauna silvestre del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II (anexo).

En síntesis, en este programa se determina las técnicas que pueden ser utilizadas para el ahuyentamiento de la fauna presente en el predio, la cual puede ser mediante estímulos auditivos, sombras o estímulos químicos o mecánicos, de esta manera el que las comunidades de aves, mamíferos y reptiles migren hacia otros lugares. Aunado a esto se incorporan los métodos de rescate para aquellos ejemplares que pudieran quedar en el predio pese a la implementación de las técnicas de ahuyentamiento, así como el monitoreo a seguir durante la implementación del programa.

#### **▸ Vivero provisional**

Para acopiar y resguardar las plantas provenientes de las áreas que se pretenden desmontar, se establecerá un vivero provisional. En este sitio se realizará también el acopio de suelo y material triturado que se obtenga de las áreas de desmonte para ser reutilizados en los sitios que se dispongan para tal fin. Para la operación y

mantenimiento del vivero, se empleará personal que laborará en el mismo de manera permanente hasta concluir las actividades de cambio de uso de suelo.

#### ► **Desmante del sitio**

El desmante y despalle de las áreas de aprovechamiento que se autoricen, se hará con maquinaria pesada que incluye tractor traccab, retroexcavadora y mini cargadores; así como equipo de mano que incluye motosierras, machetes y hachas. Esta acción se hará de manera posterior a la delimitación física del área sujeta a cambio de uso del suelo forestal y deberá realizarse siguiendo las siguientes recomendaciones:

1. El derribo del arbolado se hará únicamente hacia el interior de las áreas autorizadas para su aprovechamiento.
2. El material vegetal resultante del desmante se apilará exclusivamente al interior de las áreas autorizadas para su aprovechamiento.
3. El material vegetal resultante del desmante deberá picarse para aprovecharlo para enriquecer las áreas verdes que se conformarán al interior del predio.
4. Se aprovechará el fuste limpio de las especies maderables cuando los ejemplares tengan al menos 25 cm de diámetro normal. Este aprovechamiento se hará al interior del predio para la conformación de amenidades –banca, juegos infantiles, etc.- o como elementos constructivo de obra a base de madera dura de la región –palapas, sombrillas, puentes-.
5. Se recuperará tanta tierra de monte como sea posible a fin de aprovecharla para enriquecer las áreas verdes que se conformarán al interior del predio y para el mantenimiento de las plantas que se rescaten.
6. Los combustibles, lubricantes y demás hidrocarburos requeridos para la operación del equipo y maquinaria deberán resguardarse sin tener contacto directo con el suelo y en sitios que garanticen la contención de posibles escurrimientos (almacén de combustible). Asimismo, las sustancias riesgosas que se utilicen en la obra deberán resguardarse en condiciones de seguridad, previendo situaciones de las que pueda derivar la contaminación del suelo o el agua (almacén de sustancias riesgosas). Estos almacenes deberán estar identificados y señalizados con rombo indicador de riesgos y las hojas de datos de seguridad de cada una de las sustancias riesgosas almacenadas. Se deberá contar con extinguidor a no más de 20 m de las áreas de almacenamiento. El personal de seguridad deberá contar con los números de emergencia de la autoridad civil e instituciones que prestan atención a emergencias, así como un

- protocolo para la atención de emergencias. El personal de seguridad deberá estar capacitado en el uso de extintores y para brindar los primeros auxilios.
7. La carga de combustible del equipo y maquinaria que se emplee en el proceso deberá ejecutarse evitando derrames, con el uso de despachadores de combustible. Deberá contarse con un kit de recuperación de escurrimientos para que, en caso de derrame, se recupere completamente el producto derramado. El producto recuperado deberá tratarse como un residuo peligroso.
  8. El equipo y maquinaria que se emplee deberá estar en buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la contaminación a la atmósfera y prevenir afectaciones al suelo.
  9. En caso de tener que llevar a cabo reparaciones del equipo o maquinaria, se utilizarán cubiertas plásticas que aseguren la contención de posibles escurrimientos de sustancias contaminantes al suelo.
  10. En todo momento los trabajadores deberán contar con acceso a sanitarios a no más de 200 m del frente de trabajo, por lo que habrán de colocarse baños portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores como máximo. El arrendamiento de los sanitarios deberá hacerse a empresas que cuenten con la debida autorización municipal a fin de asegurar la adecuada disposición de los residuos sanitarios.
  11. Los campamentos de obra que llegaran a habilitarse deberán estar conectados a fosa séptica prefabricada para el manejo de las aguas negras que se generen. La disposición de las aguas residuales se hará a través de prestadores de servicio autorizados por las autoridades municipales y estatales, a fin de asegurar la no contaminación del ambiente. Se llevará registro de la disposición de aguas residuales.
  12. Para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que se generen, se seguirán los lineamientos y estrategias vertidos en el Plan de manejo de residuos del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II (anexo).

### ▸ **Despalme**

El despalme del terreno consiste en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de edificios. El espesor de la capa a despalmar por lo general será de 20 cm o el que especifique el proyecto para cada caso. El despalme se ejecutará en terrenos que contengan material tipo I o II.

Material tipo I. Son los materiales fácilmente excavables con pala de mano y sin necesidad de emplear zapapico, aunque esto se use para aumentar los rendimientos.

También los que son fácilmente excavables con equipo mecánico ligero, como draga de arrastre, cargador frontal o retroexcavadora montados en tractores de orugas con cuchillas angulables o arado desgarrador para aflojar el material.

Material tipo II. Son los materiales de dureza y contextura tal que no pueden ser económicamente atacados con solo el empleo de pala de mano, pero sí lo son con ayuda de zapapico; con equipo mecánico sin el uso previo de explosivos.

El despalme desalojará vegetación herbácea, la tierra y piedras del sustrato en las áreas de aprovechamiento. Esto se realizará con herramientas manuales, mecánicas e hidráulicas, hasta la profundidad de aproximadamente que requieran los cimientos de la casa, desalojando la capa superficial del terreno natural, de esta manera se elimina el material que se considere inadecuado.

El retiro de la tierra vegetal consistirá en extraer toda la capa de la misma que contenga material orgánico. El suelo resultante del despalme será rescatado y resguardado dentro de las áreas de aprovechamiento para su uso posterior en la nivelación del terreno.

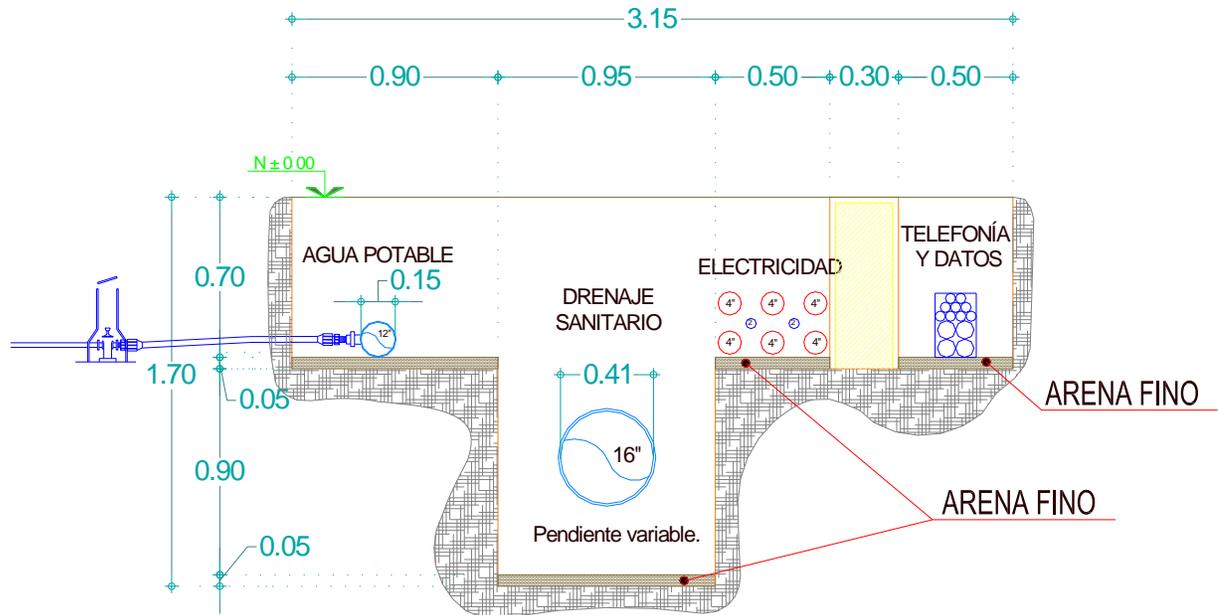
### **2.2.3. Urbanización**

Las obras de urbanización se ejecutarán al interior de la superficie de aprovechamiento que se solicita, por lo que no implican el incremento de la superficie de cambio de uso del suelo.

Ya con el terreno desmontado y despalmado se iniciará la excavación de las trincheras necesarias para la introducción de las líneas de distribución de agua potable, drenaje sanitario, electricidad, telefonía y datos. Las excavaciones se harán con el concurso de zanjadoras de disco y retroexcavadoras hasta la profundidad de 1.70 m en su sección más profunda y de 70 cm en su sección menos profunda. El ancho de las trincheras principales será de 3.15 m, mientras que los ramales tendrán dimensiones menores, según necesidad de obra. Una vez abierta la zanja se procede a la estabilización del fondo mediante la colocación de una capa de arena fina, de 5 cm de espesor, compactada al 95% proctor, a fin de minimizar el riesgo de deformaciones del terreno y el daño consecuente a la instalación subterránea que se proyecta. Dicha acción se hará con material de banco obtenido de bancos de material pétreo autorizados en el Municipio de Solidaridad. El agua cruda se obtendrá en la localidad de Playa del Carmen y se transportará en pipas hasta el predio, según necesidad. La compactación se hará con bailarina.

Las trincheras principales llevarán un murete entre la sección que llevará las líneas eléctricas y la destinada a telefonía y datos. Así mismo, se construirán alrededor de 100 registros eléctricos y de telefonía conforme a las especificaciones técnicas y urbanas correspondientes, dictadas por la Comisión Federal de Electricidad y Teléfonos de México.

Terminada la preparación de la trinchera se procede a la colocación de los diferentes ductos conforme a las normas particulares de construcción y finalmente se entierran utilizando material de banco compactado al 90 % proctor. Dicha acción se hará con material "B" cribado obtenido del producto de la excavación. El agua cruda se obtendrá en la localidad de Playa del Carmen y se transportará en pipas hasta el predio, según necesidad. La compactación se hará con bailarina.



## TRINCHERA

SECCION TIPICA          ESC. 1:2  
UBICADA DEBAJO DE LA VIALIDAD

Abasto de agua potable y red de distribución. Para el abasto de agua potable se proyecta la construcción de un sistema de desalación diseñado para producir hasta 1,499 m<sup>3</sup>/día de agua permeada con una calidad menor de 300 mg/l, mediante el proceso de osmosis inversa, aunque para la operación normal del proyecto se estima una demanda diaria del orden de 1,200 m<sup>3</sup>. La fuente de agua de alimentación se considera agua de pozo con una salinidad máxima de 36,000 mg/l de sólidos disueltos

totales a una temperatura de 25° C que se obtendrá del subsuelo, a 30 m de profundidad, previa obtención de la autorización respectiva de la SEMARNAT y de la CONAGUA.

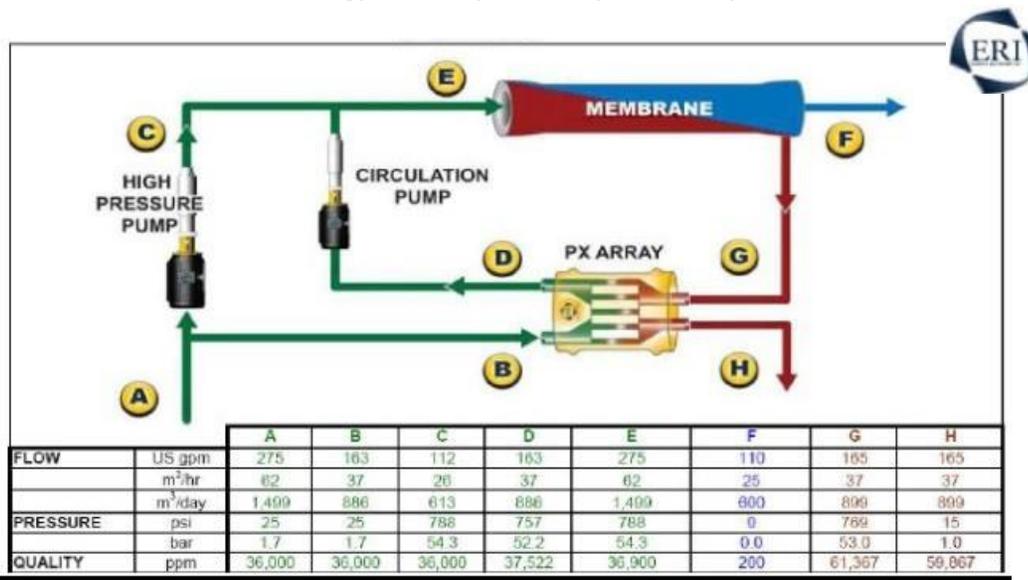
El sistema contará con equipo de pretratamiento, el cual consiste en una unidad de filtración de partículas compuesta de filtros de multimedia y un tratamiento químico el cual está compuesto de una bomba dosificadora de anti incrustante con su respectivo tanque y sensor de bajo nivel. El equipo de osmosis inversa en sí, contará con un filtro de cartuchos de 5 micrones, una bomba centrífuga multi etapas de acero dúplex, un recuperador de energía tipo ERI, un sistema de membranas que incluye porta membranas para membranas de 8", todos los instrumentos de Signet, un PLC con pantalla "touch screen", las válvulas y tuberías necesarias para operar el equipo. Además, incluirá un sistema de lavado químico de membranas el cual estará compuesto por un estanque de polietileno de 500 galones, una bomba de lavado, sensores de nivel para el llenado del estanque, todas las válvulas y tuberías, para hacer los lavados químicos.

Los parámetros de operación de la planta son los siguientes:

- Caudal de alimentación: 17.36 lps.
- Caudal de producto: 12.15 lps.
- Caudal de rechazo: 5.21 lps.
- Presión de operación: 25 psi.
- pH de alimentación: de diseño: 7.9.
- Recuperación (eficiencia): 70%.
- Temperatura de diseño: 25 °C.
- Flux promedio GFD: 9.4.

Enseguida se ilustra el proceso de desalación del agua salobre que se pretende aprovechar para el abasto de agua a las obras proyectadas.

PX® Energy Recovery Device System Analysis



La extracción del agua que se requiere es posible y no compromete la cantidad de agua disponible en la región de acuerdo con el estudio geohidrológico realizado (anexo), ya que se tiene una buena capacidad de aporte de agua subterránea en el predio, del orden de 20 lps o 1,728 m<sup>3</sup>/día, de calidad salobre entre 7,500 y 10,000 ppm de sólidos disueltos totales; ubicándose el área recomendable para la perforación de los dos pozos de aprovechamiento proyectados a una profundidad de 30 m en los primeros 20 m de la sección noroeste del predio, en su colindancia con la carretera federal 307; mientras que los dos pozos de rechazo o descarga previstos deben contar con una profundidad de 100 m, siendo la mejor ubicación para su localización una franja de 50 m de ancho ubicada en la parte más baja del terreno libre de procesos de anegación, fuera de los límites de la vegetación de manglar y de selva baja perennifolia que se desarrollan sobre terrenos inundables.

La distribución del agua será subterránea, en una trinchera de servicios que correrá a un costado de la vialidad interna propuesta, de tal suerte que no incrementará la superficie de afectación dentro del predio y facilitará el mantenimiento y operación de la red. Para la red hidráulica se utilizará tubería de PVC hidráulico de 12", con salidas de conexión mediante tubería de plástico de diámetro variable, según necesidad de suministro.

Durante la construcción de los pozos se observarán las especificaciones establecidas en el numeral 6.2 de la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos, mismos que a continuación se indican.

El área de protección entre el sitio seleccionado para construir un pozo y las fuentes potenciales de contaminación existentes que no pueden ser suprimidas, tendrá un radio mínimo de 30 m con respecto al pozo.

Las fuentes de contaminación son las siguientes (esta lista no es limitativa, sino que depende de lo que, para situaciones y condiciones particulares, la Comisión considere necesarias):

- Alcantarillado sanitario
- Campos de percolación - Canales de aguas residuales
- Cloacas
- Depósitos de jales
- Fosas sépticas
- Gasolineras y depósitos de hidrocarburos
- Lechos de absorción
- Letrinas
- Pozos abandonados no sellados
- Pozos de absorción
- Puntos de descarga de aguas residuales de uso industrial
- Rellenos sanitarios
- Ríos y cauces con aguas residuales provenientes de los usos definidos en los puntos 4.31 a 4.39
- Rastros y establos

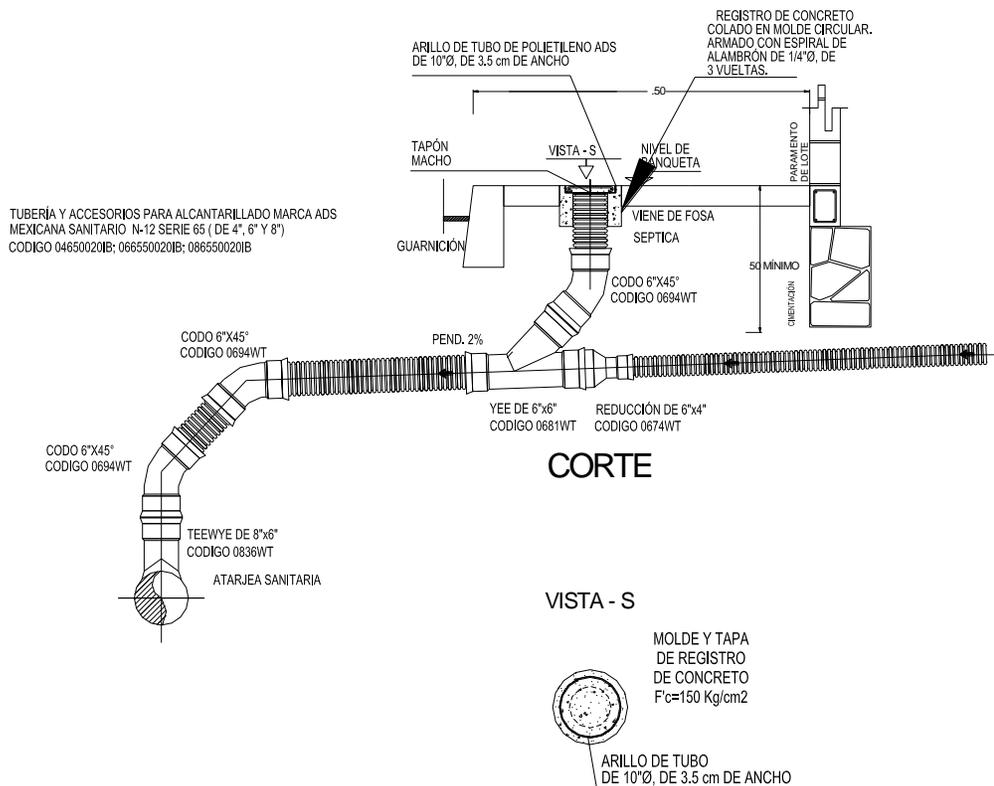
El radio mínimo podrá ser modificado por la Comisión o por la autoridad local competente, a través de la disposición legal o reglamentaria aplicable, con base en un estudio específico del sitio que considere la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación y la extensión de su área de influencia, para diferentes tiempos.

Cuando no sea posible cumplir el radio mínimo especificado en la presente Norma o en la disposición local reglamentaria, el concesionario o asignatario deberá presentar a la Comisión el diseño que propone, para evitar la contaminación del acuífero, basado en estudios hidrogeológicos.

Red de drenaje sanitario y tratamiento de agua. A fin de garantizar la no contaminación del suelo, subsuelo y acuífero que corre bajo el predio, ni provocar afectación al paisaje o la flora y fauna silvestres, las promoventes han previsto la construcción, a su coste, de una red de drenaje sanitario y una planta de tratamiento de aguas residuales. La red de drenaje sanitario correrá dentro de la trinchera de servicios como se observa en la

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

imagen respectiva. Incluye tuberías colectoras de 150 a 190 mm de diámetro, la construcción de ocho cárcamos de rebombeo, pozos de visita prefabricados con paredes y campana de 10 cm de espesor, de concreto F'C = 150 Kg/cm<sup>2</sup> y registros a cada 70 m conforme a la normatividad dictada por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Gobierno del Estado de Quintana Roo y finalmente la conexión a la planta de tratamiento de aguas residuales. En la imagen siguiente se ilustra el detalle de la obra de un registro de descarga sanitaria como el que se prevé para las edificios de departamentos proyectados en la zona de selva.



Aun considerando que el suministro diario de agua a las obras proyectadas será del orden de 1,200 m<sup>3</sup> y que hasta un 80% de este volumen se convertirá en aguas residuales, se ha previsto la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para el tratamiento de hasta 1,225 m<sup>3</sup> diarios (14.18 lps), lo que permitirá hacer frente a cualquier exceso en la avenida de aguas residuales. Además, la planta tendrá capacidad para almacenar hasta tres veces su capacidad de tratamiento a fin de tener agua de reserva que pueda ser utilizada para riego o el combate de algún incendio.

El sistema constará de un tratamiento biológico a lodos activos compuesto por una primera fase acumulación, a partir de la que las aguas se envían de manera

homogénea a la fase de oxidación biológica, que lleva a cabo la eliminación de la contaminación orgánica y la nitrificación. Una fase de sedimentación final alcanza la separación de los lodos y su recirculación a la fase de oxidación. El tratamiento termina con una fase terciaria de desinfección por medio de cloración y filtración en presión sobre capas de cuarcita y carbono activo, para alcanzar un nivel de depuración que permita reutilizar las aguas tratadas para el riego de zonas verdes, reutilización en sanitarios, lavado de pisos o situaciones similares. Los objetivos que se persiguen con el tratamiento biológico son la coagulación y eliminación de sólidos coloidales no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica.

La expresión de tratamiento secundario se refiere a todos los procesos de tratamiento biológico de las aguas residuales tanto aerobios como anaerobios. El proceso de lodos activados ha sido utilizado para el tratamiento de las aguas residuales tanto industriales como urbanas desde hace más un siglo. El diseño de las plantas de lodos activados se llevó a cabo fundamentalmente de una forma empírica. Sólo al comienzo de los años sesenta se desarrolló una solución más racional para el diseño del sistema de lodos activados. Este proceso nació de la observación realizada hace mucho tiempo de que si cualquier agua residual, urbana o industrial, se somete a la aireación durante un período de tiempo se reduce su contenido de materia orgánica, formándose a la vez un lodo floculento.

El examen microscópico de este lodo revela que está formado por una población heterogénea de microorganismos, que cambian continuamente en función de las variaciones de la composición de las aguas residuales y de las condiciones ambientales. Los microorganismos presentes son las bacterias unicelulares, hongos, algas, protozoos y rotíferos. De estos, las bacterias son probablemente las más importantes, encontrándose en todos los tipos de procesos del tratamiento biológico.

El proceso de lodos activados se ha desarrollado como una operación continua mediante reciclado de lodo biológico. Para que el proceso de lodos activos funcione adecuadamente, los sólidos suspendidos volátiles en licor mezclado (MLVSS) del efluente del reactor deben separarse rápidamente en el clarificador secundario. El sistema mencionado presenta muchas ventajas, las principales son eficiencia en eliminación de la carga contaminante orgánica, compactibilidad del sistema, simplicidad en operación y mantenimiento, versatilidad.

Por otra parte, la desinfección mediante cloración no representa un riesgo ambiental en el sitio del proyecto. El cloro representa el agente desinfectante más difundido a nivel mundial. En la planta propuesta el agente usado como desinfectante será el hipoclorito

sódico. La razón de usar el mismo entre los diferentes compuesto del cloro es que con el uso de hipoclorito sódico se evitan los problemas debidos a el transporte y almacenamiento, pues el mismo viene generalmente suministrado en forma líquida y generalmente contiene un porcentaje de cloro disponible del orden de 12.5 al 17%.

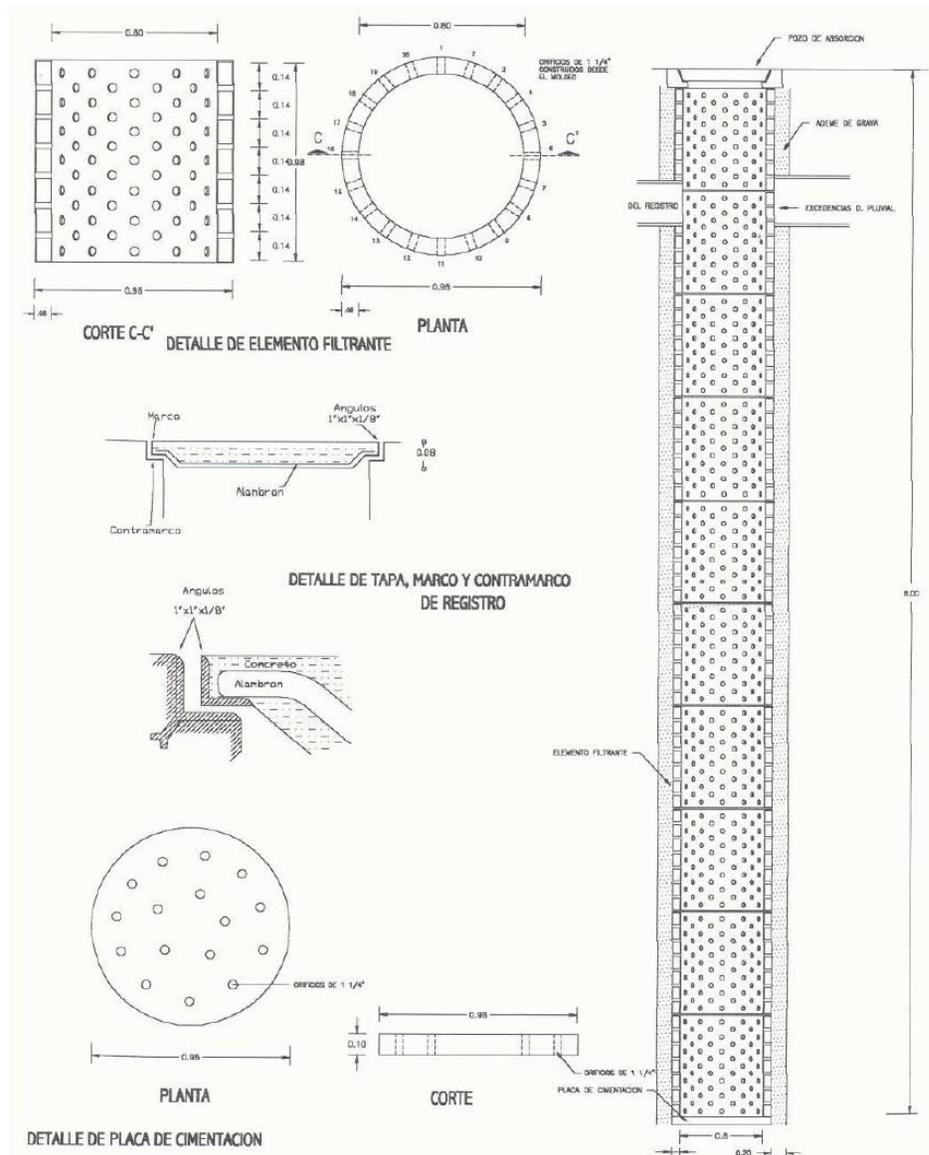
La cloración es uno de los métodos más comúnmente utilizados para la destrucción de los organismos patógenos y otros organismos perjudiciales que puedan poner en peligro la salud humana. Sin embargo, como algunos de los compuestos orgánicos presentes en el agua residual pueden causar interferencias en el proceso de cloración y muchos de estos compuestos pueden reaccionar con el cloro para formar compuestos tóxicos, que pueden tener efectos adversos a largo plazo sobre los sitios donde las aguas tratadas se descargan, a fin de minimizar los efectos de esta toxicidad potencial del cloro residual sobre el medio ambiente, se ha considerado necesario desclorar el agua residual previamente clorada haciendo reaccionar el cloro residual con agentes reductores como el bióxido de azufre o el bisulfito de sodio o mediante absorción sobre carbono activo.

Finalmente, de conformidad con las recomendaciones incluidas en el estudio geohidrológico realizado, los dos pozos de inyección de aguas residuales que se proponen –donde eventualmente podrán verterse los excedentes que no se lleguen a utilizar para riego u otros usos potenciales del efluente, previa obtención de la autorización respectiva de la CONAGUA- se perforarán a 100 m de profundidad con la zona de descarga en los últimos 25 m, sellando la parte superior con lechada de cemento retenida en una camisa de lona o cama de gravilla y arena para evitar que el agua depositada a esa profundidad suba por el espacio anular que quedará entre el tubo de ademe de PVC y la pared de perforación. Sellando de esta manera se evitará que el agua tratada afecte localmente los flujos superiores de descarga que se localizan por debajo de 12 m en la línea de costa. Los pozos se perforarán en el patio de servicio junto a la planta de tratamiento que se ubicará en el edificio de servicio proyectado.

**Red de drenaje pluvial.** En la sección más costera del terreno, donde se proyecta la construcción del condohotel y su obra complementaria, será necesaria la construcción de una red de drenaje pluvial que contará con 35 pozos a los que se conectarán alrededor de 90 registros mediante un sistema de ductos. Los pozos serán construidos conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007 que es aplicable en todo el territorio nacional a las personas que ejecuten obras o actividades para la infiltración mediante disposición de aguas pluviales y escurrimientos superficiales al suelo y subsuelo en obras o conjunto de obras que tengan una capacidad mayor a 60

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

litros por segundo. La boca de los pozos será de 40 cm de diámetro y estará localizada a 1.0 m debajo del nivel del suelo. La profundidad de los pozos será de 30 a 35 m, conforme a los resultados del estudio geohidrológico del predio (anexo). El detalle de obra se aprecia en la siguiente figura.



### 2.2.4. Construcción

Una vez ejecutadas las acciones preparatorias se dará inicio a las actividades de construcción de las obras y edificaciones que incluye el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II, que se ejecutarán según cronograma de obra, conforme a las descripciones que se incluyen.

#### 2.2.4.1. Edificación del condohotel en zona de playa

El condohotel que se ubicará en la zona costera de la propiedad, la cual carece actualmente de vegetación, estará conformado por dos edificios de ocho niveles, denominados A y B, ubicados frente al mar, en los que se distribuirán 126 departamentos de tres recámaras cada uno, con operación hotelera, con el siguiente arreglo, 26 departamentos en el nivel 4, 25 departamentos en cada uno de los niveles 5 a 7 y 25 departamentos en el nivel 8. Adicionalmente, en el nivel 1 se habilitarán cuartos de máquinas, cuarto de calderas, cisternas, así como áreas operativas –talleres de mantenimiento, sala de capacitación, oficinas diversas, bodegas, almacenes, comedor de colaboradores, vestidores y sanitarios del personal-; en los niveles 2 y 3 se establecerá la recepción, el gimnasio, seis restaurantes y bares y otras amenidades para uso de los huéspedes e inquilinos. Se presentan como anexos electrónicos (consultar CD-R) el conjunto de planos arquitectónicos, por nivel, de los edificios proyectados.

El edificio A ocupará una huella de desplante, en planta baja, de 1,690.90 m<sup>2</sup> y albergará entre los niveles 4 al 6 un total de 8 departamentos, modelo 1, de 291.5 m<sup>2</sup> de área útil, cuya distribución interna incluye acceso, living, comedor, cocina, un baño completo en área común, cuarto de servicio, y tres recámaras independientes, con baño y vestidor, cada una con terraza propia con vista al mar. Entre los niveles 7 y 8 contará con dos departamentos de dos plantas cada uno, cuya distribución interna incluye acceso, living, comedor, cocina, un baño completo en área común, cuarto de servicio, y tres recámaras independientes, con baño y vestidor, cada una con terraza propia con vista al mar.

El edificio B ocupará una huella de desplante, en planta baja, de 7,296.50 m<sup>2</sup> y albergará entre los niveles 4 al 8 un total de 1104 departamentos del modelo 2, de 174.8 m<sup>2</sup> de área útil, cuya distribución interna incluye acceso, cocina-desayunador, sala de estar, medio baño en área común, y tres recámaras independientes, con baño y vestidor. En el extremo este del edificio, se proyectan 10 departamentos, modelo 3, de 208.4 m<sup>2</sup> de área útil, cuya distribución interna incluye pasillo de acceso, cocina, comedor, living, medio baño en área común y tres recámaras con baño vestidor.

Se anexa en formato electrónico (consultar CD-R) el plano arquitectónico de cada tipo o modelo de departamento proyectado.



El arranque de obra iniciará con la colocación de los equipos a utilizar para el desempeño de la obra, que serán las grúas torres, la dosificadora de concreto y el montacargas vertical, necesarios para la cimentación de las obras proyectadas.

Debido a las características del terreno se requerirá cimentar los edificios sobre pilas de concreto cuyas características son pilas de concreto de sección cuadrada de 50 X 50 cm, 60 X 60 cm y 70 X 70 cm. Los pilotes mayores de 13 m se realizan en secciones y se sueldan con placa de acero de ½". La hechura de las pilas será in situ. Para el hincado de las mismas primeramente se perforará el suelo empleando maquinaria especializada (Soilmec-R 208 o Soilmec-R 312), luego los pilotes se izan con grúas tipo Link Belt-108 o similar y se hincan mediante el empleo de martillos hidráulicos (Delmag D-32) hasta alcanzar la roca firme localizada entre los 8 y 10 m de profundidad. Tras concluir el hincado se rellena el área de trabajo con escombros, cascajo y material inerte producto del despalme hasta alcanzar el nivel deseado.

Sobre los pilotes se desplantarán las traveses que soportarán la estructura de los edificios. Esta estructura constará principalmente de columnas, muros de carga y losas

hechas de concreto y reforzadas con acero. Como elemento secundario están los muros tapones que serán a base de block prefabricado y adquirido en el comercio local. Todas las losas y muros serán impermeabilizadas manualmente apegándose a las normas y especificaciones que dictará la constructora.

Conjuntamente en la elaboración de la estructura principal de concreto, también se conforman algunas de las instalaciones principales del desarrollo, que serán el aire acondicionado compuesto por la colocación de la tubería pre aislada y de los ductos que inyectan el aire, todo esto elaborado y habilitado en campo, así como también se hacen las instalaciones principales de los ramales, columnas y trincheras de lo que respecta a la instalación hidráulica, pluvial, sanitaria, gas, contra incendios, circuito cerrado, eléctrico, telefonía y datos, y todo lo necesario para la operación correcta del inmueble, conjuntamente se realizarán los trabajos para la instalación del equipo referente a los elevadores, generador de energía para emergencias y equipamiento de las áreas de apoyo.

Como segunda fase de construcción inician los acabados primarios, que se refieren a todos los aplanados que son a base de morteros con arena y de un espesor no mayor a 5 mm, el cual se hace en todos los muros existentes ya sean de block o de concreto, así mismo se colocan en esta fase todos los plafones, ya sea con estructura suspendida o a base de durock, al mismo tiempo se inicia con la colocación de un sobre firme, que comprende de la colocación de un poliestireno de 2" como aislante de ruidos, su malla electro soldada y una capa de mortero de 8 cm, esto es arriba de todas las losas.

Después de terminada la fase anterior, se inician con los acabados secundarios, que comprende iniciar con la colocación de los mármoles en los interiores y cerámicos en los exteriores, así como la colocación de pintura en interiores y exteriores, para después comenzar con la colocación de la carpintería que comprende puertas, closets y los gabinetes en cocinas y baños, así como la cancelería de aluminio en ventanas y baños, al mismo tiempo que también se empiezan a colocar todos los accesorios eléctricos finales como apagadores, contactos, lámparas, ventiladores, focos y luminarias en áreas interiores y exteriores, así como también los accesorios en los baños como son la grifería, tinas, cubiertas de mármol, escusados, mingitorios, lavamanos, etc.

En áreas exteriores también se colocan los acabados que comprenden la terminación de las cúpulas, colocación de teja sujeta pieza por pieza, elaboración de andadores, colocación de los barandales y pérgolas de madera en los balcones, colocación de

techos sobre las terrazas –a base de madera dura de la región y zacate-señalizaciones, área verdes y pruebas de la alberca para su correcto funcionamiento. También se realizarán las obras en azoteas para la conformación de roof gardens en las losas planas.

Y como última parte de la fase de construcción, empieza la colocación de la línea blanca en los departamentos, que comprende la lavadora, secadora, microondas, lavadora de loza, refrigerador y horno, así como sus electrodomésticos. Junto con esto se colocan también las cortinas en las ventanas, y el paquete de amueblado completo y todo lo necesario para la correcta función de los departamentos, para finalmente hacer las pruebas de operación y la entrega a la operadora del inmueble, la cual después se hará responsable de dar mantenimiento a cada área entregada.

Durante la etapa de construcción de las obras vinculadas al condohotel, habrán de tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

Durante la apertura de zanjas y orificios las zanjadoras, retroexcavadoras y perforadoras, han de lanzar los residuos de roca hacia el interior de las áreas desmontadas. Para prevenir la afectación de las áreas con vegetación aledañas a los sitios de trabajo deberá colocarse un tapial que contenga residuos de obra, así como el posible tráfico de personas y maquinaria a las áreas naturales.

Durante la perforación de los sitios de anclaje habrán de tomarse las medidas preventivas necesarias para no contaminar el acuífero, recomendando observar los lineamientos que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996 y el uso de camisas de acero. Los huecos en los sitios de anclaje deberán permanecer abiertos el tiempo mínimo necesario para el hincado de las pilas de concreto y, una vez colocado el pilote, la cavidad excedente se deberá rellenar con material de banco, inerte, libre de residuos y de materiales contaminantes.

La operación de la planta dosificadora de concreto deberá ocurrir con el mínimo impacto sobre el agua, atmósfera, suelo y subsuelo, por lo deberá contar con filtros para minimizar la dispersión de polvos y deberán habilitarse tinas para el lavado del equipo y maquinaria y la contención temporal de las aguas grises, permitiendo su evaporación. Los lodos resultantes deberán disponerse como residuos de manejo especial en sitios autorizados por el Ayuntamiento de Solidaridad.

El material de banco que se requiera habrá de provenir de bancos de explotación de materiales pétreos que cuenten con la autorización debida por el Gobierno del Estado de Quintana Roo.

Los recursos forestales que se requieran deberán provenir de fuentes de aprovechamiento autorizadas y deberán acompañarse de la remisión forestal correspondiente, que ampare su legal procedencia.

Los combustibles, lubricantes y demás hidrocarburos requeridos para la operación del equipo y maquinaria deberán resguardarse sin tener contacto directo con el suelo y en sitios que garanticen la contención de posibles escurrimientos (almacén de combustible). Los sitios de almacenamiento deberán estar identificados y señalizados con rombo indicador de riesgos y las hojas de datos de seguridad de cada una de las sustancias riesgosas almacenadas. Se deberá contar con extinguidor a no más de 20 m de las áreas de almacenamiento. El personal de seguridad deberá contar con los números de emergencia de la autoridad civil e instituciones que prestan atención a emergencias, así como un protocolo para la atención de emergencias. El personal de seguridad deberá estar capacitado en el uso de extintores y para brindar los primeros auxilios.

La carga de combustible del equipo y maquinaria que se emplee en el proceso deberá ejecutarse evitando derrames, con el uso de despachadores de combustible. Deberá contarse con un kit de recuperación de escurrimientos para que, en caso de derrame, se recupere completamente el producto derramado. El producto recuperado deberá tratarse como un residuo peligroso.

El equipo y maquinaria que se emplee deberá estar en buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la contaminación a la atmósfera.

En caso de tener que llevar a cabo reparaciones del equipo o maquinaria se utilizarán cubiertas plásticas que aseguren la contención de posibles escurrimientos de sustancias contaminantes al suelo o al acuífero.

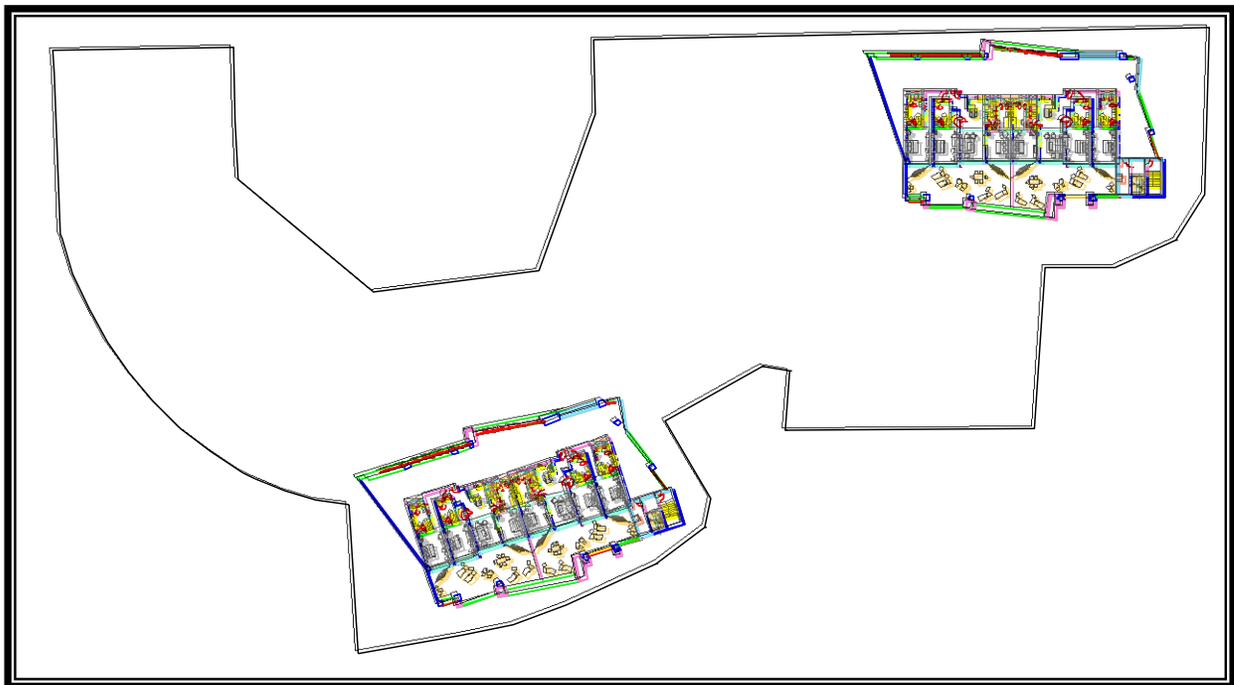
En todo momento los trabajadores deberán contar con acceso a sanitarios a no más de 200 m del frente de trabajo, por lo que habrán de colocarse baños portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores como máximo. El arrendamiento de los sanitarios deberá hacerse a empresas que cuenten con la debida autorización municipal a fin de asegurar la adecuada disposición de los residuos sanitarios.

Los campamentos de obra que llegaran a habilitarse deberán estar conectados a fosa séptica prefabricada para el manejo de las aguas negras que se generen. La disposición de las aguas residuales se hará a través de prestadores de servicio autorizados por las autoridades municipales y estatales, a fin de asegurar la no contaminación del ambiente. Se llevará registro de la disposición de aguas residuales. Para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que se generen, se seguirán los lineamientos y estrategias vertidos en el Plan de manejo de residuos del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II (anexo).

Los trabajos de jardinería y de reforestación deberán ejecutarse de conformidad con los lineamientos establecidos en el Programa de reforestación y jardinería del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II (anexo).

#### **2.2.4.2. Edificación del condohotel en zona de selva**

El proyecto de condohotel en la zona de selva incluye la construcción de un conjunto de 2 edificios de ocho niveles distribuidos a lo largo de una vialidad interna o secundaria que los interconectará. Cada edificio contará con 12 unidades de tres recámaras, lo que nos da un total de 24 unidades por los dos edificios. Cada edificio tendrá una huella de desplante de 988.33 m<sup>2</sup> en planta baja, al interior de los departamentos el espacio útil incluye acceso, cocina, comedor, living o sala de estar, tres recámaras. Se anexa en formato electrónico el plano arquitectónico del departamento tipo proyectado.



*Desplante en zona de selva*

El arranque de obra iniciará con la colocación de los equipos a utilizar para el desempeño de la obra, que serán las grúas torres, la dosificadora de concreto y el montacargas vertical, necesarios para la cimentación de las obras proyectadas.

Debido a las características del terreno se requerirá cimentar los edificios sobre pilas de concreto cuyas características son pilas de concreto de sección cuadrada de 50 X 50 cm, 60 X 60 cm y 70 X 70 cm. Los pilotes mayores de 13 m se realizan en secciones y se sueldan con placa de acero de ½". La hechura de las pilas será in situ. Para el hincado de las mismas primeramente se perforará el suelo empleando maquinaria especializada (Soilmec-R 208 o Soilmec-R 312), luego los pilotes se izan con grúas tipo Link Belt-108 o similar y se hincan mediante el empleo de martillos hidráulicos (Delmag D-32) hasta alcanzar la roca firme localizada entre los 8 y 10 m de profundidad. Tras concluir el hincado se rellena el área de trabajo con escombros, cascajo y material inerte producto del despalme hasta alcanzar el nivel deseado.

Sobre los pilotes se desplantarán las trabes que soportarán la estructura de los edificios. Esta estructura constará principalmente de columnas, muros de carga y losas hechas de concreto y reforzadas con acero. Como elemento secundario están los muros tapones que serán a base de block prefabricado y adquirido en el comercio local. Todas las losas y muros serán impermeabilizadas manualmente apegándose a las normas y especificaciones que dictará la constructora.

Conjuntamente en la elaboración de la estructura principal de concreto, también se conforman algunas de las instalaciones principales del desarrollo, que serán el aire acondicionado compuesto por la colocación de la tubería pre aislada y de los ductos que inyectan el aire, todo esto elaborado y habilitado en campo, así como también se hacen las instalaciones principales de los ramales, columnas y trincheras de lo que respecta a la instalación hidráulica, pluvial, sanitaria, gas, contra incendios, circuito cerrado, eléctrico, telefonía y datos, y todo lo necesario para la operación correcta del inmueble, conjuntamente se realizarán los trabajos para la instalación del equipo referente a los elevadores, generador de energía para emergencias y equipamiento de las áreas de apoyo.

Como segunda fase de construcción inician los acabados primarios, que se refieren a todos los aplanados que son a base de morteros con arena y de un espesor no mayor a 5 mm, el cual se hace en todos los muros existentes ya sean de block o de concreto, así mismo se colocan en esta fase todos los plafones, ya sea con estructura suspendida o a base de durock, al mismo tiempo se inicia con la colocación de un sobre firme, que comprende de la colocación de un poliestireno de 2" como aislante de

ruidos, su malla electro soldada y una capa de mortero de 8 cm, esto es arriba de todas las losas.

Después de terminada la fase anterior, se inician con los acabados secundarios, que comprende iniciar con la colocación de los mármoles en los interiores y cerámicos en los exteriores, así como la colocación de pintura en interiores y exteriores, para después comenzar con la colocación de la carpintería que comprende puertas, closets y los gabinetes en cocinas y baños, así como la cancelería de aluminio en ventanas y baños, al mismo tiempo que también se empiezan a colocar todos los accesorios eléctricos finales como apagadores, contactos, lámparas, ventiladores, focos y luminarias en áreas interiores y exteriores, así como también los accesorios en los baños como son la grifería, tinas, cubiertas de mármol, escusados, mingitorios, lavamanos, etc.

En áreas exteriores también se colocan los acabados que comprenden la terminación de las cúpulas, colocación de teja sujeta pieza por pieza, elaboración de andadores, colocación de los barandales y pérgolas de madera en los balcones, colocación de techos sobre las terrazas –a base de madera dura de la región y zacate-señalizaciones, área verdes y pruebas de la alberca para su correcto funcionamiento. También se realizarán las obras en azoteas para la conformación de roof gardens en las losas planas.

Y como última parte de la fase de construcción, empieza la colocación de la línea blanca en los departamentos, que comprende la lavadora, secadora, microondas, lavadora de loza, refrigerador y horno, así como sus electrodomésticos. Junto con esto se colocan también las cortinas en las ventanas, y el paquete de amueblado completo y todo lo necesario para la correcta función de los departamentos, para finalmente hacer las pruebas de operación y la entrega a la operadora del inmueble, la cual después se hará responsable de dar mantenimiento a cada área entregada.

Durante la etapa de construcción de las obras vinculadas al condohotel, habrán de tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

Durante la apertura de zanjas y orificios las zanjadoras, retroexcavadoras y perforadoras, han de lanzar los residuos de roca hacia el interior de las áreas desmontadas. Para prevenir la afectación de las áreas con vegetación aledañas a los sitios de trabajo deberá colocarse un tapial que contenga residuos de obra, así como el posible tráfico de personas y maquinaria a las áreas naturales.

Durante la perforación de los sitios de anclaje habrán de tomarse las medidas preventivas necesarias para no contaminar el acuífero, recomendando observar los lineamientos que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996 y el uso de camisas de acero. Los huecos en los sitios de anclaje deberán permanecer abiertos el tiempo mínimo necesario para el hincado de las pilas de concreto y, una vez colocado el pilote, la cavidad excedente se deberá rellenar con material de banco, inerte, libre de residuos y de materiales contaminantes.

La operación de la planta dosificadora de concreto deberá ocurrir con el mínimo impacto sobre el agua, atmósfera, suelo y subsuelo, por lo deberá contar con filtros para minimizar la dispersión de polvos y deberán habilitarse tinas para el lavado del equipo y maquinaria y la contención temporal de las aguas grises, permitiendo su evaporación. Los lodos resultantes deberán disponerse como residuos de manejo especial en sitios autorizados por el Ayuntamiento de Solidaridad.

El material de banco que se requiera habrá de provenir de bancos de explotación de materiales pétreos que cuenten con la autorización debida por el Gobierno del Estado de Quintana Roo.

Los recursos forestales que se requieran deberán provenir de fuentes de aprovechamiento autorizadas y deberán acompañarse de la remisión forestal correspondiente, que ampare su legal procedencia.

Los combustibles, lubricantes y demás hidrocarburos requeridos para la operación del equipo y maquinaria deberán resguardarse sin tener contacto directo con el suelo y en sitios que garanticen la contención de posibles escurrimientos (almacén de combustible). Los sitios de almacenamiento deberán estar identificados y señalizados con rombo indicador de riesgos y las hojas de datos de seguridad de cada una de las sustancias riesgosas almacenadas. Se deberá contar con extinguidor a no más de 20 m de las áreas de almacenamiento. El personal de seguridad deberá contar con los números de emergencia de la autoridad civil e instituciones que prestan atención a emergencias, así como un protocolo para la atención de emergencias. El personal de seguridad deberá estar capacitado en el uso de extintores y para brindar los primeros auxilios.

La carga de combustible del equipo y maquinaria que se emplee en el proceso deberá ejecutarse evitando derrames, con el uso de despachadores de combustible. Deberá contarse con un kit de recuperación de escurrimientos para que, en caso de derrame,

se recupere completamente el producto derramado. El producto recuperado deberá tratarse como un residuo peligroso.

El equipo y maquinaria que se emplee deberá estar en buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la contaminación a la atmósfera.

En caso de tener que llevar a cabo reparaciones del equipo o maquinaria se utilizarán cubiertas plásticas que aseguren la contención de posibles escurrimientos de sustancias contaminantes al suelo o al acuífero.

En todo momento los trabajadores deberán contar con acceso a sanitarios a no más de 200 m del frente de trabajo, por lo que habrán de colocarse baños portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores como máximo. El arrendamiento de los sanitarios deberá hacerse a empresas que cuenten con la debida autorización municipal a fin de asegurar la adecuada disposición de los residuos sanitarios.

Los campamentos de obra que llegaran a habilitarse deberán estar conectados a fosa séptica prefabricada para el manejo de las aguas negras que se generen. La disposición de las aguas residuales se hará a través de prestadores de servicio autorizados por las autoridades municipales y estatales, a fin de asegurar la no contaminación del ambiente. Se llevará registro de la disposición de aguas residuales.

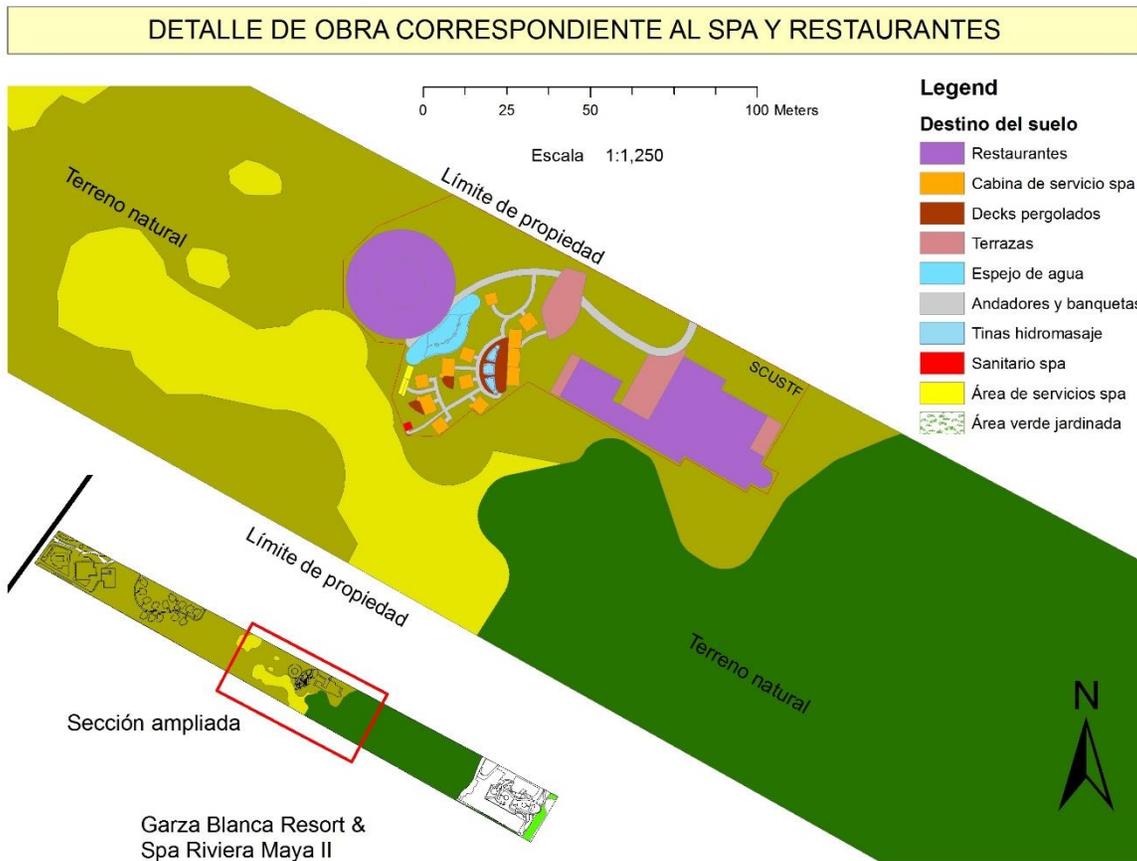
Para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que se generen, se seguirán los lineamientos y estrategias vertidos en el Plan de manejo de residuos del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II (anexo).

Los trabajos de jardinería y de reforestación deberán ejecutarse de conformidad con los lineamientos establecidos en el Programa de reforestación y jardinería del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II (anexo).

#### **2.2.4.3. Edificación de los restaurantes y el Spa**

El proyecto incluye dos restaurantes de especialidades (gourmet), independientes a los que se proyectan al interior del condohotel, mismos que complementarán la oferta gastronómica del proyecto y brindarán servicio tanto interno como externo. Entre los restaurantes se proyecta ubicar un spa, el cual se abrirá entre la vegetación de selva baja subcaducifolia para crear una atmósfera de inmersión total en la naturaleza, y apoyar las terapias de salud que se ofrecerán que incluyen terapias de masaje,

faciales, tratamientos corporales, manicura y pedicura, hidromasajes, aromaterapia, hidroterapia y rituales mayas. Estos inmuebles se proyectan en la parte media del terreno, lo suficientemente cerca del área de distribución de selva baja perennifolia y manglar como para aprovechar el paisaje natural, pero sin afectar la vegetación de estas comunidades.



El restaurante Zamá (amanecer), ofrecerá comida regional mexicana en un edificio circular, de una sola planta, abierto, rematado con una palapa de zacate, cuya huella de desplante es de 845.47 m<sup>2</sup>, incluyendo cocina, bar, área de comensales, pasillos y andadores, sanitarios, así como área de servicio. Este edificio se levantará sobre una losa de concreto  $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$  reforzada con acero  $f'y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ , la cual tendrá acabado en madera y cerámica; la cocina y área operativa contarán con muros de block debidamente junteados, a la par con los castillos armados de concreto  $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ , castillos ahogados, trabes, cerramientos y cadenas de nivelación, así como losa de vigueta y bovedilla y concreto  $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ ; los elementos estructurales estarán reforzados con acero  $f'y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ ; los muros serán a base de block de 15 x 20 x 40 cm con acabados a tres capas (1:2:5, emparche 1:4:12 y

estuco 1:18:9). La estructura se conformará a base de acero estructural al carbono, tipo barra circular o tubular en diámetros variables, según necesidad de obra; con límite de fluencia de 250 megapascales (2,549 Kg/cm<sup>2</sup>), la cual soportará una palizada hecha con madera dura de la región que estará forrada en la parte superior por zacate para formar una estructura tipo palapa. Se adjunta plano de la planta arquitectónica del restaurante.

El restaurante La Casona STK ofrecerá cortes de carne y pescados, con una variedad de ensaladas y amplia cava de vinos, en un edificio de 1,139.40 m<sup>2</sup> más terrazas al aire libre de 42.55 y 58.00 m<sup>2</sup> y área de acceso de 192.87 m<sup>2</sup>, para un total de huella de desplante de 1,432.82 m<sup>2</sup>. El inmueble será de una sola planta e incluirá cocina, bar, área de comensales, área de servicio, cava, sanitarios, pasillos y andadores. Se levantará sobre una losa de concreto f'c = 250 Kg/cm<sup>2</sup> reforzada con acero f'y = 4,200 Kg/cm<sup>2</sup>, con muros de block debidamente junteados, a la par con los castillos armados de concreto f'c = 200 Kg/cm<sup>2</sup>, castillos ahogados, traveses, cerramientos y cadenas de nivelación, excepto en el área de comensales donde se colocarán grandes ventanales de vidrio y aluminio. La losa será de vigueta y bovedilla y concreto f'c = 200 Kg/cm<sup>2</sup>; los elementos estructurales estarán reforzados con acero f'y = 4,200 Kg/cm<sup>2</sup>; los muros serán a base de block de 15 x 20 x 40 cm con acabados a tres capas (1:2:5, emparche 1:4:12 y estuco 1:18:9). Se adjunta plano de la planta arquitectónica del restaurante.

El spa contará con un total de ocho cabinas de tratamientos, dos de ellas para parejas, cuarto de vapor, áreas húmedas compartidas, jacuzzis fríos y calientes, regaderas suizas, vestidores, sanitarios y área de recepción, en una serie de estructuras independientes que se distribuirán entre la vegetación natural, unidos por senderos de 1.20 m de ancho. Además contará con un cuarto de máquinas que alojará los hidroneumáticos, el sistema de bombeo, cuarto eléctrico y bodega. Entre el restaurante Zamá y el spa se construirá un espejo de agua elevado, debajo del cual se alojará una cisterna de agua que asegure el abasto de agua al spa, así como un sistema de filtrado que permita el tratamiento y recirculación del líquido, permitiendo el ahorro del recurso. La planta de conjunto del spa se adjunta al presente en el plano arquitectónico para observar los detalles.

Las diversas obras techadas ocuparán una superficie de 245.80 m<sup>2</sup> y se montarán sobre una losa de concreto f'c = 250 Kg/cm<sup>2</sup> reforzada con acero f'y = 4,200 Kg/cm<sup>2</sup>, con muros de block debidamente junteados, a la par con los castillos armados de concreto f'c = 200 Kg/cm<sup>2</sup>, castillos ahogados, traveses, cerramientos y cadenas de nivelación. Los elementos estructurales estarán reforzados con acero f'y = 4,200 Kg/cm<sup>2</sup>; los muros serán a base de block de 15 x 20 x 40 cm con acabados a tres

capas (1:2:5, emparche 1:4:12 y estuco 1:18:9). Las cabinas llevarán techumbre con estructura de madera dura de la región y forro a base de zacate. El cuarto de máquinas, cisterna y los sanitarios llevarán losa de vigueta y bovedilla y concreto  $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ . La obra exterior ocupará una huella de  $855.51 \text{ m}^2$  en conjunto. Se proyectan terrazas y decks con bases y pérgolas de madera dura de la región, la cual habrá de provenir de fuentes autorizadas. Toda la infraestructura eléctrica, hidráulica y sanitaria será subterránea para privilegiar el paisaje. Los andadores contarán con luminarias con fotocelda solar. La cisterna debajo del espejo de agua tendrá capacidad para hasta  $500 \text{ m}^3$  de agua.

En todos los casos previos, la instalación hidráulica utilizará tubería de PVC hidráulico, mientras que la instalación sanitaria usará tubería de PVC sanitario de 4" y 2" de diámetro, descargando a la red de drenaje propia del proyecto que conducirá primero al cárcamo de rebombeo y luego hacia la planta de tratamiento de aguas residuales. Por otra parte, la instalación eléctrica será hecha a base de poliducto eléctrico, cable thw de calibres 12, 10 y 8 (variables) debidamente aterrizada. Una vez terminados los trabajos de recubrimientos y acabados, se procederá a instalar puertas y ventanas, de madera y aluminio respectivamente; luego se colocará la pintura, al mismo tiempo que también se empiezan a colocar todos los accesorios eléctricos finales como apagadores, contactos, lámparas, ventiladores, focos y luminarias en áreas interiores y exteriores, así como también los accesorios en los baños como son la grifería, tinas, cubiertas de mármol, escusados, mingitorios, lavamanos, etc. y se realizarán las pruebas a las instalaciones. Finalmente, se ejecutará la limpieza general de las edificaciones y de las áreas exteriores, llevando a cabo los trabajos de restauración que sean necesarios a fin de revertir cualquier posible afectación sobre la vegetación o el suelo.

Durante la etapa de construcción de los restaurantes y el spa, habrán de tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

Para prevenir la afectación de las áreas con vegetación aledañas a los sitios de trabajo, deberá colocarse un tapial que contenga residuos de obra, así como el posible tráfico de personas y maquinaria a las áreas naturales. El tapial se ubicará en la brecha perimetral de la superficie de cambio de uso del suelo en terrenos forestales que establezca la cuadrilla de topógrafos con base en la autorización correspondiente.

El material de banco que se requiera habrá de provenir de bancos de explotación de materiales pétreos que cuenten con la autorización debida por el Gobierno del Estado de Quintana Roo.

Los recursos forestales que se requieran deberán provenir de fuentes de aprovechamiento autorizadas y deberán acompañarse de la remisión forestal correspondiente, que ampare su legal procedencia.

Los combustibles, lubricantes y demás hidrocarburos requeridos para la operación del equipo y maquinaria deberán resguardarse sin tener contacto directo con el suelo y en sitios que garanticen la contención de posibles escurrimientos (almacén de combustible). Los sitios de almacenamiento deberán estar identificados y señalizados con rombo indicador de riesgos y las hojas de datos de seguridad de cada una de las sustancias riesgosas almacenadas. Se deberá contar con extinguidor a no más de 20 m de las áreas de almacenamiento. El personal de seguridad deberá contar con los números de emergencia de la autoridad civil e instituciones que prestan atención a emergencias, así como un protocolo para la atención de emergencias. El personal de seguridad deberá estar capacitado en el uso de extintores y para brindar los primeros auxilios.

La carga de combustible del equipo y maquinaria que se emplee en el proceso deberá ejecutarse evitando derrames, con el uso de despachadores de combustible. Deberá contarse con un kit de recuperación de escurrimientos para que, en caso de derrame, se recupere completamente el producto derramado. El producto recuperado deberá tratarse como un residuo peligroso.

El equipo y maquinaria que se emplee deberá estar en buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la contaminación a la atmósfera.

En caso de tener que llevar a cabo reparaciones del equipo o maquinaria se utilizarán cubiertas plásticas que aseguren la contención de posibles escurrimientos de sustancias contaminantes al suelo o al acuífero.

En todo momento los trabajadores deberán contar con acceso a sanitarios a no más de 200 m del frente de trabajo, por lo que habrán de colocarse baños portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores como máximo. El arrendamiento de los sanitarios deberá hacerse a empresas que cuenten con la debida autorización municipal a fin de asegurar la adecuada disposición de los residuos sanitarios.

No se habilitará campamento de obra en esta sección del predio.

Los materiales de obra que requieran ser almacenados en el área de trabajo, así como las bodegas, almacenes y oficinas provisionales de obra, deberán colocarse en áreas de desplante autorizadas salvaguardando en todo momento las áreas naturales.

Para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que se generen, se seguirán los lineamientos y estrategias vertidos en el Plan de manejo de residuos del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II (anexo).

Los trabajos de jardinería y de reforestación deberán ejecutarse de conformidad con los lineamientos establecidos en el Programa de reforestación y jardinería del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II (anexo). Se recomienda el empleo de plantas nativas en las áreas verdes a fin de reducir la demanda de agua de riego durante la etapa de operación y minimizar los costos de mantenimiento de jardines. Las plantas ornamentales que se empleen no deberán ser invasivas de acuerdo con el listado que publica la CONABIO.

### **2.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto**

#### **a) Ingreso al predio**

A fin de permitir el acceso y salida del predio de personas, vehículos, equipos y maquinaria, se realizará la conexión entre el camino de terracería existente en la propiedad y la carretera federal, mediante la conformación de un terraplén a base de sascab compactado al 95% proctor, en la esquina noroeste de la propiedad. Será necesario el retiro de malezas y de residuos sólidos que actualmente se observan frente a la propiedad. Para minimizar riesgo de tránsito vehicular se colocará la señalización que indique la Dirección de Tránsito Municipal y se seguirán las instrucciones que esta autoridad dicte, ya que el tramo carretero frente a la propiedad está municipalizado.

#### **b) Estacionamiento exterior**

Entre el derecho de vía del tramo carretero y la propiedad, se prepararán 15 cajones provisionales de estacionamiento para proveedores y visitantes, mismos que se ubicarán próximos a la esquina suroeste de la propiedad. Para conformar la superficie de rodamiento se tenderá grava, la cual no genera polvos.

#### **c) Caseta de control de acceso 1**

A fin de controlar el acceso y salida del predio de personas, vehículos, equipos y maquinaria se habilitará un único acceso al predio que se ubicará en la colindancia del predio con la carretera federal, a la altura del camino existente dentro de la propiedad. En esta zona se dispondrá una caseta de seguridad que consistirá de un módulo

prefabricado que ocupará a lo mucho 9.0 m<sup>2</sup> de desplante. En esta zona se exhibirá el Reglamento de Obra, Licencias y Permisos de Obra. No será necesaria la remoción de vegetación arbórea.

**d) Camino interior**

Al interior del predio existe un camino de terracería que luego de un corto tramo dobla al norte y se comunica con un camino de terracería en el predio vecino, el cual comunica hasta la zona de playa. Este es el camino que se empleará para suministrar personal, equipo y materiales para el desarrollo de las obras proyectadas en la playa en la zona media del terreno, lo anterior mediante el uso del derecho de paso de servidumbre pactado entre los propietarios y con objeto de minimizar la afectación ambiental en la zona.

Debido a que el camino de terracería es muy angosto al interior de la propiedad, será necesario ampliarlo hasta 8 m de ancho, mediante la remoción de la vegetación y el tendido de material de sascab, el cual se compactará al 95% proctor para facilitar el rodamiento. Como este camino corresponde al que se utilizará en la etapa de operación del proyecto, esta obra provisional no incrementa los impactos ambientales, ni la superficie de cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

**e) Vivero provisional**

A fin de garantizar la sobrevivencia de las plantas producto del rescate de vegetación nativa en las áreas a intervenir al interior del predio, se habilitará un área de 1,500 m<sup>2</sup> en la que únicamente se llevará a cabo la remoción de la vegetación herbácea y se conservará el dosel del arbolado adulto para proveer de sombra a las plantas. En esta zona se construirá un sistema de riego temporal que requerirá el aprovechamiento de un pozo artesanal existente, mediante una bomba alimentada con energía eléctrica y un sistema de distribución de agua hecho con PVC hidráulico.

**f) Área de empleados**

Considerando la cantidad de trabajadores prevista para el desarrollo de las obras proyectadas, así como el tiempo que éstos deberán permanecer en el predio a lo largo del día o durante la semana laboral, se ha previsto contar con un área de empleados que se ubicará en las inmediaciones de la carretera federal, en el sitio que posteriormente se empleará para conformar un estacionamiento, ocupando una superficie de 660 m<sup>2</sup>.

El campamento consistirá en un galpón hecho a base de polines de madera de pino, forrado con malla electrosoldada y lámina de cartón, junto al cual se habilitará un área de sanitarios conectados a fosa séptica prefabricada excavada in situ, área de regadera abastecida con un tinaco elevado de 5,000 L de capacidad, así como un área para la preparación y consumo de alimentos a la cual se dotará de agua potable en garrafones de 20 L. El agua se abastecerá en pipas que serán adquiridas en Playa del Carmen; mientras que la limpieza de la fosa séptica se hará con el concurso de pipas de aguas negras a cargo del sindicato local.

#### **g) Tapial de protección al manglar**

A fin de minimizar el impacto ambiental sobre el manglar que se localiza al oeste y al norte de la zona de aprovechamiento costera, se levantará a 1.5 m de su borde un tapial de malla ciclónica, de 2.5 m de altura, que impida el paso de personas hacia el área natural y que atrape cualquier residuo sólidos que el viento pudiera dispersar hacia el manglar. Sobre este tapial se colocará señalización que oriente a los trabajadores sobre la importancia de conservar el manglar y las medidas de protección que esta comunidad vegetal amerita.

#### **h) Tapial de protección a la playa**

A fin de minimizar el impacto ambiental sobre la zona de playa y la vegetación de dunas costeras, se conservará el tapial de malla ciclónica existente en el frente de playa del predio. Sobre este tapial se colocará señalización que oriente a los trabajadores sobre la importancia de conservar la vegetación de dunas costeras y las medidas de protección que esta comunidad vegetal amerita.

#### **i) Patio de maniobras**

En la zona costera carente de vegetación, se habilitará un patio de maniobras de aproximadamente 6,000 m<sup>2</sup> de superficie que se ubicará en la sección libre entre las edificaciones proyectadas, la cual posteriormente se empleará para el desplante de las obras complementarias del condohotel. En esta zona se colocará una dosificadora de concreto y se anclarán las grúas necesarias para la construcción de los edificios, además pernoctará ahí la maquinaria empleada en la obra. Aquí se realizarán trabajos y actividades vinculados a la construcción de las edificaciones proyectadas y se acumularán temporalmente los escombros y residuos sólidos que se generen en la obra.

En la periferia del patio se levantarán los almacenes de obra, eléctrico, pintura, plomería, y albañilería que ocuparán un área conjunta de 280 m<sup>2</sup>, junto a un patio de almacén de casi 700 m<sup>2</sup> y un área para contenedores de residuos de almacenes de 36.52 m<sup>2</sup>. Los almacenes se levantarán sobre una plataforma nivelada de sascab y contarán con firme de concreto armado, estructura a base polines de madera de pino, forrada con malla electrosoldada en paredes y lámina de cartón en techos. El patio de almacén y el área para contenedores de residuos estarán al aire libre y sólo contarán con malla electrosoldada perimetral. A un costado de los almacenes se colocará un bloque de sanitarios portátiles.

También se habilitará en este patio el almacén de materiales o sustancias riesgosas o peligrosas, que ocupará 50 m<sup>2</sup>, incluyendo espacio para el acopio de residuos peligrosos. Se construirá sobre una plataforma nivelada de sascab y contará con firme de concreto armado, estructura a base block y loza colada en concreto. El piso contará con sardinell y fosa de escurrimiento. El acceso será a través de una puerta de madera cerrada con candado y bajo control del personal de seguridad. El almacén llevará la señalización preventiva de Norma y contará en exterior con extintor tipo ABC de 6 Kg de capacidad.

Habrá además un almacén general de 240 m<sup>2</sup> erigido sobre una plataforma nivelada de sascab que contará con firme de concreto armado, sobre el cual se colocará una estructura laminar en forma de media luna, dejando un espacio de unos 4 m de ancho frente al acceso que servirá como plataforma de recepción y entrega de insumos. La bodega contará con extinguidores, botiquín de primeros auxilios, base de radio y sanitario conectado a fosa séptica prefabricada.

Junto al almacén general se habilitará el comedor de obra con capacidad para 400 obreros en un área de casi 340 m<sup>2</sup>, que contará con cocina provisional con drenaje conectado a fosa séptica prefabricada, área de comensales y área de acopio de residuos orgánicos e inorgánicos. También contará con sanitario para los operadores del comedor, el cual estará conectado a fosa séptica. Se construirá sobre una plataforma nivelada de sascab y contará con firme de concreto armado, estructura a base polines de madera de pino, forrada con malla electrosoldada en paredes y lámina de cartón en techo. A un costado del comedor de obra se habilitará un área para lavado de manos y aseo de los obreros, incluyendo un bloque de sanitarios portátiles.

Se prevé también contar con oficinas provisionales de obra para uso de los residentes de obra, dibujantes, proyectistas y personal administrativo, mismas que consistirán en campers prefabricados de aproximadamente 12 por 4 metros, aire acondicionado y con

baño conectado a fosa séptica ocupando un área de casi 500 m<sup>2</sup>, junto a la cual se habilitarán cinco cajones de estacionamiento y patio de maniobras, con 210 m<sup>2</sup> de área.

#### **j) Caseta de control de acceso 2**

Para el control de acceso y salida de personas, vehículos, equipos y maquinaria a las obras proyectadas en la costa se habilitará una caseta de seguridad (Caseta 2) que consistirá de un módulo prefabricado que ocupará a lo mucho 9.0 m<sup>2</sup> de desplante. En esta zona también se exhibirá el Reglamento de Obra, Licencias y Permisos de Obra.

### **2.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto**

Como obra asociada se identifica a toda aquella obra que complementa a cualquiera de las obras principales –condohotel, edificios de departamentos, restaurantes y spa-, e incluye vialidades, obra exterior del condohotel –albercas, asoleaderos, terrazas, banquetas, decks pergolados y jardines asociados al hotel-; así como el edificio de apoyo de almacén y distribución, el edificio de sala de ventas y diversas obras de equipamiento y servicios auxiliares que se ubicarán en la sección destinada a servicios de apoyo, cerca de la carretera.

#### **2.2.6.1. Conformación de vialidades**

Concluida la introducción de la infraestructura de servicios se procederá a la conformación de las superficies de rodamiento, construcción de guarniciones, banquetas y jardineras proyectadas en las vialidades.

Para la conformación de las superficies de rodamiento, sobre el terreno natural despalmado se colocará una primera capa de material de banco de espesor variable, en capas de 20 cm al 95% proctor hasta alcanzar el nivel de obra de proyecto. Sobre esta capa se colocará una sub base con material de banco de 20 cm de espesor, compactado al 95% proctor y sobre ésta se colará la superficie de rodada consistente en pavimento de concreto hidráulico tipo MR 45 de 14.5 cm de espesor en el caso de la vialidad principal y pavimento de concreto armado de 7.0 cm de espesor en el caso de la vialidad secundaria.

La vialidad principal que conectará las obras proyectadas con la carretera federal 307, tendrá 20 m de anchura y contará con dos secciones de rodamiento de dos carriles de circulación cada una, con un ancho de 6.25 m, incluyendo canal de desfogue de agua de 15 cm y la guarnición del tipo “pecho de paloma” de 15 cm, en ambos extremos de

la superficie de rodamiento. La vialidad tendrá una pendiente de 2% hacia el exterior para evitar encharcamientos. Esta vialidad contará con un camellón central ajardinado de 2.9 m de ancho más remates de piedra hilada o celosía de 40 cm en ambos extremos; además de banquetas de 1.50 m en los extremos, más remate de piedra hilada o celosía de 40 cm en la colindancia con la superficie de rodamiento, a fin de darle vista. Se anexa plano arquitectónico para visualizar los detalles.

La vialidad secundaria, que conectará la vialidad principal con los edificios del condohotel, los restaurantes y el Spa proyectados en la selva, será de 2.5 m de ancho, y servirá únicamente para el tránsito vehicular interno, el cual se realizará con carritos eléctricos –tipo carro de golf-. Ambos márgenes de la superficie de rodamiento tendrán un remate de adocreto o piedra hilada, de 20 cm de ancho, con fines estéticos. La vialidad tendrá una pendiente de 2% hacia el exterior para evitar encharcamientos. El agua drenará directamente al terreno natural.

Al término de la obra civil y previamente a su utilización, se procederá a los trabajos de colocación de señales de tránsito, luminarias solares y acabado de jardineras. También se colocarán señales que orienten al cuidado y respeto de la flora y fauna silvestre.

#### **2.2.6.2. Murete de contención**

Frente a la playa del predio, detrás de la franja de restricción de 10 m que establece el criterio de regulación CE-93 del programa de ordenamiento ecológico local del Municipio de Solidaridad, se construirá el murete de contención, que tiene la doble función de delimitar las áreas abiertas asociadas al condohotel ubicadas en la playa y dar protección a las estructuras del inmueble frente a eventos meteorológicos. Esta obra es necesaria toda vez que el nivel de construcción estará 3.20 m por arriba del nivel del suelo y se requiere un remate para contener el material de relleno.

La parte superior del murete contará con un remate verde gracias a la conformación de una jardinera que llevará flora nativa. Frente al murete se conservará o reforestará la playa con plantas nativas, según sea el caso, simulando la condición natural del terreno con un talud suave que llevará el nivel de obra hasta el nivel del terreno natural. Esta acción contribuirá a la protección del muro ya que reducirá el efecto erosivo del viento.

La estructura –muro Milán- se fabricará en concreto y se colará en obra en piezas o segmentos independientes, para posteriormente llevarlos al sitio donde se colocarán a 1.50 m por debajo del nivel actual del suelo y se anclará al terreno con pilas de concreto armado que se enterrarán hasta la roca, a cada 10 m y se unirán mediante

una zapata corrida. La estructura sobresaldrá del nivel del piso 3.20 m. Se anexa plano arquitectónico para apreciar los detalles de obra.

### **2.2.6.3. Obra complementaria asociada al condohotel playa.**

Las obras complementarias al condohotel en la zona de playa, incluyen albercas como el elemento más significativo. La alberca principal será de aproximadamente 1,110 m<sup>2</sup> de superficie, con profundidad máxima de 1.60 m y se localizará al centro del área abierta; cuatro albercas secundarias, dos de ellas ubicadas en el frente de playa y una dedicada sólo para niños. En las inmediaciones de las albercas se proyectan asoleaderos, decks pergolados, terrazas y áreas verdes destinadas a la creación de espacios de disfrute, recreo y esparcimiento para los huéspedes y visitantes. Los decks pergolados tendrán piso y estructura de madera dura de la región; las terrazas y asoleaderos tendrán un acabado en piso de concreto acabado con arena lavada con remates de mármol travertino. Estas áreas abiertas podrán utilizarse de manera cotidiana para la colocación de tumbonas o de mesas de descanso; o eventualmente para el desarrollo de eventos especiales como montaje de banquetes, conciertos al aire libre o celebración de reuniones. En conjunto, las terrazas y asoleaderos ocuparán 2,321.17 m<sup>2</sup> de superficie, mientras que los decks pergolados ocuparán 461.18 m<sup>2</sup> y las áreas verdes jardinadas 3,251.88 m<sup>2</sup>. Entre estos elementos habrá andadores que tienen el propósito de dirigir y facilitar el flujo de los huéspedes, visitantes y personal del hotel hacia y desde cada una de las áreas de alojamiento, servicio, recreo o esparcimiento, formando una red interna de tránsito peatonal. Los andadores serán de concreto estampado y ocuparán una superficie estimada en 1,781.30 m<sup>2</sup>. Bajo los andadores se habilitarán redes de infraestructura a fin de reducir la superficie de afectación al interior del predio, por lo que habrá registros para mantenimiento cuya ubicación final se definirá en obra. En varias secciones del edificio A se construirán espejos de agua que complementarán el escenario al interior del área de recreo de los huéspedes, contribuyendo a formar una atmósfera relajada y cálida.

Las áreas verdes ajardinadas ocuparán 26.17% de la superficie de la obra exterior asociada al condohotel. Las áreas verdes ajardinadas son espacios verdes cuyo diseño final dependerá del proyecto de arquitectura de paisaje que se desarrolle, pero que en general estarán conformadas por una mezcla de plantas ornamentales y nativas sobre una base de pasto San Agustín, de conformidad con el Programa de reforestación y jardinería del proyecto (anexo), formando arreglos que contribuyan al confort y disfrute de los huéspedes. En estas áreas se prevé recibir plantas nativas producto del rescate selectivo de flora que se ejecutará en la zona con vegetación de

selva al interior del predio, así como suelo y tierra vegetal que se obtenga de los trabajos de remoción de la vegetación en las superficies autorizadas.

#### **2.2.6.4. Obra complementaria en el área de servicios**

En el área de servicios que se localizará en la vecindad de la carretera federal, se prevé como obra complementaria la construcción de un edificio de apoyo operativo de 1,680.20 m<sup>2</sup> de desplante, un edificio de sala de ventas de 1,267.04 m<sup>2</sup> de desplante, dos casetas de seguridad con una huella conjunta de 62.16 m<sup>2</sup> y un conjunto de áreas de servicio cuyas áreas techadas incluyen el cuarto de la planta desaladora, la planta de tratamiento de aguas residuales, un área de equipamiento para obras de urbanización y un área de equipamiento para dar soporte a la sala de ventas, cuya huella de desplante conjunta es de 1,393.23 m<sup>2</sup>, así como un patio de servicio de 294.57 m<sup>2</sup>. El detalle del arreglo y uso del espacio interno de los edificios se aprecia en los planos arquitectónicos que se adjuntan al presente.

El edificio de apoyo será de dos niveles y servirá principalmente para la recepción, almacenamiento y distribución de insumos reduciendo así el tráfico al interior del predio, particularmente de vehículos de carga. También alojará algunas áreas de producción como la panadería y pastelería y la carnicería; pero principalmente espacios de almacenamiento de insumos incluyendo el almacén general, papelería, almacén de refrigeración, almacén de congelados, almacén de frutas y verduras, almacén de químicos y cámaras de almacenamiento de residuos. Este edificio incluye además el área de baños y vestidores de los colaboradores, así como una cafetería y sala de juntas. Contiene algunas oficinas para la administración de compras y almacén, así como un área de talleres de mantenimiento. Previendo el uso que tendrá este inmueble, en su derredor se proyecta contar con estacionamiento de proveedores y visitantes, así como habilitar el andén de carga y la plataforma de recepción de mercancías, y el patio de maniobra para la recolección de residuos sólidos. La vialidad que rodeará este edificio permitirá comunicarle tanto con el acceso de servicio, como con el acceso principal a la propiedad.

El edificio de sala de ventas es una obra de dos plantas, que se construirá alrededor de un patio interior techado con tragaluz, cuya huella de desplante es de 1,267.04 m<sup>2</sup>. Al interior se habilitarán oficinas, show room o cuarto muestra, salón de conferencias, sala de juntas, sala de ventas, salón de vendedores, recepción, sanitarios y diversas áreas para almacenamiento. Alrededor del edificio habrá un andador y amplias áreas verdes en las que se procurará la conservación de árboles con diámetro normal de 20 cm o

más, que se registraron en la zona de desplante de esta obra y que forman parte de una sección del terreno con alteraciones antropogénicas.

Todas las edificaciones proyectadas se montarán sobre una losa de concreto  $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$  reforzada con acero  $f'y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ , con muros de block debidamente junteados, a la par con los castillos armados de concreto  $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ , castillos ahogados, trabes, cerramientos y cadenas de nivelación. Los elementos estructurales estarán reforzados con acero  $f'y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ ; los muros serán a base de block de  $15 \times 20 \times 40 \text{ cm}$  con acabados a tres capas (1:2:5, emparche 1:4:12 y estuco 1:18:9). Los techos serán de losa de vigueta y bovedilla y concreto  $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ . Asimismo, todas llevarán en su instalación hidráulica tubería de PVC hidráulico, mientras que la instalación sanitaria será tubería de PVC sanitario de 4" y 2" de diámetro, descargando a la red de drenaje propia del proyecto que conducirá directamente hacia la planta de tratamiento de aguas residuales. Por otra parte, la instalación eléctrica usará poliducto eléctrico, cable thw de calibres 12, 10 y 8, y estará debidamente aterrizada. Una vez terminados los trabajos de recubrimientos y acabados, se procederá a instalar puertas y ventanas, de madera y aluminio respectivamente; luego se colocará la pintura, al mismo tiempo que también se empiezan a colocar todos los accesorios eléctricos finales como apagadores, contactos, lámparas, ventiladores, focos y luminarias en áreas interiores y exteriores, así como también los accesorios en los baños como son la grifería, escusados, mingitorios y lavamanos; realizando posteriormente las pruebas a las instalaciones. Finalmente, se ejecutará la limpieza general de las edificaciones y de las áreas exteriores, llevando a cabo los trabajos de jardinería y reforestación para mejorar la calidad paisajística de la zona.

### **2.3. DELIMITACIÓN DE LA SUPERFICIE DE CAMBIO DE USO DE SUELO**

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, establece una restricción respecto a la superficie que puede aprovecharse en el predio, siendo esta del 35%, en este sentido se pretende llevar a cabo el cambio de uso del suelo dentro del predio, en tres polígonos adicionales al actualmente desprovisto de vegetación y sancionado por la PROFEPA, para alcanzar el umbral máximo permitido por este instrumento jurídico.

Los tres polígonos donde se llevará a cabo el cambio de uso del suelo de vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia son:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

<b>Polígono 1: Área de servicios 1.537 ha</b>						
Vértices	Coordenadas			Vértices	Coordenadas	
	X	Y			X	Y
1	497,082.6976	2,288,923.692		11	497,180.7788	2,288,797.531
2	497,040.1884	2,288,864.790		12	497,194.6972	2,288,821.922
3	497,045.7490	2,288,861.667		13	497,206.1426	2,288,821.921
4	497,047.6777	2,288,864.339		14	497,206.1408	2,288,807.371
5	497,055.6944	2,288,865.583		15	497,233.2438	2,288,807.371
6	497,088.1533	2,288,845.282		16	497,233.2319	2,288,853.421
7	497,086.4381	2,288,842.231		17	497,206.3438	2,288,853.421
8	497,129.1511	2,288,818.218		18	497,234.4098	2,288,870.812
9	497,130.8663	2,288,821.269		19	497,097.2492	2,288,943.855
10	497,173.8307	2,288,796.937				

<b>Polígono 2: Condohotel selva 0.982 ha</b>						
Vértices	Coordenadas			Vértices	Coordenadas	
	X	Y			X	Y
1	497,298.843	2,288,755.146		36	497,279.472	2,288,811.431
2	497,297.791	2,288,755.859		37	497,279.932	2,288,813.447
3	497,296.764	2,288,756.606		38	497,279.951	2,288,813.519
4	497,295.761	2,288,757.386		39	497,279.973	2,288,813.590
5	497,294.784	2,288,758.198		40	497,279.996	2,288,813.660
6	497,293.835	2,288,759.043		41	497,280.022	2,288,813.729
7	497,292.914	2,288,759.918		42	497,280.050	2,288,813.798
8	497,292.022	2,288,760.823		43	497,280.080	2,288,813.866
9	497,291.161	2,288,761.756		44	497,280.112	2,288,813.933
10	497,290.330	2,288,762.718		45	497,291.455	2,288,836.428
11	497,289.531	2,288,763.706		46	497,293.047	2,288,839.586
12	497,288.766	2,288,764.719		47	497,318.042	2,288,826.276
13	497,288.034	2,288,765.758		48	497,312.636	2,288,816.119
14	497,286.852	2,288,767.604		49	497,308.502	2,288,808.039
15	497,285.817	2,288,769.395		50	497,318.568	2,288,782.255
16	497,284.844	2,288,771.220		51	497,342.727	2,288,772.577
17	497,283.933	2,288,773.076		52	497,362.330	2,288,789.519
18	497,283.087	2,288,774.963		53	497,367.714	2,288,799.877
19	497,282.304	2,288,776.877		54	497,452.899	2,288,754.460
20	497,281.588	2,288,778.817		55	497,439.487	2,288,732.131
21	497,280.937	2,288,780.780		56	497,431.997	2,288,728.117
22	497,280.354	2,288,782.764		57	497,421.599	2,288,728.888
23	497,279.839	2,288,784.767		58	497,412.196	2,288,734.318
24	497,279.392	2,288,786.786		59	497,398.329	2,288,713.053
25	497,279.014	2,288,788.819		60	497,364.238	2,288,731.886
26	497,278.705	2,288,790.864		61	497,369.243	2,288,739.629
27	497,278.467	2,288,792.918		62	497,365.907	2,288,742.374
28	497,278.298	2,288,794.979		63	497,348.438	2,288,742.472
29	497,278.199	2,288,797.045		64	497,348.733	2,288,728.259
30	497,278.170	2,288,799.112		65	497,345.690	2,288,724.730
31	497,278.212	2,288,801.180		66	497,336.350	2,288,723.517
32	497,278.325	2,288,803.245		67	497,320.911	2,288,724.740
33	497,278.507	2,288,805.305		68	497,312.186	2,288,726.057
34	497,278.759	2,288,807.357		69	497,304.233	2,288,728.536
35	497,279.081	2,288,809.400		70	497,288.752	2,288,734.157

Polígono 3: Spa y restaurantes 0.619 ha					
Vértices	Coordenadas			Coordenadas	
	X	Y		X	Y
1	497,773.621	2,288,544.102		11	497,661.123
2	497,768.644	2,288,546.761		12	497,665.368
3	497,767.432	2,288,544.592		13	497,656.674
4	497,748.845	2,288,554.973		14	497,646.608
5	497,747.409	2,288,552.404		15	497,646.674
6	497,701.952	2,288,577.747		16	497,656.834
7	497,687.590	2,288,567.353		17	497,679.581
8	497,685.340	2,288,569.500		18	497,786.268
9	497,675.251	2,288,561.378		19	497,772.275
10	497,665.554	2,288,561.714		20	497,776.991

De lo anterior se advierte que la superficie solicita para cambio de uso del suelo en el presente documento es de 3.138 hectáreas, que sumadas a las 2.192 hectáreas actualmente desprovistas de vegetación, que corresponden al polígono donde se desarrollará el condohotel playa, hacen un total de 5.33 hectáreas, que representan el 35% de las 15.23 hectáreas del predio.

Lo anterior en virtud que la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Capítulo II, artículo 7, establece lo siguiente:

*V. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales;*

Se anexan en formato electrónico, el plano georreferenciado de la superficie de CUSTF, así como las coordenadas de los vértices que conforman la superficie de aprovechamiento propuesta.

#### **2.4. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO**

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, las materias primas forestales son los productos del aprovechamiento de los recursos forestales que no han sufrido procesos de transformación hasta el segundo grado (Capítulo II, artículo 7, inciso XVII); por lo que a continuación se describe la metodología que se aplicó en este estudio para su estimación.

### 2.4.1. Metodología para el levantamiento de datos de campo

La metodología empleada para la recopilación de datos de campo se realizó con base en un análisis preliminar del predio, con apoyo del plano de su polígono previamente obtenido. Posteriormente se realizó un recorrido al interior del predio a través del cual se pudo constatar que la vegetación está compuesta principalmente por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y vegetación de manglar. Asimismo, se realizó una revisión de la carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie IV, para determinar los tipos de vegetación reportados para el sitio y la región de manera oficial, así como los límites de la vegetación en la cuenca hidrológico-forestal.

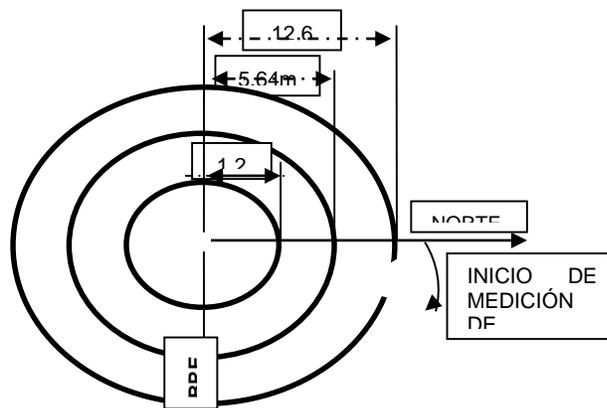
De las observaciones derivadas del recorrido de prospección, se concluyó que existe alta homogeneidad en las características de la vegetación en la zona de selva, por lo que la generación de sesgo por fuentes de variación es muy baja. Considerando las dimensiones del predio y que el proyecto no pretende el aprovechamiento de selva baja perennifolia, vegetación de manglar o de dunas costeras, se optó por realizar un muestreo de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, cuyos puntos de las unidades de muestreo fueron distribuidos sistemáticamente a lo largo de un gradiente perpendicular a la línea de costa, estableciendo seis unidades de muestreo de 500 m<sup>2</sup> cada una.

Una vez determinado el número de unidades y su distribución sistemática en un plano, fueron obtenidas las coordenadas UTM del punto central de cada unidad de muestreo. Una vez en campo, con el apoyo de un GPS fue posible ubicar los puntos de cada sitio de muestreo, haciendo pequeños ajustes para que los sitios no abarcaran áreas con vegetación distinta a la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Una vez marcadas las unidades se procedió a la delimitación de los sitios para dar paso al inventario y registro de los individuos existentes.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



Cada sitio de muestreo consistió en una unidad circular de 500 m<sup>2</sup>, con subunidades concéntricas de 100 m<sup>2</sup> y 5 m<sup>2</sup>. Una vez establecido el centro del sitio y habiendo marcado este con cinta plástica, se determinaron los perímetros con apoyo de una cinta métrica, marcado a los 12.6, 5.6 y 1.3 m, respectivamente, en los cuatro ejes cardinales con una cinta plástica. Establecidos los límites, se inició el conteo de árboles a partir del eje norte y siguiendo el rumbo en el sentido de las manecillas del reloj.



Dentro del círculo de 500 m<sup>2</sup> se registró a todos los árboles con diámetro normal (DN) de 10 cm y mayores. En esta unidad de muestreo se tomaron datos del nombre común, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total y condición del árbol, con el objetivo de definir el número de árboles y área basal por hectárea. Los árboles se marcaron con un número progresivo usando pintura de color rojo, base agua. Dentro del círculo de 100 m<sup>2</sup> se registró a los árboles y arbustos con DN dentro de un rango desde 3 cm hasta 9.9 cm. En esta subunidad de muestreo sólo se registró el nombre común, la altura total y el DAP. Dentro del círculo de 100 m<sup>2</sup> se registró a los individuos juveniles y plántulas correspondientes a la regeneración natural, así como los individuos juveniles de especies con importancia ecológica, susceptibles de ser rescatados. En esta subunidad se midió altura y cobertura estimada.

Considerando la superficie total de las seis unidades (3,000 m<sup>2</sup>), el porcentaje de muestreo con respecto a la superficie de cambio de uso del suelo que se contempla (3.138 ha), fue de 9.56%. En las siguientes imágenes se ilustra parte del trabajo de campo implementado durante el inventario forestal.

En cuanto a las fórmulas utilizadas para el procesamiento de los datos para el cálculo de área basal y volumen total árbol (VTA) por especie, se usó la hoja de cálculo EXCEL, para obtener los resultados que más adelante se describen.

Los parámetros considerados necesarios para determinar los volúmenes de madera corresponden al DAP (diámetro a la altura del pecho a 1.30 m) así como a la altura total del árbol. El Área Basal o Área Basimétrica se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$AB = \frac{1}{4} \pi \times d^2$$

En donde:

AB = Área Basal en metros cuadrados.

$\frac{1}{4}$  de  $\pi$  = 0.7854

$d^2$  = DAP en metros elevado al cuadrado.

El área basal de una especie, de una categoría diamétrica o de un grupo diamétrico, ya sea por hectárea o de todo un predio, es igual a la suma de las áreas basales de todos los árboles considerados en cada caso.

El cálculo del Volumen Total Árbol (VTA), se estimó considerando los resultados del Inventario Nacional Forestal de 1960, donde se obtuvo un factor aplicable al volumen

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

fustal total que permite estimar el Volumen Total del Árbol, dicho factor se calculó para las especies registradas en el predio, mismas que se presentan en el siguiente cuadro.

Factores de conversión a Volumen Total Árbol.

Factor	Especies
2.153	Chaca
2.018	Chechem
2.510	Jabín
2.165	Tzalam
2.500	Otras (Especies tropicales comunes)

Para determinar el volumen total de los árboles existentes por hectárea y en la superficie del proyecto para el cambio de uso de suelo propuesto, se utilizaron las ecuaciones de volúmenes para 13 grupos de especies determinadas en el Primer Inventario Nacional Forestal. Las ecuaciones generadas se observan en el siguiente cuadro. Estas ecuaciones de volúmenes son las utilizadas para especies de la Península de Yucatán, desarrollado por el Centro de Investigación Regional del Sureste, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), lo anterior está basado considerando los resultados del Inventario Nacional Forestal de 1960.

Grupo	Ecuación	Nombre científico
V.	$V_{CC} = e^{[9.8828489 + 1.92178549 \ln(D) + 1.04714889 \ln(A)]}$	<i>Bursera simaruba</i>
VIII.	$V_{CC} = e^{[8.8131254 + 0.56449274 \ln(D) + 1.08361129 \ln(A)]}$	<i>Metopium brownei</i>
X.	$V_{CC} = e^{[9.5643815 + 0.82330416 \ln(D) + 1.01741981 \ln(A)]}$	<i>Lysiloma latisiliquum</i>
XIII.	$V_{CC} = e^{[9.4173742 + 1.76385327 \ln(D) + 1.04067809 \ln(A)]}$	<i>Amyris sylvatica</i> <i>Caesalpinia gaumeri</i> <i>Chloroleucon mangense</i> <i>Sideroxylon salicifolium</i> <i>Ficus cotinifolia</i> <i>Gliricidia sepium</i> <i>Guettarda combsii</i> <i>Lonchocarpus xuul</i> <i>Mariosousa dolichostachya</i> <i>Piscidia piscipula</i> <i>Pouteria reticulata</i> <i>Sabal yapa</i> <i>Tabebuia chrysantha</i> <i>Thrinax radiata</i> <i>Vachellia pennatula</i> <i>Vitex gaumeri</i>

#### 2.4.2. Resultados de la estimación del Volumen Total Árbol

A continuación se presentan los cálculos obtenidos las existencias volumétricas reales por hectárea, por la superficie del predio con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (7.226 hectáreas) y por la superficie de cambio de uso de suelo en este tipo de vegetación (3.138 hectáreas), en el que se incluyen todas las especies registradas en el inventario forestal del predio. La altura total de los individuos se estimó hasta el ápice, sin importar si los individuos se encontraban deformes, torcidos o inclinados.

En total se estimó un volumen total árbol con corteza de 55.59 m<sup>3</sup> por hectárea; mientras que el volumen total árbol que se estima para la superficie del predio con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia es de 401.70 m<sup>3</sup> y la que pudiera encontrarse en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en este tipo de vegetación resulta en 174.47 m<sup>3</sup>.

Las especies que contribuyen más en este volumen son *Piscidia piscipula*, *Vitex gaumeri*, *Chloroleucon mangense*, *Bursera simaruba*, *Lysiloma latisiliquum*, *Metopium brownei*, *Gymnopodium floribundum* y *Lonchocarpus rugosus* que aportan el 75% del volumen; mientras que las otras 33 especies sólo aportan el 25%.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Especie	Nombre común	Existencias / hectárea del Estrato Arbóreo			Existencias / hectárea del Estrato Arbustivo			Estimación de Existencias Totales por hectárea		
		Na/Ha	Ab m <sup>2</sup> /Ha	Volumen m <sup>3</sup> VTA/Ha	Na/Ha	Ab m <sup>2</sup> /Ha	Volumen m <sup>3</sup> VTA/Ha	Núm. Árboles	Ab (m <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup> VTA
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	137	2.894	14.009	183	0.132	0.364	320	3.03	14.37
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	120	1.756	7.564	67	0.301	0.936	187	2.06	8.50
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	50	0.992	4.026				50	0.99	4.03
<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	50	1.154	3.438	783	0.384	1.327	833	1.54	4.76
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	30	0.722	2.999				30	0.72	3.00
<i>Sabal yapa</i>	Huano	20	0.609	1.547				20	0.61	1.55
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Supté	13	0.202	0.718				13	0.20	0.72
<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo	10	0.097	0.329	17	0.047	0.100	27	0.14	0.43
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Zapote faisán	7	0.052	0.256				7	0.05	0.26
<i>Vachellia pennatula</i>	Chimay	7	0.118	0.487				7	0.12	0.49
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	7	0.063	0.210	67	0.247	0.871	73	0.31	1.08
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Correa	3	0.026	0.084	83	0.106	0.237	87	0.13	0.32
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	3	0.105	0.465				3	0.10	0.47
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	3	0.026	0.119	483	0.944	2.663	487	0.97	2.78
<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	3	0.032	0.232	150	0.230	0.549	153	0.26	0.78
<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo	3	0.032	0.174				3	0.03	0.17
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis	3	0.026	0.119				3	0.03	0.12
<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	3	0.032	0.099	117	0.181	0.743	120	0.21	0.84
<i>Thrinax radiata</i>	Palma Chit	3	0.032	0.038				3	0.03	0.04
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca				150	0.174	0.575	150	0.17	0.58
<i>Cameraria latifolia</i>	Chechén blanco				183	0.037	0.087	183	0.04	0.09
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akitz				133	0.132	0.453	133	0.13	0.45

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Especie	Nombre común	Existencias / hectárea del Estrato Arbóreo			Existencias / hectárea del Estrato Arbustivo			Estimación de Existencias Totales por hectárea		
		Na/Ha	Ab m <sup>2</sup> /Ha	Volumen m <sup>3</sup> VTA/Ha	Na/Ha	Ab m <sup>2</sup> /Ha	Volumen m <sup>3</sup> VTA/Ha	Núm. Árboles	Ab (m <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup> VTA
Coccoloba acapulcensis	Uvero				200	0.130	0.384	200	0.13	0.38
Coccoloba barbadensis	Sacbob				33	0.003	0.009	33	0.00	0.01
Cordia dodecandra	Siricote				33	0.017	0.075	33	0.02	0.07
Croton gaumeri	Perezcut				33	0.010	0.024	33	0.01	0.02
Esenbeckia pentaphylla	Naranjillo				167	0.213	0.624	167	0.21	0.62
Exothea diphylla	Guayan cox				83	0.050	0.165	83	0.05	0.16
Guazuma ulmifolia	Pixoi guasima				33	0.010	0.029	33	0.01	0.03
Gymnopodium floribundum	Dzidzilché				500	0.889	2.215	500	0.89	2.22
Hampea trilobata	Majahua				517	0.229	0.556	517	0.23	0.56
Lippia yucatanana	Gusanillo				33	0.024	0.039	33	0.02	0.04
Lonchocarpus rugosus	kanasin				233	0.507	2.182	233	0.51	2.18
Malmea depressa	Elemuy				17	0.012	0.040	17	0.01	0.04
Malvaviscus arboreus	Tulipancillo				33	0.010	0.019	33	0.01	0.02
Randia aculeata	Cruceta				217	0.079	0.149	217	0.08	0.15
Swartzia cubensis	Katalox				17	0.047	0.222	17	0.05	0.22
Thouinia paucidentata	Hueso de tigre				33	0.127	0.758	33	0.13	0.76
Trichilia sp	Escobeta				300	0.378	1.274	300	0.38	1.27
Vachellia cornigera	Subín				17	0.012	0.030	17	0.01	0.03
Zuelania guidonia	Palo volador				717	0.429	0.979	717	0.43	0.98
<b>Sumatoria</b>		<b>477</b>	<b>8.968</b>	<b>36.915</b>	<b>5,633</b>	<b>6.091</b>	<b>18.677</b>	<b>6,110</b>	<b>15.059</b>	<b>55.592</b>

Número total de individuos por hectárea, área basal expresada en m<sup>2</sup>/ha y volumen total árbol expresada en m<sup>3</sup>/ha, por estrato y total, para cada una de las especies identificadas en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en el predio del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Especie	Nombre común	Estimación de existencias totales en el predio con VSA/SMQ			Estimación de existencias totales en la SCUSTF		
		Núm. Árboles	Ab (m <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup> VTA	Núm. Árboles	Ab (m <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup> VTA
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	2,312	21.87	103.86	1,004	9.50	45.11
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	1,349	14.86	61.42	586	6.46	26.67
<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	6,022	11.11	34.43	2,615	4.83	14.95
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	361	7.17	29.09	157	3.11	12.64
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	217	5.21	21.67	94	2.27	9.41
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	3,517	7.01	20.11	1,527	3.05	8.73
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilché	3,613	6.42	16.01	1,570	2.79	6.95
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	1,686	3.66	15.77	732	1.59	6.85
<i>Sabal yapa</i>	Huano	145	4.40	11.18	63	1.92	4.85
<i>Trichilia sp</i>	Escobeta	2,168	2.73	9.20	941	1.18	4.00
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitanche	530	2.25	7.81	230	0.98	3.39
<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador	5,179	3.10	7.08	2,249	1.35	3.07
<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	867	1.53	6.08	377	0.67	2.65
<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	1,108	1.89	5.64	481	0.82	2.45
<i>Thouinia paucidentata</i>	Hueso de tigre	241	0.92	5.48	105	0.40	2.38
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Supté	96	1.46	5.19	42	0.63	2.26
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	1,204	1.54	4.51	523	0.67	1.96
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	1,084	1.26	4.16	471	0.55	1.80
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	3,733	1.66	4.02	1,621	0.72	1.74
<i>Vachellia pennatula</i>	Chimay	48	0.85	3.52	21	0.37	1.53
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	24	0.76	3.36	10	0.33	1.46
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	963	0.96	3.27	418	0.41	1.42
<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo	193	1.04	3.10	83	0.45	1.35

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Especie	Nombre común	Estimación de existencias totales en el predio con VSA/SMQ			Estimación de existencias totales en la SCUSTF		
		Núm. Árboles	Ab (m <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup> VTA	Núm. Árboles	Ab (m <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup> VTA
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Uvero	1,445	0.94	2.78	627	0.40	1.20
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Correa	626	0.96	2.32	272	0.41	1.01
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Zapote faisán	48	0.38	1.85	21	0.16	0.80
<i>Swartzia cubensis</i>	Catalox	120	0.34	1.61	53	0.14	0.70
<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo	24	0.23	1.26	10	0.10	0.55
<i>Exothea diphylla</i>	Guayan cox	602	0.36	1.19	262	0.15	0.51
<i>Randia aculeata</i>	Cruceta	1,566	0.57	1.08	680	0.25	0.46
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis	24	0.19	0.86	10	0.08	0.37
<i>Cameraria latifolia</i>	Chechén blanco	1,325	0.26	0.63	576	0.11	0.28
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	241	0.12	0.54	105	0.05	0.24
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	120	0.09	0.29	53	0.04	0.12
<i>Lippia yucatanana</i>	Gusanillo	241	0.17	0.28	105	0.07	0.12
<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	24	0.23	0.28	10	0.10	0.12
<i>Vachellia cornigera</i>	Subín	120	0.09	0.21	53	0.04	0.09
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoi guasima <sup>o</sup>	241	0.08	0.21	105	0.03	0.09
<i>Croton gaumeri</i>	Perezcut	241	0.08	0.17	105	0.03	0.07
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	241	0.08	0.14	105	0.03	0.06
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Sacbob	241	0.02	0.06	105	0.01	0.03
<b>Sumatoria</b>		<b>44,151</b>	<b>108.81</b>	<b>401.70</b>	<b>19,175</b>	<b>47.27</b>	<b>174.47</b>

Número total de individuos, área basal expresada en m<sup>2</sup> y volumen total árbol expresada en m<sup>3</sup>, estimado para la superficie del predio con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (7.226 ha) y la superficie de cambio de uso del suelo en terreno forestal en este tipo de vegetación (3.138 ha), para cada una de las especies identificadas en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en el predio del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II.

## 2.5. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICO FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO

Se ha definido a los recursos biológicos forestales, como aquellas especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquellas de interés científico, biotecnológico o comercial; siendo servicios tangibles, utilizados por el ser humano como insumos en la producción o en el consumo final y que se gastan y transforman en el proceso, como madera, frutos, semillas, carnes, pieles, medicinas, entre otros, los cuales son utilizados por el ser humano para su consumo o comercialización. De acuerdo con lo que se establece en la fracción XXIV del Artículo 7 de la LGDFS, los recursos biológicos forestales comprenden las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas de interés científico, biotecnológico o comercial.

La valoración económica de los recursos biológicos de las áreas de cambio de uso de suelo del proyecto que se presenta a continuación, tiene como fuente de referencia básica la información contenida en el Capítulo 7 Valoración económica de los recursos biológicos del país, el cual forma parte de la publicación La diversidad biológica de México: Estudio de país, editado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad en el año de 1998.

Los valores de uso directo de los bosques se reconocen de manera inmediata a través del consumo del recurso o de los productos y servicios derivados del mismo. Los bosques de México son un claro ejemplo de la riqueza de productos y servicios que pueden obtenerse a partir de la diversidad biológica. Al respecto, se tiene que en el país existen más de 2 mil especies de plantas susceptibles de aprovecharse comercialmente, entre las que se encuentran las que proveen productos maderables y no maderables, además de las actividades recreativas y turísticas con valor económico que sobre las áreas forestales se pueden llevar a cabo (UAES, 1997). En el Cuadro 7.3. Clasificación de los valores asociados con los bosques (Perrings, C. et al., 1995 y Gobierno de México y Banco Mundial, 1995) se presenta la clasificación de los distintos valores de uso asociados a las áreas forestales.

Como se observa son diversos los usos relacionados con los recursos forestales, no obstante lo anterior, para muchos de esos usos, su estimación económica no resulta clara. En este sentido el reconocimiento de los diferentes valores económicos de uso indirecto, de opción y de valor de no uso de los bosques, y su utilización para la toma de decisiones, se enfrenta a varias limitantes relacionadas con las siguientes: a)

dificultades de lograr un consenso y la aceptación de las diferentes propuestas de estimación de estos valores y b) dificultades de comunicar con claridad los resultados obtenidos así como la falta de claridad en cuanto a la importancia de las funciones ecológicas para el bienestar humano.

Por lo anterior, son pocos los estudios que han logrado avances en la valoración económica de los usos de los recursos forestales. En este sentido, partiendo de la información existente y disponible sobre el valor económico de los recursos forestales, a continuación se presenta una estimación económica de los recursos forestales de cambio de uso de suelo del proyecto, la cual incluye los conceptos: valor de las materias primas forestales, valor de la pérdida por cambio de uso de suelo por hectárea, valor del depósito de carbono por hectárea, valores farmacéuticos, ecoturismo y valor por su propia existencia, entre otros.

**Cuadro 7.3. Clasificación de los valores asociados con los bosques**  
(Perrings, C. *et al.*, 1995 y Gobierno de México y Banco Mundial, 1995)

<i>directo</i>	<i>Valor de uso indirecto</i>	<i>de opción</i>	<i>Valor de no uso de herencia</i>	<i>de existencia</i>
Productos de consumo o servicios directos  Usos extractivos: * Materia prima - maderables - no maderables * Alimentos * Biomasa * Medicinales * Energéticos * Pastoreo * Colecta de especímenes y material genético * Conversión a otro uso * Hábitat humano * Caza y pesca  Usos no extractivos: * Salud * Recreación - ecoturismo - deporte * Actividades culturales y religiosas * Producción audiovisual	Beneficios funcionales  Ecosistémicas: * Autopreservación y evolución del sistema * Ciclaje de nutrientes * Conocimiento e investigación científica actual  Ambientales: * Protección y regeneración de suelos * Captación de agua * Control de plagas * Control de inundaciones * Protección contra tormentas * Retención de carbono * Regulación climática	Uso directo o indirecto futuro  * Continuidad del sistema * Obtención de nueva materia prima * Nuevos conocimientos	Valor de legar valores a los descendientes  * Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles	Valores éticos  * Conocimiento de la existencia * Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles * Culturales, estéticos y religiosos

Valor del depósito de carbono por hectárea. La captación de carbono y su almacenamiento en los bosques, y al mismo tiempo la liberación de éste y su impacto en el calentamiento global, tienen un valor que excede el ámbito nacional, cuestión puesta en alto relieve por la Convención Marco del Cambio Climático de la Naciones Unidas.

Las estimaciones del almacenamiento y de la liberación de carbono dependen principalmente del tipo de bosque, del cambio en el uso del suelo, de la edad del bosque y del tipo de ecosistema (cerrado o abierto). El carbono captado y almacenado por el bosque tiene un valor ambiental positivo, mientras que su liberación a la atmósfera por el cambio de uso de suelo acarrea daños ambientales al propiciar el calentamiento atmosférico global. En el siguiente cuadro se presenta la estimación económica del valor de la captura de carbono por hectárea, para distintos bosques.

<i>Bosque templado caducifolio</i>	<i>Bosque tropical caducifolio</i>	<i>Bosque templado</i>	<i>Bosque tropical siempreverde</i>
600	1 800	3 000	3 600

Con base en los estimados que se presentan en el cuadro anterior y considerando que el tipo de vegetación a afectar corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, a los recursos forestales del área de cambio de uso de suelo les corresponde un valor de 3,600 USD por hectárea. Es decir, que las 3.138 hectáreas de cambio de uso de suelo en este tipo de vegetación tienen un valor de 11,296.80 USD por concepto de depósitos de carbono, los cuales a un tipo de cambio de 15.9856<sup>1</sup> pesos mexicanos por dólar americano, corresponden a 180,586.13 pesos (ciento ochenta mil quinientos ochenta y seis pesos y trece centavos, MN).

Por otro lado, el costo de la liberación de carbono a la atmósfera por medio de la conversión de los bosques puede llegar a ser considerable. Por ejemplo, el costo medido en carbono liberado por la transformación de un bosque en pastizal podría ser de 3,436 dólares por hectárea en los bosques templados de coníferas, mientras que para los bosques tropical siempre verde sería de 3,633 dólares por hectárea como se muestra enseguida.

---

<sup>1</sup> Tipo de cambio fix para el 23 de julio de 2015, reportado por el Banco de México. <http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CF102&sector=6&locale=es>

**Cuadro 7.5. Pérdidas por cambio de suelo por hectárea (CSERGE, 1993)**

<i>Tipo de bosque</i>	<i>Cambio de uso de suelo (en dólares)</i>	
	<i>Pastura permanente</i>	<i>Agricultura</i>
Templado caducifolio	693	643
Tropical caducifolio	1 887	1 863
Templado conífero	3 436	3 410
Tropical siempreverde	3 633	3 337

Los costos anteriores, se obtiene a partir de los parámetros de almacenamiento de carbono, calculados por modelos experimentales y mediante la estimación de la liberación del carbono por el cambio en el uso del suelo, medidos en toneladas de carbono por hectárea (t C/ha). Los costos referidos en el cuadro anterior parten de un intervalo de liberación de carbono de 30 a 170 t C/ ha por cambio en el uso del suelo.

A partir de estos parámetros, se asocian los cambios de temperatura que produce la liberación, a los impactos físicos que provoca, y a éstos se les asignan valores económicos. La deforestación de bosques y selvas trae consigo efectos negativos para las cuencas hidrológicas, provocando aumentos en la erosión, cambios en los flujos hidrológicos y reducción en la recarga de acuíferos. Los costos de prevención o reparación de los daños causados por su pérdida o alteración, nos ofrecen una aproximación del valor de las funciones ecológicas que los bosques y selvas proporcionan. El costo por el tratamiento de agua sería de 160 dólares por hectárea, y el costo para evitar la salinización generada por la deforestación se encontraría alrededor de los 50 dólares por hectárea (cit. en UAES, 1997).

Partiendo de lo anterior, los costos de reparación de daños por convertir las 3.138 hectáreas de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia a un pastizal tendría un costo estimado de 11,400.35 USD, lo cual a un tipo de cambio de 15.9856 pesos mexicanos por dólar americano, correspondería a 182,241.44 pesos (ciento ochenta y dos mil doscientos cuarenta y un pesos con cuarenta y cuatro centavos, MN).

Valor farmacéutico. De acuerdo con el Gobierno de México y Banco Mundial (1995) se estima que el valor farmacéutico de los recursos forestal del país podría relacionarse con valores que van desde los 26 y hasta los 4,600 millones de dólares anuales. Dicho estudio parte de la riqueza de especies farmacéuticas relacionadas con el bosque tropical húmedo (Grado de biodiversidad alta). En el siguiente cuadro se presentan los valores por hectárea así como los valores totales para el bosque húmedo tropical y para todos los Bosques del país.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

**Cuadro 7.7.** Valores farmacéuticos de cuasi-opción de los bosques mexicanos (CSERGE, 1993)

<i>Grado de biodiversidad</i>	<i>Valor para el bosque húmedo tropical</i>		<i>Valor de todos los bosques</i>
	(Dólares / ha / año)	Millones de dólares por año	Millones de dólares por año
Bajo	1	5	26
Medio	6	66	332
Alto	90	875	4 646

**Supuestos:**

5 mil especies es el menor número estimado de especies en bosques húmedos tropicales en México, y este valor mínimo se asignó a todos los tipos de bosques.

Área forestal: 9.7 millones ha para los bosques húmedos tropicales; 51.5 millones ha para todos los bosques.

La probabilidad de identificar una especie de valor es de 0.0005, tasa de regalía .05

Límite inferior: tasa de apropiación = 0.1      valor de la droga = \$ 0.39 000 millones/año

Límite medio: tasa de apropiación = 0.5      valor de la droga = \$ 1 000 millones/año

Límite superior: tasa de apropiación = 1      valor de la droga = \$ 7 000 millones/año

Partiendo del supuesto la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia se relacione con un grado de biodiversidad alto, se tendría que el valor farmacéutico de la superficie de cambio de uso de suelo que se solicita corresponde a 282.42 USD por hectárea por año (90 USD X 3.138 hectáreas), lo cual a un tipo de cambio de 15.9856 pesos mexicanos por dólar americano, corresponde a 4,514.65 pesos anuales (cuatro mil quinientos catorce pesos con sesenta y cinco centavos, MN).

Valor de la actividad ecoturística. Los servicios recreacionales se han ido incrementando en los últimos años, representando una parte significativa del valor de uso de los bosques mexicanos. Se estima que los ingresos anuales obtenidos por ecoturismo en el país podrían alcanzar entre 30 y 34 millones de dólares. Esto de acuerdo con diferentes estimaciones realizadas sobre el valor que la población le otorga a la biodiversidad de distintas áreas ecoturísticas del país (CSERGE, 1993) (Ver cuadro siguiente).

En este sentido para lograr determinar el valor económico del potencial ecoturístico de las áreas de cambio de uso de suelo, se tomó como referencia el ingreso anual por hectárea que recibe la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, área natural cercana al sitio del proyecto en la que tienen lugar actividades ecoturísticas. Así entonces, las 3.138 hectáreas de cambio de uso de suelo, se relacionan con un valor económico con motivo de un supuesta actividad ecoturística de 0.11 USD anuales (3.138 ha X 0.11 USD), lo cual a un tipo de cambio de 15.9856 pesos mexicanos por dólar americano, corresponde a 5.51 pesos anuales (cinco pesos con cincuenta y un centavos, MN).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

**Cuadro 7.4. Ecoturismo actual y su potencial en seis tipos de bosques**

<i>Turismo</i>	<i>Centro de recreación</i>	<i>Tipo de área</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Visitantes por año (años de referencia)</i>	<i>Precio pagado o disponibilidad a pagar (USD)</i>	<i>Ingreso anual (USD)</i>	<i>Ingreso anual por hectárea</i>
Ecoturistas	El Triunfo (Chiapas)	Reserva de la Biósfera	119 177	150 (1989-1991)	i) 17.15 <sup>1</sup> ii) 75 <sup>2</sup>	i) 2 572.5 ii) 11 250	i) 0.02 ii) 0.09
	Sian ka'an (Quintana Roo)	Reserva de la Biósfera	528 147 <sup>3</sup>	500 (1989-1993)	115 <sup>4</sup>	57 500	0.11
Turistas de destinos múltiples	Izta-Popo (México, Morelos, Puebla)	Parque Nacional	55	12 406	15 <sup>5</sup>	12 406	225
	Lago Arareco (Chihuahua)	Complejo Ecoturístico	20 000	7 500 (1992-1993)	i) 3.336 <sup>6</sup> ii) 4.42 <sup>7</sup>	i) 24 974 ii) 33 150	i) 1.24 ii) 1.65
	Mariposa Monarca (Michoacán)	Reserva Especial	16 110	47 500 (1986-1992)	i) 5 <sup>8</sup> ii) 30 <sup>9</sup>	i) 237 500 ii) 1 425 000	i) 14.7 ii) 88.4
	Barranca del Cobre (Chihuahua)	Declarado Parque Nacional	450 000	55 000 (1992)	i) 3.27 ii) 8.20	i) 179 850 ii) 451 000	i) 0.40 ii) 1.01

Fuente: CSERGE, 1993, Working Paper 15, citado en El Banco Mundial, *Mexico Resource Conservation and Forest Sector Review* (Washington D.C.: The World Bank, 1995). i) Corresponde al precio real pagado; ii) Corresponde al precio disponible a pagar.

<sup>1</sup> Promedio individual estimado de gasto por servicios de transportación, comida y servicios de guía en un *tour*.

<sup>2</sup> Posible donación individual basada en el promedio del excedente del consumidor de \$470, calculado con un análisis de costo de viaje (Touval 1992).

<sup>3</sup> Este número se refiere únicamente a los visitantes de la reserva tomando el *tour* de un día en bote. El número total de visitantes es probablemente más alto, pero muchos de los visitantes entran a Sian Ka'an a través de muchas entradas que no están controladas (Bezauri 1993).

<sup>4</sup> El precio de un día de *tour* en bote en la reserva.

<sup>5</sup> Los números mayores se refieren solamente a los visitantes que pasan la noche, los cuales pagan una cuota de entrada menor a un dólar.

<sup>6</sup> Cuota de entrada individual.

<sup>7</sup> Cuota de entrada más el promedio ponderado de otros servicios adquiridos por los visitantes (alquiler de botes, bicicletas de montaña, caballos, espacio para acampar).

<sup>8</sup> Admisión al santuario (adultos).

<sup>9</sup> Precio promedio de un *tour* desde la ciudad de México (transportación, boleto de admisión).

Valor económico de los recursos forestales del predio por su propia existencia. Existen estimaciones que consideran que las personas estarían dispuestas a pagar 10 dólares por hectárea para dejar como legado a futuras generaciones la supervivencia de los bosques nacionales. En la siguiente tabla se presenta el valor de existencia para distintas áreas de importancia para la conservación de México; el valor obtenido se relaciona con donaciones y compras de deuda con fines conservación. Para el caso de Sian Ka'an, área natural cercana al sitio del proyecto, éste valor es de 15.53 USD por hectárea.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

**Cuadro 7.8. Evidencias de valores de existencia en México (CSERGE, 1993, citado por UAES, 1997)**

<i>Área</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Valor obtenido (USD)</i>
Selva Lacandona, Montes Azules en Chiapas (canje de deuda por naturaleza)	385 000	4 000 000
Reserva de la biósfera de Sian Ka'an en Quintana Roo (donaciones de organizaciones)	528 147	34 000
Sitios varios (donaciones de organizaciones)	No disponible	809 622
Barranca del Cobre en Chihuahua (encuestas a visitantes)	450 000	100 000
Varias áreas (contribuciones provenientes de los Estados Unidos de América)	190 869	5 528 809

Si se considera el valor reportado para Sian Ka'an, de 15.53 USD por hectárea para la conservación de las áreas naturales, se tiene que el valor para mantener la integridad de las áreas de cambio de uso de suelo al interior del predio de interés corresponde a 48.73 USD, lo cual a un tipo de cambio de 15.1706 pesos mexicanos por dólar americano, corresponde a 779.03 pesos (setecientos setenta y nueve pesos con tres centavos MN).

Valor económico de las materias primas forestales. El bosque templado mexicano cuenta con al menos 613 especies de plantas utilizables, que con el conocimiento y la tecnología actual podrían generar 1.17 millones de toneladas de biomasa con un valor en el mercado de 528 millones de dólares. El bosque tropical, con al menos 574 especies de plantas, podría generar 1.6 millones de toneladas de materia vegetal con un valor en el mercado de 729 millones de dólares (Gobierno de México, 1996a).

Para la estimación de la valoración económica directa de los recursos forestales maderables existentes al interior del área de afectación, se partió de los siguientes criterios:

- Se considera con valor para aserrío árboles con DAP mayor o igual a 35 cm.
- Se considera con valor para palizada (postes), leña y carbón árboles con DAP mayor o igual a 05 cm y menor a 35 cm.
- En el mercado regional, los productos forestales maderables, tienen un costo por metro cúbico que oscila entre \$ 1,250 y \$ 1,700.
- Se consideró un coeficiente de aprovechamiento del 70 % del Volumen Total Árbol para los productos postes, palizada y carbón vegetal.
- Se consideró un coeficiente de aprovechamiento del 40 % del Volumen Total Árbol para los individuos arbóreos que producirán materia prima para aserrío.

Por lo anterior y con base en los resultados obtenidos del inventario forestal que se levantó en el predio, se concluye que en la superficie donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo únicamente se pueden obtener productos o materia prima forestal de "postes", "morillos", "soleras", "leña" y/o "carbón vegetal"; ya que los

productos o materia prima forestal con características para aserrío –diámetros iguales o por arriba de los 35 centímetros-, representan menos del 3% de las existencias totales. En este grupo, sólo se registró a la especie *Chloroleucon mangense*, misma que por sus características de calidad de la madera, no es comerciable en el mercado.

En efecto, tomando en cuenta todos los individuos arbóreos y arbustivos con diámetro normal igual mayor a 5 cm, cuyos parámetros dasométricos fueron recabados durante el inventario forestal realizado en el predio, se concluye que el cambio de uso de suelo de 3.138 hectáreas que se propone representa la remoción estimada de 19,112 árboles de categorías diamétricas menores de 35 cm, con un valor del recurso biológico estimado de 212,144.82 pesos; representa además, la remoción estimada de 63 individuos arbóreos pertenecientes a categorías diamétricas superiores a los 35 cm, con un valor del recurso biológico estimado de 8,075.00 pesos. Por tanto, el valor económico total estimado de las materias primas forestales que derivarán del cambio de uso de suelo del proyecto corresponde a 220,219.82 pesos (doscientos veinte mil doscientos treinta y dos pesos con ochenta y seis centavos, MN), cuyo desglose por especie y por tipo de producto se muestra más adelante.

Valor económico de las especies de fauna silvestre. De las referencias localizadas sobre la valoración de vertebrados silvestres en México, la mejor corresponde el estudio “Importancia Económica de los Vertebrados Silvestres de México” (Pérez-Gil Salcido R. et al., 1996). En éste se hace una revisión minuciosa sobre la existencia de vertebrados silvestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) así como de su uso y valor económico asociado; no obstante dicho estudio no llega a datos específicos sobre el valor económico de los vertebrados silvestres para sus diversos usos. No obstante los distintos usos de las especies de vertebrados silvestres, cabe hacer mención que para muy pocas especies está regulado su uso o aprovechamiento, de tal forma que muchas de las actividades relacionadas con la utilización de las mismas se realizan fuera de las normas establecidas por la reglamentación mexicana, incluyendo la cacería, la extracción comercial de especímenes vivos y las colectas científicas y de aficionados.

Por otra parte, y a pesar de reconocer el valor económico de algunas especies de vertebrados silvestres presentes en el predio, la empresa promovente no pretende realizar aprovechamiento alguno de estos (ya sea con fines de cacería deportiva o comercial), consciente de que para ello se tendría que contar con una Unidad de Manejo Ambiental autorizada por la SEMARNAT; además dado que el predio está enclavado en la zona turística Riviera Maya, carece de interés cinegético, estando restringidas además las actividades agropecuarias que se permiten llevar a cabo en la unidad de gestión ambiental a la que pertenece el predio de interés.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Especie	Nombre común	Remoción total y por producto (m3)			Valoración económica por producto (MN)		
		Postes, carbón	Aserrío	Total	Postes, carbón	Aserrío	Total
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	45.11	0	45.11	56,385.13	0.00	56,385.13
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	26.67	0	26.67	33,341.89	0.00	33,341.89
<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	10.20	4.75	14.95	12,750.00	8,075.0	20,825.00
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	12.64	0	12.64	15,795.56	0.00	15,795.56
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	9.41	0	9.41	11,766.21	0.00	11,766.21
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	8.73	0	8.73	10,916.57	0.00	10,916.57
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilché	6.95	0	6.95	8,689.49	0.00	8,689.49
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	6.85	0	6.85	8,560.76	0.00	8,560.76
<i>Sabal yapa</i>	Huano	4.85	0	4.85	6,063.33	0.00	6,063.33
<i>Trichilia sp</i>	Escobeta	4.00	0	4.00	4,994.85	0.00	4,994.85
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	3.39	0	3.39	4,235.32	0.00	4,235.32
<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador	3.07	0	3.07	3,836.25	0.00	3,836.25
<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	2.65	0	2.65	3,308.44	0.00	3,308.44
<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	2.45	0	2.45	3,063.85	0.00	3,063.85
<i>Thouinia paucidentata</i>	Hueso de tigre	2.38	0	2.38	2,973.74	0.00	2,973.74
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Supté	2.26	0	2.26	2,819.26	0.00	2,819.26
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	1.96	0	1.96	2,445.93	0.00	2,445.93
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	1.80	0	1.80	2,252.83	0.00	2,252.83
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	1.74	0	1.74	2,175.59	0.00	2,175.59
<i>Vachellia pennatula</i>	Chimay	1.53	0	1.53	1,918.12	0.00	1,918.12
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	1.46	0	1.46	1,828.01	0.00	1,828.01
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	1.42	0	1.42	1,776.52	0.00	1,776.52
<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo	1.35	0	1.35	1,686.40	0.00	1,686.40

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Especie	Nombre común	Remoción total y por producto (m3)			Valoración económica por producto (MN)		
		Postes, carbón	Aserrío	Total	Postes, carbón	Aserrío	Total
Coccoloba acapulcensis	Uvero	1.20	0	1.20	1,506.18	0.00	1,506.18
Lonchocarpus xuul	Correa	1.01	0	1.01	1,261.59	0.00	1,261.59
Sideroxylon salicifolium	Zapote faisán	0.80	0	0.80	1,004.12	0.00	1,004.12
Swartzia cubensis	Katalox	0.70	0	0.70	875.39	0.00	875.39
Pouteria reticulata	Zapotillo	0.55	0	0.55	682.29	0.00	682.29
Exothea diphylla	Huayancox	0.51	0	0.51	643.67	0.00	643.67
Randia aculeata	Cruceta	0.46	0	0.46	579.30	0.00	579.30
Tabebuia chrysantha	Maculis	0.37	0	0.37	463.44	0.00	463.44
Cameraria latifolia	Chechem blanco	0.28	0	0.28	347.58	0.00	347.58
Cordia dodecandra	Siricote	0.24	0	0.24	296.09	0.00	296.09
Malmea depressa	Elemuy	0.12	0	0.12	154.48	0.00	154.48
Lippia yucatanana	Gusanillo	0.12	0	0.12	154.48	0.00	154.48
Thrinax radiata	Palma chit	0.12	0	0.12	154.48	0.00	154.48
Vachellia cornigera	Subín	0.09	0	0.09	115.86	0.00	115.86
Guazuma ulmifolia	Pixoy guásuma <sup>o</sup>	0.09	0	0.09	115.86	0.00	115.86
Croton gaumeri	Perezcut	0.07	0	0.07	90.11	0.00	90.11
Malvaviscus arboreus	Tulipancillo	0.06	0	0.06	77.24	0.00	77.24
Coccoloba barbadensis	Sacbob	0.03	0	0.03	38.62	0.00	38.62
<b>Sumatoria</b>		<b>164.79</b>	<b>4.60</b>	<b>169.39</b>	<b>212,144.82</b>	<b>8,075.0</b>	<b>220,219.82</b>

Con todo, en el supuesto caso de que se autorizara la comercialización de especies de fauna silvestre a través de una Unidad de Manejo Ambiental (UMA) autorizada por la SEMARNAT, cuyas especies de aprovechamiento fueran el venado cola blanca y el jabalí<sup>2</sup>, se tiene que el costo de la venta de un cintillo de venado corresponde a aproximadamente de \$2,500.00; no obstante la venta de la cabeza del venado como trofeo para su cazador podría alcanzar un costo estimado de \$5,000.00. Por su parte la venta del cintillo de jabalí se estima en \$1,000.00 y su trofeo en \$2,500. Por lo tanto, si la tasa de aprovechamiento anual de ambas especies en la UMA fuera de un individuo por cada 10 hectáreas, y tomando en consideración que por la superficie total del predio, sólo podrían extraerse hasta 1 ejemplar por especie por año, los ingresos anuales por tal concepto podrían alcanzar un máximo de \$11,000.00 (once mil pesos, MN) suponiendo la venta de todos los cintillos y trofeos por temporada. Nótese que la superficie de cambio de uso del suelo es menor a la que se requiere para soportar una actividad extractiva, con fines cinegéticos (10 hectáreas).

Para la observación de aves en la región, se cuenta con datos que indican que un turista está dispuesto a pagar hasta 50 USD por tour guiado por un especialista, en grupos que no rebasen las seis personas (L. Ku Quiñonez, comunicación personal). Aunque la riqueza de especie de aves en el predio es baja y no se registran especies excepcionales que pudiera suponer el desarrollo de esta actividad de manera sostenida, en el supuesto que se pudiera realizar y considerando la venta completa de hasta tres tours por semana, se podrían obtener 46,800 USD anuales, que a un tipo de cambio de 15.9856 pesos mexicanos por dólar americano, corresponde a 748,126.08 pesos (setecientos cuarenta y ocho mil ciento veintiséis pesos con ocho centavos, MN).

Resumen de la valoración económica de los recursos biológicos del área de cambio de uso del suelo

Como se presenta en la siguiente tabla resumen, la estimación económica de los recursos biológicos del área de cambio de uso de suelo se relaciona con un monto de \$588,346.58 (quinientos ochenta y ocho mil trescientos cuarenta y seis pesos con cincuenta y ocho centavos, MN) para los recursos forestales y con \$759,126.08 anuales para el caso de los recursos faunísticos.

---

<sup>2</sup> Existen otros grupos de fauna silvestre en el predio que sería posible aprovechar a través de UMA's como es el caso del sereque o el tepezcutile, sin embargo, no se tienen datos del valor económico de estos recursos en la región.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Recursos biológico	Concepto de valoración	Valor por hectárea (dólares)	Superficie (ha)	Total dólares	Total pesos mexicanos
Recursos forestales	Valor del depósito de carbono por hectárea	\$3,600.00	3.138	\$11,296.80	\$180,586.13
	Valor de los costos de restauración por la conversión de las áreas de cambio de uso de suelo a pastizales	\$3,633.00	3.138	\$11,400.35	\$182,241.44
	Valor farmacéutico	\$90.00	3.138	\$282.42	\$4,514.65
	Valor de la actividad ecoturística	\$0.11	3.138	\$0.35	\$5.51
	Valor por su propia existencia	\$15.53	3.138	\$48.73	\$779.03
	Materias primas forestales				
	Postería, leña y carbón vegetal				\$212,144.82
	Aserrío				\$8,075.00
<b>Subtotal Recursos forestales</b>					<b>\$588,346.58</b>

Recursos biológico	Concepto de valoración	Valor unitario	Aprovechamiento anual	Total dólares	Total pesos mexicanos
Fauna silvestre	Cacería cinegética				
	Cintillo de venado	\$2,500.00	1 Pieza		\$2,500.00
	Cintillo de jabalí	\$1,000.00	1 Pieza		\$1,000.00
	Venta de trofeo de venado	\$5,000.00	1 Pieza		\$5,000.00
	Venta de trofeo de jabalí	\$2,500.00	1 Pieza		\$2,500.00
	Observación de aves	50.00 USD	156 tours con 6 personas	\$46,800	\$748,126.08
<b>Subtotal Fauna silvestre</b>				<b>\$46,800</b>	<b>\$759,126.08</b>

### 2.5.1. Operación y mantenimiento

Las principales actividades que se realizarán en el proyecto durante la operación del proyecto se detallan a continuación:

#### 2.5.1.1. Estancia y alimentación

El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II tendrá una oferta de 152 departamentos de tres recámaras con capacidad de albergar hasta siete personas como máximo, por lo que la capacidad de hospedaje es de 1,064 huéspedes de manera simultánea. Suponiendo un comportamiento semejante al que reporta SEDETUR para la Riviera Maya para el año 2014, la ocupación promedio podría estar en 84.9% y la estadía promedio en 6.2 días.

### **2.5.1.2. Personal y jornada laboral**

La etapa de operación y mantenimiento involucra la operación hotelera de un total de 152 departamentos de tres recámaras, un spa y dos restaurantes de especialidades – adicionales a los asociados al condohotel en la playa- durante una vida útil estimada en 75 años. Considerando el giro del inmueble y su tipo de operación se anticipa que éste estará abierto todo el año y operará por secciones durante las 24 horas del día, en tres turnos de 8 horas cada uno. La plantilla laboral estará conformada por hasta 300 trabajadores de tiempo completo, cuya distribución a lo largo de una semana de trabajo típica puede ser como la que se muestra enseguida.

### **2.5.1.3. Demanda de insumos principales**

El abasto de agua potable al inmueble estará a cargo de las promoventes, mediante la extracción de agua salobre del subsuelo, su potabilización y distribución interna. Se prevé una demanda diaria del orden de 1,200 m<sup>3</sup>, sin embargo, se ha previsto la construcción y operación de un sistema de desalación diseñado para producir hasta 1,499 m<sup>3</sup>/día de agua permeada con una calidad menor de 300 mg/l, mediante el proceso de osmosis inversa. Para llevar a cabo esta actividad deberá obtenerse la autorización en materia de impacto ambiental, así como la autorización de aprovechamiento del recurso por la CONAGUA. Las promoventes estarán sujetas a los lineamientos de aprovechamiento que determinen estas autoridades.

La demanda de electricidad será atendida por la Comisión Federal de Electricidad a través de sus líneas de distribución, mismas que serán subterráneas al interior del fraccionamiento turístico proyectado. La acometida principal se ubicará en la esquina noroeste del predio. Se estima que el consumo anual puede ser del orden de 3 millones de KWH. Para prevenir la falta de continuidad en el servicio se ha proyectado instalar una par de plantas de emergencia que operarán a diésel, abastecidas desde tanques de 300 L de capacidad.

Las cocinas, lavandería y habitaciones demandarán instalaciones de gas LP, la cual estará diseñada para operar en Baja Presión Regulada. Se prevé la colocación de ocho

cilindros de 5,000 L de capacidad de agua cada uno, cuatro ubicados en la azotea del condohotel que se ubicará en la playa, dos más en la azotea del restaurante La Casona, en el área de spa y restaurantes, dos en el edificio de apoyo en el área de servicios, desde donde se abastecerá de agua caliente al condohotel en la selva. El diseño final de la instalación de gas LP se desarrollará en una etapa posterior, sin embargo, previamente al inicio de la operación de las instalaciones se contará con el dictamen correspondiente en cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDF-2004. Los tanques de gas LP deberán cumplir con los criterios y especificaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SES-2011 y del código ASME sección VIII división 1, última edición y adenda.

Es importante señalar que la cantidad de diésel y gas LP que se prevé serán almacenados en el predio como parte del proyecto, es menor a la que establece la el primer y segundo listados de actividades altamente riesgosas, por lo que la operación del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no puede considerarse como altamente riesgosa.

#### **2.5.1.4. Mantenimiento preventivo**

Durante la operación del inmueble se deberá contar con un Programa anual de mantenimiento preventivo que permita tener a punto las instalaciones, equipo y maquinaria requerida para la operación del condohotel. Este programa no puede ser desarrollado a priori, pero deberá ser elaborado dentro del primer semestre de operación de las instalaciones.

#### **2.5.1.5. Prevención de riesgos ambientales**

Las promoventes contarán con un Programa interno de protección civil debidamente acreditado por la autoridad local competente, el cual contendrá el plan operativo para la implementación de las unidades internas de protección civil y de las acciones que cada una desarrollará para atender cualquier posible contingencia; de tal suerte que exista una identificación y evaluación de los riesgos internos y externos a los que estará expuesto el inmueble, a fin de tomar las medidas cautelares y preventivas correspondientes. Con base en este programa las instalaciones contarán con la debida señalización de riesgos, rutas de evacuación y sitios de reunión

Adicionalmente, como lo establece la Secretaría del Trabajo y Previsión Social a través de la Norma Oficial Mexicana NOM-019-STPS-2011, se conformará la Comisión Mixta de Seguridad e Higiene, la cual tendrá a su cargo la verificación del buen

funcionamiento de las instalaciones, cumplimiento a las normas laborales y ambientales vinculadas a la prevención de riesgos laborales, civiles y ambientales.

En este contexto, el inmueble incluirá la instalación de un sistema de red de tierras físicas para prevenir riesgos por electricidad estática en los términos que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2008; la verificación del cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011 de los equipos sujetos a presión que se instalen; la colocación del código de colores para indicar riesgos en cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008; y la dotación de extintores y una red de combate a incendios.

#### **2.5.1.6. Prevención de la contaminación ambiental**

Para prevenir la contaminación del suelo, subsuelo y acuífero se incluirá un sardinel o una rejilla de contención en todas las áreas en las que exista la posibilidad de escurrimiento de líquidos, tales como las cámaras de basura, almacenes de químicos y almacenes de combustible. Asimismo, se incluirá en el Programa de mantenimiento preventivo anual la revisión y mantenimiento preventivo de la red de drenaje sanitario y la planta de tratamiento de aguas residuales, a fin de prevenir fugas de aguas residuales. En este mismo tenor, se llevará a cabo el monitoreo periódico de la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales a fin de verificar el cumplimiento a las normas oficiales mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997, así como a las condiciones particulares de descarga que establezca la CONAGUA en el título de concesión que emita para la descarga de aguas residuales al subsuelo. También se llevará cabo el análisis de la calidad de los lodos que se generen en la planta de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002.

Para prevenir la contaminación a la atmósfera se incluirá, como parte del Programa de mantenimiento preventivo anual, el monitoreo anual de emisiones a la atmósfera de las fuentes fijas que se instalen en el condohotel de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011 y se llevará bitácora de mantenimiento y operación de estos equipos. Considerando el giro del establecimiento que se proyecta y su demanda operativa, se prevé que las fuentes fijas que se instalarán consistirán en calentadores de agua y generadores de vapor, a base de gas LP, de capacidad térmica nominal menor a 5.3 GJ/h, por lo que sólo se estará obligado al monitoreo del monóxido de carbono (CO), cuyo nivel máximo permisible de emisión es de 500 ppmv.

#### **2.5.1.7. Mantenimiento de áreas verdes**

Las actividades de mantenimiento de áreas verdes incluye poda del césped, setos, árboles y arbustos por medios manuales o mecánicos; recolección de los desechos vegetales y traslado hasta el vertedero dentro de la propiedad. Los trabajos estarán planificados en rutina semanal y durante los 365 días del año y las tareas diarias se supervisarán por el Gerente de Áreas Públicas del condohotel. Se prevé el uso de podadoras, desbrozadoras y herramientas de mano para la realización de los trabajos habituales. Para el equipo se prevé el uso de gasolina, cuya cantidad de almacenamiento no se anticipa mayor a 200 L en un momento dado.

Los tratamientos fitosanitarios se realizarán siempre asegurando el cuidado del ambiente, por ello las promoventes restringirán el uso de fertilizantes, insecticidas, bactericidas, fungicidas y herbicidas, a aquellos de baja y media toxicidad que están avalados por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST). Se llevará una bitácora de uso y aplicación de agroquímicos.

Se anticipa que se contará con un vivero de reproducción de plantas de ornato y planta nativa cuyo único propósito será el de abastecer de plantas al condohotel, a fin de sustituir aquellas plantas que llegaran a morir por el motivo que fuere.

#### **2.5.1.8. Control sanitario**

Para prevenir la proliferación de fauna nociva y para asegurar la higiene dentro de las áreas operativas se instalará un cerco sanitario que empleará, entre otros métodos de control, el uso de pesticidas y otros controles químicos de baja y media toxicidad que estarán avalados por la CICOPLAFEST y la Secretaría de Salud Estatal.

### **2.5.2. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones**

Al término de la vida útil de las obras que se proyectan se deberá llevar a cabo el desmantelamiento de las instalaciones a fin de facilitar el retorno del predio a su condición natural, para ello se prevé la ejecución de las siguientes acciones:

Desmantelamiento de los departamentos, oficinas y áreas operativas, es decir, retiro de muebles, equipos y ornamentos, tanto en interiores como en exteriores; y traslado de éstos a alguna bodega para su probable comercialización o remate.

Demolición de las obras y estructuras construidas, incluidos los cimientos, y traslado de los residuos pétreos a algún sitio en el que se puedan emplear como material de relleno. Los productos orgánicos deberán ser picados o triturados para acelerar su descomposición y podrían, en caso dado, conservarse al interior del predio para que se reintegren, mediante la cadena de detritus, al suelo.

Excavación de líneas de distribución de electricidad y agua potable y de conductos de la red de drenaje sanitario; así como su retiro del predio para su probable comercialización como material de segunda o su desecho como residuo sólido.

#### **2.5.2.1. Limpieza general**

Reforestación de las áreas clareadas utilizando especies nativas propias de los ecosistemas presentes en la región, a fin de acelerar la recuperación natural del terreno.

Monitoreo del proceso de recuperación y, en su caso, aplicación de las medidas pertinentes que permitan el retorno gradual de las condiciones naturales.

Se estima que el período de tiempo para retornar a condiciones naturales el predio de interés oscilaría alrededor de los 25 años.

#### **2.5.3. Programa de trabajo**

La ejecución de las diversas obras que componen el proyecto, en sus etapas Preparación del Sitio y Construcción, se estima en diez años contados a partir de la obtención de la autorización federal. Sin embargo, la etapa de Operación se estima en 75 años, considerando la calidad de los materiales que se emplearán y su vida útil, contados a partir de la finalización de la etapa de construcción de cada una de las obras proyectadas. Enseguida se presenta el calendario de obra para las etapas de Preparación del Sitio y Construcción.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Actividad	2015			2016			2017			2018		
	2	3		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Obras provisionales												
- Construcción de casetas de acceso	■											
- Acondicionamiento del campamento de obra	■	■										
- Colocación de tapiales		■	■									
- Habilitación del camino de acceso		■	■	■								
- Obra de conexión a equipamiento urbano			■	■								
Edificio B, Condohotel playa												
- Preparación del sitio			■	■	■							
- Cimentaciones				■	■	■	■	■				
- Urbanización					■	■	■	■	■	■		
- Obra negra						■	■	■	■	■	■	
- Infraestructura hidráulica							■	■	■	■	■	
- Infraestructura eléctrica								■	■	■	■	
- Infraestructura hidrosanitaria									■	■	■	■
- Acabado vialidad interna										■	■	
- Acabados en exteriores											■	■
- Acabados en interiores											■	■
- Jardinería												■
- Pruebas y detalles												■

Actividad	2015			2016			2017			2018		
	2	3		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Obras complementarias												
- Preparación del sitio			■	■	■							
- Cimentaciones				■	■	■	■	■				
- Urbanización					■	■	■	■	■			

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Actividad	2015			2016			2017			2018		
	2	3		1	2	3	1	2	3	1	2	3
- Obra negra												
- Infraestructura hidráulica y PD												
- Infraestructura eléctrica												
- Infraestructura hidrosanitaria y PTAR												
- Acabado vialidad interna												
- Acabados en exteriores												
- Acabados en interiores												
- Jardinería												
- Pruebas y detalles												

Actividad	2018			2019			2020			2021	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Edificio A, Condohotel playa											
- Preparación del sitio											
- Cimentaciones											
- Urbanización											
- Obra negra											
- Infraestructura hidráulica											
- Infraestructura eléctrica											
- Infraestructura hidrosanitaria											
- Acabado vialidad interna											
- Acabados en exteriores											
- Acabados en interiores											
- Jardinería											
- Pruebas y detalles											

Actividad	2019			2020			2021			2022		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Restaurantes												
- Preparación del sitio												

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Actividad	2019			2020			2021			2022		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
- Cimentaciones												
- Urbanización												
- Obra negra												
- Infraestructura hidráulica												
- Infraestructura eléctrica												
- Infraestructura hidrosanitaria												
- Acabado vialidad interna												
- Acabados en exteriores												
- Acabados en interiores												
- Jardinería												
- Pruebas y detalles												

Actividad	2020			2021			2022			2023	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Spa											
- Preparación del sitio											
- Cimentaciones											
- Urbanización											
- Obra negra											
- Infraestructura hidráulica											
- Infraestructura eléctrica											
- Infraestructura hidrosanitaria											
- Acabado vialidad interna											
- Acabados en exteriores											
- Acabados en interiores											
- Jardinería											
- Pruebas y detalles											

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Actividad	2022		2023			2024			2025		
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Edificios Condohotel selva											
- Preparación del sitio		■	■	■							
- Cimentaciones			■	■	■	■	■				
- Urbanización				■	■	■	■	■			
- Obra negra					■	■	■	■	■	■	
- Infraestructura hidráulica y PD						■	■	■	■	■	
- Infraestructura eléctrica								■	■	■	■
- Infraestructura hidrosanitaria y PTAR									■	■	■
- Acabado vialidad interna									■	■	
- Acabados en exteriores										■	■
- Acabados en interiores											■
- Jardinería											■
- Pruebas y detalles											■

## **2.5.4. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera**

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

Los residuos líquidos que serán generados en estas etapas consisten en aguas negras y aguas grises que se generarán en el comedor provisional de obra. Para el manejo de estos residuos se implementarán las siguientes estrategias:

- Se equipará la zona del proyecto con suficientes sanitarios portátiles, a razón de 1 por cada 20 trabajadores como mínimo. Para su manejo se seguirán los siguientes lineamientos:
- Deberán de ser distribuidos de tal manera que el personal tenga acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando.
- Los sanitarios se asearán cada tercer día como mínimo.
- Se dotará a los sanitarios de bote para contener los residuos sanitarios.
- En caso de haber personal femenino en la obra se habilitarán sanitarios específicos para ellas.
- Se promoverá el uso de los sanitarios a través de una buena señalización.
- Las aguas grises o de lavado que se generen en el comedor provisional de obra se canalizarán a una fosa prefabricada.
- Las aguas negras que se generen en la oficina provisional de obra se canalizarán a una fosa prefabricada.
- Para la prestación del servicio de arrendamiento de sanitarios y limpieza de fosas sépticas se elegirá a empresas que cuenten con autorización del H. Ayuntamiento de Solidaridad y de la CAPA.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se tomarán las siguientes medidas para minimizar las emisiones a la atmósfera:

- Para la reducción de polvos y finos en suspensión instalará un tapial perimetral de las áreas de aprovechamiento para reducir la dispersión de polvos hacia el exterior.
- Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.
- Los materiales pétreos que se almacenen en la obra se mantendrán húmedos para minimizar la dispersión de polvos.

- Luego de aplicar material de relleno susceptible de generar polvos se aplicará agua para minimizar la dispersión de polvos.
- Los vehículos y maquinaria que se empleen en la obra deberán contar con silenciador con la finalidad de evitar molestar o afectar a las especies de fauna, respetando el nivel máximo permisible de emisión de ruido por las fuentes móviles de 68 dB.
- La velocidad máxima de tránsito al interior de la obra será de 30 Km/hr con objeto de minimizar el levantamiento de polvo en los caminos provisionales.

#### **2.5.4.2. Etapa de operación y mantenimiento**

Para el manejo de las aguas residuales se contará con una red interna de drenaje sanitario que canalizará las aguas residuales hacia una planta de tratamiento de aguas residuales. El sistema de tratamiento constará de un tratamiento biológico a lodos activos compuesto por una primera fase acumulación, a partir de la que las aguas se envían de manera homogénea a la fase de oxidación biológica, que lleva a cabo la eliminación de la contaminación orgánica y la nitrificación. Una fase de sedimentación final alcanza la separación de los lodos y su recirculación a la fase de oxidación. El tratamiento termina con una fase terciaria de desinfección por medio de cloración y filtración en presión sobre capas de cuarcita y carbono activo, para alcanzar un nivel de depuración que permita reutilizar las aguas tratadas para el riego de zonas verdes y reutilizar en sanitarios.

La planta tendrá una capacidad para el tratamiento de hasta 1,225 m<sup>3</sup> diarios (14.18 lps), es decir, mayor al caudal diario de aguas residuales que se espera sean generadas por la operación del inmueble, que es de 960 m<sup>3</sup> diarios.

El análisis de la calidad del agua tratada se realizará por lo menos cada tres meses de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 y se presentarán a CONAGUA de manera trimestral. Además, se enviarán reportes anuales a la SEMARNAT mediante la presentación de la Cédula de Operación Anual, de conformidad con el artículo 9 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Asimismo, deberán respetarse los artículos aplicables establecidos en el Título Séptimo de la Ley de aguas Nacionales, Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas y Responsabilidad por Daño Ambiental.

Entre los equipos necesarios para la operación de las obras proyectadas, se incluyen calentadores cuyas emisiones a la atmósfera están normadas por la Norma Oficial

Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011, por tanto, se seleccionará para su compra equipos que garanticen una baja emisión de contaminantes. Una vez de inicio la operación de los equipos se implementará una bitácora de operación y se programará el monitoreo de emisiones a fin de determinar el cumplimiento de la normatividad aplicable. Los resultados de los monitoreos se reportarán a la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo mediante la presentación de la Cédula de Desempeño Ambiental.

### **2.5.5. Generación y manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos**

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

Los residuos sólidos que se espera sean generados en estas etapas se consideran residuos de manejo especial, tales como residuos vegetales y escombros derivados de las obras, residuos sanitarios y tóneres, así como residuos orgánicos e inorgánicos asociados al consumo de alimentos y bebidas de los trabajadores; y algunos residuos peligrosos, en pequeña cantidad.

Para el manejo de estos residuos se implementarán las siguientes estrategias:

- Se equipará la zona del proyecto con suficientes contenedores para el adecuado depósito de residuos sólidos. A fin de propiciar un buen manejo de los residuos sólidos cada frente de trabajo contará con al menos 4 contenedores, uno para residuos sólidos reciclables (plástico (PET, PEAD, PVC), cartón, aluminio, metal ferroso y no ferroso), dos para residuos no reciclables (bolsas de cemento y cal, madera de cimbra, escombros, bolsas de plástico, plástico no reciclable, etc.) y uno para residuos peligrosos, con tapa.
- Los residuos de obra se concentrarán temporalmente en un área que se adecuará para ello, misma que contará con una base de sascab compactado, malla perimetral y puerta de acceso controlada.
- Se promoverá a través de una buena señalización, la separación de residuos sólidos entre los trabajadores y empleados de la obra. Dichos letreros deberán ser del tipo informativo y destacar los siguientes aspectos:
  - No disponer materiales o residuos dentro de las áreas verdes.
  - No depositar residuos de ninguna clase en el mar y/o cuerpos de agua.
  - No dejar en el sitio del proyecto los residuos sólidos generados durante la obra.
  - Mantener las áreas de trabajo limpias.
  - Utilizar los contenedores para tirar los desechos.

- Se realizará una separación de residuos sólidos de acuerdo con su naturaleza, considerando al menos las siguientes categorías:
- Desechos orgánicos.
- Desechos inorgánicos reciclables.
- Desechos inorgánicos no reciclables.
- Residuos de manejo especial.
- Residuos peligrosos.
- El manejo de los residuos se hará siguiendo estos lineamientos:
- Desechos orgánicos (restos de comida). Los desechos orgánicos de cocina de obra se recolectarán en contenedores libres de fuga, con bolsa de plástico para facilitar su manejo, y tapa. Una vez llenas las bolsas se cierran y trasladan a un área de acopio temporal para que al final del día se retiren de la obra con destino al relleno sanitario de Playa del Carmen.
- Desechos inorgánicos no reciclables. Los residuos inorgánicos que no es posible reciclar o reutilizar se concentrarán en un área de acopio que se ubicará dentro de una de las áreas de aprovechamiento del proyecto. Con la frecuencia necesaria se enviarán al relleno sanitario de Playa del Carmen para su disposición final.
- Desechos inorgánicos reciclables (papel, PVC, cartón, aluminio, metal ferroso). Los residuos sólidos como empaque de cartón, pedacería de PVC, sobrantes de soldadura, metales (cobre, fierro, aluminio, etc.) susceptibles de reutilización, serán canalizados hacia las compañías dedicadas a su reciclaje. Para su recolección se dispondrán contenedores señalizados en los frentes de obra y se habilitará un área de acopio temporal cercada. Con la frecuencia necesaria se entregarán a los recolectores para su disposición final.
- Los residuos sólidos de manejo especial, como tóneres gastados o pilas, se almacenarán temporalmente en un contenedor cerrado y se dispondrán a través del programa de RECICLATÓN que administra el H. Ayuntamiento de Solidaridad en coordinación con el Gobierno del Estado de Quintana Roo. El aceite vegetal usado se recuperará en bidones de 20 L y se dispondrá a través de un recolector autorizado.
- Los residuos peligrosos se almacenarán en un espacio con firme y techo de concreto y muros a base de block, con buen ventilación, dentro de contenedores de metal o plástico, debidamente rotulados, preferentemente de color rojo. El almacén temporal de residuos peligrosos deberá estar debidamente identificado y señalizado y siempre deberá haber en sus inmediaciones un extinguidor disponible. El almacenamiento no deberá hacerse por períodos mayores a 6 meses. La disposición de estos residuos se hará a través de recolectores autorizados por la SEMARNAT, quienes emitirán los manifiestos de recolección

y disposición correspondientes. Las promoventes llevarán registro y control del almacén y lo anotarán en una bitácora.

- En todos los casos se dejará evidencia del manejo de los residuos en bitácora y se conservarán los recibos o manifiestos que se pedirá a los recolectores y al sitio de disposición final.

### **2.5.5.2. Etapa de operación y mantenimiento**

Para el manejo de los residuos sólidos se contará con la siguiente infraestructura:

Área de almacenamiento temporal de residuos con patio de servicio para el acceso de los vehículos recolectores.

Cámara húmeda, la cual se dotará de sistema de refrigeración y servirá para el almacenamiento temporal de los residuos orgánicos y sanitarios que se generen. La cámara contará con rejilla de escurrimientos conectada al drenaje sanitario.

Cámara seca, la cual servirá para el almacenamiento temporal de los residuos inorgánicos no reciclables que serán entregados al servicio de recolección municipal.

Cámaras de acopio de reciclables diferenciadas para el almacenamiento de plásticos, metales, cartón y papel, y vidrio.

Las áreas de generación contarán con contenedores diferenciados por colores y señalizados mediante rótulos en el contenedor y en la pared.

Durante la etapa de operación, las promoventes deberán contar con un Plan de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, de conformidad con la Ley para la prevención y gestión integral de residuos del estado de Quintana Roo.

Los departamentos de steward y áreas públicas serán los encargados de implementar las medidas y estrategias que se enuncien en dicho plan, ya que con ello se asegurará un adecuado manejo y disposición de los residuos que se generen en el predio durante esta etapa. Sin embargo, se deberá involucrar a todo el personal en la cultura de reducción, reuso y reciclado de los residuos, pretendiendo con esto, además de la reducción de contaminación, lograr un uso más eficiente de los recursos. El departamento de calidad será el encargado de supervisar la implementación del plan y también de integrar la bitácora de disposición y de resguardar las evidencias documentales pertinentes. El departamento de recursos humanos será responsable de

la capacitación y formación del personal para lograr los objetivos y metas del plan de manejo de residuos.

Los objetivos del plan de manejo serán los siguientes:

- Coadyuvar con el Gobierno del Estado de Quintana Roo y el Municipio de Solidaridad en la prevención y control de la contaminación generada por el inadecuado manejo de los residuos, así como en la reducción en la generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
- Ejecutar acciones que permitan disminuir la generación de residuos derivados de la operación del establecimiento.
- Propiciar la separación de los residuos en fracciones definidas para lograr su disposición a través de empresas de reciclaje, disminuyendo así la cantidad de residuos que se disponen en el relleno sanitario.
- Valorizar los residuos sólidos a fin de establecer una cultura de reducción, reuso y reciclado de los residuos.

En el plan de manejo se plasmarán las estrategias y acciones necesarias para alcanzar estos objetivos, incluyendo entre otras las siguientes:

- Capacitar permanentemente los colaboradores en el manejo adecuado de los residuos sólidos y manejo especial (se enfocará la capacitación del personal a las áreas dónde desempeñan su labor indicando las acciones específicas aplicables a los procesos a su cargo). Período de ejecución: permanente. Responsable de ejecución: gerente de recursos humanos.
- Dotar de contenedores diferenciados a las áreas de generación de residuos para propiciar su segregación eficiente in situ, lo que permitirá la recuperación de subproductos que se enviarán a reciclaje. Período de ejecución: previo a la apertura del inmueble. Responsable de ejecución: gerente de compras.
- Verificar diariamente la correcta separación de los residuos en las áreas de generación. Período de ejecución: permanente. Responsable de ejecución: chief steward, gerente de áreas públicas, ama de llaves y gerente de calidad.
- Establecer convenios con empresas recolectoras de subproductos reciclables, mismas que deberán estar inscritas en el Padrón de recolectores de residuos del estado de Quintana Roo, a fin de disponer a través de éstos los residuos de plásticos (PET, PEAD, PVC), metales (aluminio, metales ferrosos, metales no ferrosos), cartón y papel, vidrio (botellas), grasas y cochambres de las trampas de grasas y campanas, aceites vegetales quemados, residuos electrónicos y

pilas alcalinas, y lodos derivados de la planta de tratamiento. Período de ejecución: previo a la apertura del hotel. Responsable de ejecución: Compras.

- Implementar una bitácora para el registro de la disposición de residuos reciclables. Período de ejecución: permanente. Responsable de ejecución: Gerente de calidad.

Durante la operación y mantenimiento de las instalaciones proyectadas se anticipa la generación de residuos peligrosos en una cantidad entre 0.4 y 9.99 toneladas, por lo que se considerará a las promoventes como “pequeño generador”. Por tanto, estarán obligadas a autodeterminarse, identificando el tipo y cantidad de residuos peligrosos que generen anualmente y deberán registrarse ante SEMARNAT, previsiblemente como pequeños generadores de residuos peligrosos.

Para el manejo de los residuos peligrosos se contará con la siguiente infraestructura:

Almacén temporal de residuos peligrosos.

En las áreas de generación de residuos peligrosos, como talleres y cuartos de máquinas, se contará con contenedores provisionales de residuos peligrosos, de color rojo, debidamente identificados y rotulados.

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

#### **3.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

Esta Ley es de competencia de la Federación y se publicó en el Diario Oficial el 28 de enero de 1998 y es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto el desarrollo sustentable, entre otros objetivos. Su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental fue expedido mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000.

A continuación se analizan las especificaciones vinculadas a este proyecto:

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

*I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;*

*VII.- Cambio de Uso del Suelo en áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas*

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

Así mismo el artículo 30 de la LGEEPA señala que se deberá presentar a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los

ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el medio ambiente.

**Análisis:** De acuerdo a lo señalado en los artículos antes mencionados, el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, es el mecanismo que se debe aplicar de manera precautoria para identificar los posibles impactos ambientales que se puedan generar por la construcción y operación del proyecto, por ello y en conformidad a lo establecido en dichos artículos, se cumple de manera evidente al presentar este documento de manera previa a la construcción y operación de la obra.

Durante las diferentes fases de desarrollo del proyecto, se aplicarán los criterios establecidos en esta Ley respecto a la prevención de la contaminación en el suelo, agua y aire por lo que se verificará en todo momento el cumplimiento de los siguientes artículos:

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

**Análisis:** Es importante mencionar que el predio presenta ejemplares de diversas especies susceptibles de aprovechamiento. Durante la fase de construcción se utilizarán recursos naturales del área, así como materiales provenientes de distribuidores autorizados. Con respecto a las especies protegidas, antes de iniciar el desmonte del predio se realizará un programa de rescate y reubicación de los individuos que estuvieran bajo algún estatus de protección con el fin de no afectarla.

*Artículo 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:*

*I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;*

*IV. En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;*

*VI. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.*

**Análisis:** El uso de suelo que se pretende no se contrapone a los programas de ordenamiento aplicables para la zona. Adicionalmente, para prevenir la erosión del suelo, el proyecto contempla el aprovechamiento del 35% únicamente, se favorecerá el crecimiento de la vegetación nativa para contener la erosión del suelo, así mismo, el proyecto respetará la permanencia de la vegetación en el resto del predio.

*Artículo 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:*

*II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.*

**Análisis:** Las principales emisiones a la atmósfera provenientes de fuentes móviles se presentarán en la fase de preparación del sitio y construcción, las cuales se generarán a partir del uso de equipos y vehículos, dicho equipamiento se realizará a través de la renta de los servicios especializados por lo que se verificará que cuenten en óptimas condiciones para evitar emisiones que sobrepasen los límites máximos permisibles de acuerdo a la normatividad.

*Artículo 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:*

*III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;*

**Análisis:** El tratamiento se realizará a través de una planta de tratamiento con capacidad para 14.18 lps, la cual cumple con los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996 y las aguas resultantes de ese tratamiento serán utilizadas para el riego de la vegetación de las áreas verdes del proyecto y los excedentes dispuestos a través de un pozo profundo.

*Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:*

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

**Análisis:** En las diferentes etapas del proyecto se contarán con las medidas precautorias para evitar contaminación al suelo por desechos sólidos o líquidos, ya sean peligrosos o no.

### **3.2. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Y SU REGLAMENTO**

Esta Ley es de competencia de la Federación y se publicó en el Diario Oficial el 25 de febrero de 2003 y es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Su Reglamento fue expedido mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005.

De acuerdo con el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) la SEMARNAT sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo; asimismo señala que las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Para determinar la presencia o ausencia de vegetación forestal al interior del predio, desde el punto de vista jurídico, es menester recurrir a la LGDFS y su Reglamento (R-LGDFS).

De acuerdo con el glosario de términos de la LGDFS (Artículo 7), se entiende por cambio de uso de suelo en terreno forestal la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales (fracción V); en tanto que por terreno forestal se entiende el que está cubierto por vegetación forestal

(fracción XL) y por vegetación forestal debe entenderse al conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales (fracción XLV).

Por otra parte en el Artículo 2 del R-LGDFS se definen los tipos de vegetación considerados como vegetación forestal, los cuales se describen en los siguientes apartados:

Bosque, vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;

Selva, vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuals. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;

**Análisis.** De acuerdo con estas definiciones el predio del proyecto presenta vegetación forestal, en particular el cambio de uso de suelo se proyecta sobre áreas con cobertura de vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia. Así mismo podemos encontrar especies de vegetación con algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARAT-2010, por lo que se concluye que en el predio existe vegetación forestal y por tanto se trata de un terreno forestal. Adicionalmente, se presenta también la evaluación de impactos ambientales aplicables al cambio de uso de suelo que se pretende. Para tal efecto, y considerando que el 22 de diciembre de 2010 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal, la solicitud de ambas autorizaciones tiene lugar en el presente Documento Técnico Unificado, dando cumplimiento a la legislación en cita.

### 3.3. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) es de orden público y de interés social, es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

En su Artículo 18 la LGVS establece que “los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.” El promovente cumple con este mandato legal, considerando que no se pretende la explotación o extracción de vida silvestre como parte del proyecto. Es importante mencionar en cambio, que se han establecido zonas de conservación en las que se asegura la salvaguarda de las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.

Al interior del predio, se registraron especies de flora y fauna en alguna categoría de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, mismas que el promovente no tiene interés de aprovechar más que como elementos del paisaje y en su caso, para la reforestación de espacios verdes, y para las cuales se han diseñado estrategias que minimizarán el impacto sobre sus poblaciones, entre las que se incluyen las siguientes:

- En las zonas de intervención directa se llevará a cabo el rescate selectivo de la vegetación con énfasis en las especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, particularmente de la palma chiit (*T. radiata*). Los ejemplares rescatados se resguardarán en un vivero provisional y tras un período de recuperación se reintroducirán al interior de los espacios verdes proyectados.

- Solamente se realizará el desmonte de vegetación sobre la superficie autorizada para el cambio de uso de suelo, dejando gran porcentaje del predio como estado natural, donde únicamente se cuidará la estructura de la vegetación.
- La vegetación rescatada se reforestará en las mismas áreas del predio.
- En las zonas de intervención directa se llevará a cabo el ahuyentamiento de la fauna silvestre a fin de minimizar la posibilidad de encuentro con las cuadrillas de trabajadores y así reducir el riesgo de afectación o daño. En los casos que así lo amerite se llevará a cabo la captura y liberación inmediata de ejemplares al interior del mismo predio.
- El proyecto incluye la preservación de zonas naturales al interior del predio, cabe destacar que únicamente se realizará el cambio de uso de suelo de 3.138 hectáreas, que sumado a la superficie desprovista de vegetación representa únicamente el 35% el total del predio, se respetará en todo momento la vegetación de manglar presente en el predio, mismo que se ubica en la porción central del terreno donde se desarrollará el proyecto.
- El proyecto representa la afectación de 35% de la superficie total del predio por lo que no propiciarán que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción, ni afectarán directamente las poblaciones de dichas especies.

### **3.3.1. Art.60 TER de la LGVS**

En relación al Art.60 TER de la LGVS, se menciona que en ninguna de las etapas del proyecto “Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II” se afectará vegetación de manglar, dado que las obras se colocaran en las áreas con cobertura de vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia y en la superficie actualmente carente de vegetación, por consiguiente no se afectará, ni aprovechará en ninguna forma vegetación de manglar.

El artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, a la letra dice lo siguiente:

*“Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integridad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna,*

*la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.*

*Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.”*

De la lectura del primer párrafo del citado precepto legal se advierte que la prohibición de remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier otra actividad sólo es aplicable en los casos en los que se afecte:

1. La integralidad del flujo hidrológico del manglar;
2. La integralidad del ecosistema y su zona de influencia;
3. La integralidad de su productividad natural;
4. La integralidad de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos;
5. La integralidad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
6. La integralidad de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales;
7. Se provoquen cambios en las características y servicios ecológicos;

En general se entiende que la prohibición referida se excluirá cuando las conductas de remoción, poda, relleno, trasplante u otras sean desplegadas de forma tal que no se afecte la integralidad de los elementos señalados para la comunidad de manglar en cuestión.

Para efectos del presente análisis se parte de que las actividades del proyecto quedarán excluidas de la prohibición que marca el artículo 60 TER, ya que las obras y actividades no se desarrollaran dentro de superficies con cobertura de manglar y no se afectará la integralidad de los siete aspectos señalados por dicho instrumento normativo con relación al manglar, sustentándose en los siguientes aspectos del proyecto:

- 1.- La construcción del proyecto no se encuentra ubicada sobre una superficie de vegetación de manglar.

2.- La vegetación de manglar queda totalmente fuera del área de construcción, es decir que los trabajos de cambio de uso de suelo y construcción no afectaran en ningún sentido la superficie de manglar.

3.- Las actividades del proyecto se refieren al cambio de uso de suelo y construcción de un proyecto del ramo servicio (condohotel) en una superficie que no cuenta con ninguna especie de manglar, en ningún momento se utilizará superficie de manglar para realizar actividades. Con base en lo anterior, se hace hincapié en el hecho de que el proyecto no afectará la integralidad de los elementos que permiten la continuidad de la comunidad de manglar presente en el predio ni en su zona de influencia.

A continuación se hace un análisis del cumplimiento de proyecto con los puntos establecidos en el Art.60 TER.

1.- No se removerá, rellenará, transplantará, ni podará ninguna superficie de vegetación de manglar, ya que el proyecto se ubicará en la porción del predio con vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia y área carente de vegetación, misma que no cuenta con ninguna especie de manglar.

2.- No se afectará la integralidad del flujo hidrológico del manglar, ya que como se ha mencionado el proyecto no se ubica en ninguna superficie de vegetación de manglar. Además de que el tipo de cimentación que se ha propuesto, con base de pilotes y zapatas, no incidirá en las características del flujo hidrológico local, ya que está no se constituirá como una barrera física que impida o límite el libre flujo de las aguas superficiales y/o subterráneas del continente hacia el mar.

3.- No se afectará la integralidad del ecosistema y su zona de influencia, como bien se aprecia en la anterior, el proyecto no afecta en ningún momento vegetación de manglar, el desarrollo del mismo no repercutirá con ninguna afectación al manglar o zona de influencia porque no se tocará ninguna superficie de manglar, así mismo con el programa de protección de manglar que se plantea implementar, se verificará que no exista afectación alguna en ninguna de las etapas del proyecto.

4.- No se afectará la integralidad de su productividad natural, nuevamente tomando como se ha mencionado, las obras en ningún momento afectaran superficie de manglar, por consiguiente no se afectará la productividad natural del mismo, dado que no se desarrollaran actividades en la vegetación de manglar, más que actividades de monitoreo, es decir, se considerará área de protección toda la superficie de manglar ocupante en el predio, así como los predios colindantes del proyecto.

5.- No se afectará la integralidad de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos, Si bien se trata de un proyecto turístico, podemos tomar como referencia el porcentaje de aprovechamiento que establece el POEL del Municipio de Solidaridad, mismo que permite la modificación de hasta el 35% del predio, en este sentido el proyecto afectará dicho porcentaje, por tanto respetando el límite máximo permitido, es decir se da cumplimiento a lo establecido en materia de capacidad de carga, de igual forma al no realizar ninguna actividad sobre superficie de manglar, no se afecta en ninguna forma a este tipo de vegetación.

6.- No se afectará la integralidad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje, como bien se ha descrito en los puntos anteriores el proyecto no afectará en ningún momento vegetación de manglar, por consiguiente no se afectará la zona de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de las diversas especies que habitan en el manglar.

7.- No se afectará la integralidad de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales. No existen ríos en la zona con los cuales pueda interactuar, debido a la naturaleza cárstica de la península de Yucatán. En cuanto a los corales, no existe dicha interacción por tratarse de un manglar de cuenca que no se ubica colindante con la zona marina, además que la formación coralina más cercana se ubica a cientos de metros del lugar. Referente a la duna y zona marina adyacente, es importante resaltar que dicha interacción no existe actualmente en el terreno, ya que entre ambos existe una zona desprovista de vegetación. Por tanto el desarrollo del proyecto en dicha zona no interrumpirá ningún tipo de comunicación entre ambas áreas.

8.- No se afectará o se provocaran cambios en las características y servicios ecológicos, los manglares poseen características muy peculiares como ecosistemas. Se forman por árboles llamados mangles, unas especies grandes y retorcidas que crean barreras naturales entre el mar y cuerpos de agua dulce. Se encuentran en zonas costeras y estuarios, y son la casa de una variedad enorme de especies. Por su especial combinación de agua dulce y salada, en ellos viven peces, moluscos, crustáceos, y aves de todo tipo, incluyendo aves migratorias.

Los manglares poseen características acuáticas y terrestres. Cumplen con la función de proteger a las comunidades cercanas de tormentas y huracanes, y de proveerlas de oxígeno, al capturar grandes cantidades de dióxido de carbono. Unas de las regiones del país donde pueden verse estos magníficos ecosistemas son Quintana Roo y Chiapas, donde el paso de desastres naturales ha dejado grandes estragos.

Entre los principales servicios ambientales podemos mencionar los siguientes:

- Protección contra inundaciones o tormentas
- Conservación de línea de costas
- Captura de sedimentos
- Captura de carbono del aire
- Reciclaje de nutrientes
- Mantenimiento de calidad del agua
- Regulación del clima local
- Conservación de flora y fauna
- Recreación educación
- Investigación

En este sentido el proyecto no contempla en ningún momento afectar superficie alguna de vegetación de manglar, al contrario participara en el cuidado y protección del mismo, se implementará un programa de protección, por tal motivo se cumple este punto dado que no se afectaran los servicios ecológicos y características del manglar.

### 3.4. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO (POE)

#### 3.4.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009, los predios de interés se localizan en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 17, denominada Corredor Turístico Punta Brava-Xcalacoco, la cual tiene asignada una política ambiental de “Conservación”, vocación de uso del suelo “Turística”, teniendo como usos del suelo condicionados los siguientes: Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA’s, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural, marina, según se desglosa en el siguiente cuadro sinóptico.

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL	17		
NOMBRE	CORREDOR TURÍSTICO PUNTA BRAVA-XCALACOCO		
POLÍTICA AMBIENTAL	Conservación		
SUPERFICIE	2,922.96 hectáreas	PORCENTAJE MUNICIPAL	1.47 %
ESCENARIO	Esta unidad presenta en varias de sus secciones amplias áreas		

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

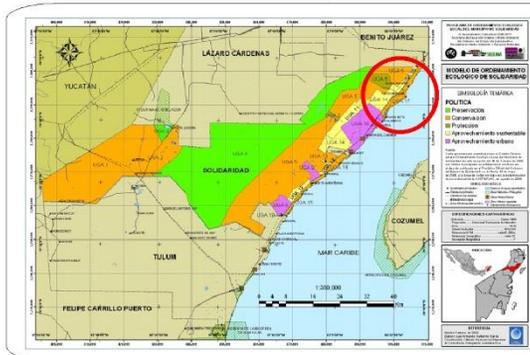
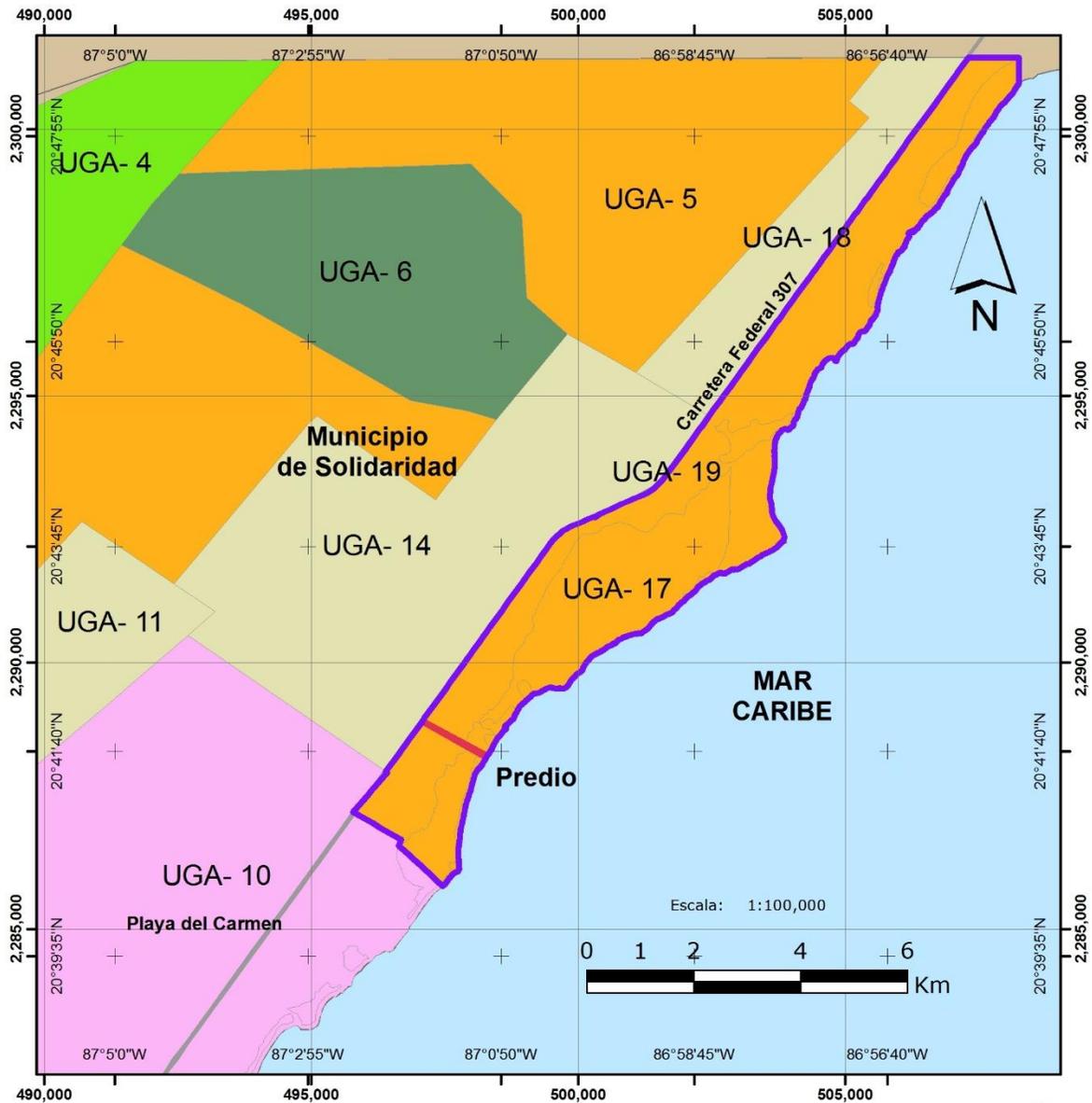
INICIAL	ocupadas por manglares, los que se ubican entre la costa y la vegetación de selva lo que condiciona el desarrollo turístico en la actualidad, la vegetación existente se encuentra fragmentada, y recientemente afectada por los huracanes Wilma y Emily.	
TENDENCIAS	Se prevé un crecimiento de baja densidad que permita mantener la mayor parte de la vegetación existente como parte de las áreas naturales dentro de cada desarrollo. La existencia de manglares lleva a la realización de diseños novedosos para la industria turística.	
LINEAMIENTO AMBIENTAL	La ecoeficiencia es el elemento clave que distingue a los desarrollos de esta zona, se logra una integración de los elementos naturales en el diseño de los proyectos que elimina prácticas de alto impacto ambiental. El manejo de residuos sólidos, manejo y disposición final de aguas residuales operan bajo estándares superiores a los establecidos en la normatividad vigente.	
ESTRATEGIAS AMBIENTALES	<p>Se mantiene la cobertura del manglar y las áreas afectadas se restauran.</p> <p>El 65 % de la vegetación natural remanente se mantiene y enriquece.</p> <p>Solo se realiza el 35 % de cambio de uso del suelo de la superficie desarrollable.</p> <p>Se realizará una disposición adecuada de aguas residuales y sus subproductos</p> <p>Se reduce el consumo eléctrico convencional con el empleo de sistemas alternativos.</p> <p>Las playas tortugueras se mantienen funcionales para la anidación</p> <p>No se genera contaminación al manto freático ni al suelo.</p> <p>Se promueve la certificación ambiental de los Hoteles.</p> <p>Se registra en bitácora ambiental en cumplimiento de la normatividad de cada proyecto y el proceso de cambios de uso del suelo.</p> <p>Los desarrolladores reducen, reutilizan, reciclan y compostean sus residuos.</p>	
VOCACIÓN DE USO DEL SUELO	Turística.	
USOS CONDICIONADOS	Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural, marina.	
USOS INCOMPATIBLES	Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, urbano, industrial, minero.	
CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	USO	CRITERIOS ESPECÍFICOS
	Turístico	06, 08, 09, 13, 14, 15, 19, 21, 27, 36, 38, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 91, 92,

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

		93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109.
	Marina	11, 27, 36, 40, 41, 53, 54, 55, 56, 58, 64, 65, 66, 79, 96, 97, 103, 104, 107, 108, 114, 115.
	Ecoturístico	08, 09, 18, 29, 31, 52, 54, 57, 59, 60, 77, 79, 80, 81, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 103, 104.
	Suburbano	13, 20, 27, 52, 54, 79, 80, 81, 85, 86, 93, 95, 100.
	UMA's	04, 09, 16, 29, 46, 50, 51, 52, 54, 77, 79, 80, 82, 86, 93, 100.
	Deportivo	06, 09, 13, 15, 25, 37, 49, 50, 53, 54, 59, 61, 68, 75, 79, 80, 81, 85, 86, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107.
	Parque recreativo	06, 08, 09, 11, 28, 31, 49, 53, 54, 57, 58, 59, 64, 68, 69, 79, 80, 81, 85, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 102, 104, 105, 106, 107, 108.
	Comercial	06, 09, 11, 27, 36, 40, 41, 53, 54, 55, 56, 58, 62, 63, 64, 65, 79, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109.
	Reserva natural	07, 16, 30, 80, 86, 100.
	Equipamiento	32, 53, 54, 78, 79, 85, 86, 93, 102.

Considerando que el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II, en términos de la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo, corresponde a un fraccionamiento turístico mixto, hotelero-habitacional, toda vez que las promoventes pretenden destinar el terreno a la construcción de inmuebles que presten el servicio de hospedaje a terceros e inmuebles de tipo condominal para hospedaje de tipo temporal de sus propietarios o inquilinos. Y, considerando que el uso del suelo “turístico” está definido por este instrumento de política ambiental como “Aprovechamiento del territorio para la construcción de desarrollos turísticos o fraccionamientos turísticos de acuerdo con la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo; así como de la infraestructura de apoyo y demás servicios turísticos asociados para soportar esta actividad en los términos que establece la Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables”, los criterios específicos aplicables al proyecto son los numerados 06, 08, 09, 13, 14, 15, 19, 21, 27, 36, 38, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108 y 109; además de los criterios generales que son de aplicación en todo el territorio municipal.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**SIMBOLOGÍA**

- UGA 17
- Predio

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad, Quintana Roo. P.O. del 25 de mayo de 2009.

Datum Horizontal..... WGS84  
Proyección..... U.T.M.  
Zona UTM..... 16N

Elaboró:  
Biol. Edith Lorenzana Guzmán  
Marzo de 2015

Ubicación del proyecto dentro del POEL del Municipio de Solidaridad.

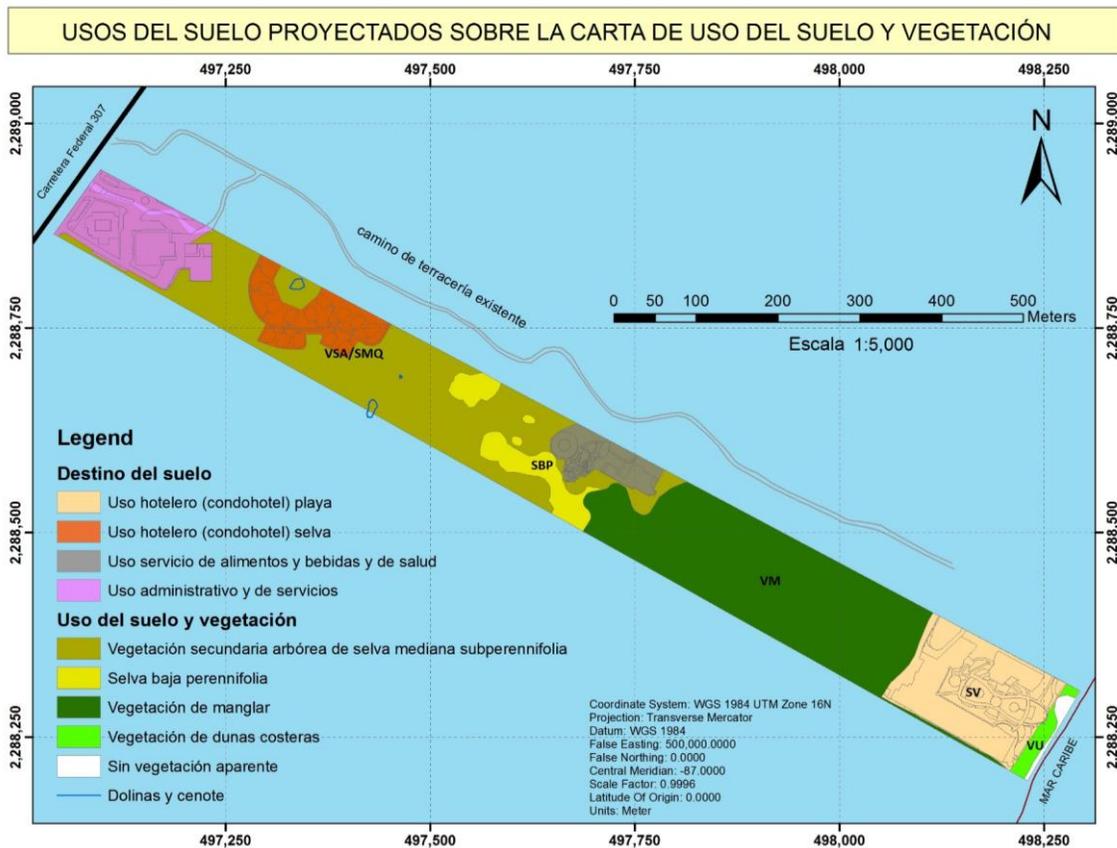
**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Para demostrar el cumplimiento a los criterios generales aplicables al proyecto enseguida se presenta el análisis correspondiente.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CG-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.	El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II da cabal cumplimiento al marco normativo ambiental vigente como se demuestra en este documento.
CG-02	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	De manera previa a la remoción de la cobertura vegetal en las áreas de aprovechamiento donde existe vegetación, se llevará a cabo un rescate selectivo de flora nativa cuyas estrategias, métodos y técnicas de rescate, así como programación de ejecución, están determinadas y precisadas en el Programa de rescate selectivo de flora silvestre y reubicación del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II (anexo).
CG-03	Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	De manera previa a la remoción de la cobertura vegetal se llevarán a cabo acciones para ahuyentar la fauna silvestre presente en las áreas a afectar, así como para rescatar aquella de lento desplazamiento incapaz de salir por sus propios medios de las áreas de intervención. Las estrategias, métodos y técnicas de para ahuyentar la fauna o rescatarla están determinadas y precisadas en el Programa de preservación de fauna silvestre del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II (anexo).
CG-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de	Las plantas que se rescaten se trasladarán a un vivero provisional en el que se garanticen las condiciones mínimas de desarrollo de las plantas. Posteriormente, las plantas rescatadas se reintroducirán en las áreas verdes ajardinadas del proyecto o se utilizarán

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	en trabajos de restauración de áreas degradadas dentro del predio. Estas acciones están sustentadas en el Programa de reforestación y jardinería del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II (anexo), el cual se ajusta a este criterio.
CG-05	Con la finalidad de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	Las áreas de aprovechamiento que se proponen están agrupadas de tal suerte que se mantiene la continuidad de la vegetación natural. Además, se ha privilegiado el uso de áreas degradadas para el diseño del proyecto. Como se aprecia en la siguiente imagen, el área de aprovechamiento para la ejecución del proyecto es de 5.33 hectáreas, pero de esta superficie 2.192 hectáreas corresponden a áreas que carecen de vegetación, por lo que las actividades proyectadas sólo requieren la remoción total de la vegetación en un área de 3.138 hectáreas de la superficie del predio con cobertura vegetal.



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CG-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.	Se prevé la recuperación de recursos forestales como suelo, rocas y material vegetal triturado, que se emplearán como insumos para la conformación de áreas verdes y como material de relleno. Estas actividades se incluyen como medidas de mitigación ambiental asociadas al proyecto.
CG-07	Los proyectos que generen aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas) deberán disponerlas a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales propio que cumpla con la normatividad vigente aplicable. La descripción del sistema de tratamiento deberá incorporarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Sólo se permitirá la reutilización de las aguas residuales tratadas cuando éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.	El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II incluye una red interna de drenaje sanitario y una planta de tratamiento de aguas residuales, cuya descripción se incluye en el apartado 2.1.6 de este documento. Se pretende el aprovechamiento de las aguas tratadas para el riego de áreas verdes, previa verificación de cumplimiento a los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997.
CG-08	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	Como se describe en el apartado 2.1.6 el drenaje pluvial estará separado del drenaje sanitario.
CG-09	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	La canalización del drenaje pluvial será al subsuelo. La red de drenaje pluvial que se requiere en la zona costera del predio, contará con 30 pozos a los que se conectarán alrededor de 90 registros mediante un sistema de ductos. Los pozos serán construidos conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007. La boca de los pozos será de 40 cm de diámetro y estará localizada a 1.0 m debajo del nivel del suelo. La profundidad de los pozos será de 30 a 35 m, conforme a los resultados del estudio geohidrológico del predio (anexo).
CG-10	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	Se prevé la adquisición de materiales calizos y otros recursos naturales en bancos autorizados. La verificación de esta actividad se incluye en el programa de vigilancia ambiental.
CG-11	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	Durante los trabajos de mantenimiento de las plantas producto del rescate de vegetación se emplearán únicamente sustancias permitidas por la Comisión. La verificación de esta actividad se incluye en el programa de vigilancia ambiental. Durante la operación del proyecto se prevé el uso de agroquímicos para el

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

		manejo de áreas verdes, mismos que se verificará que estén permitidos por la Comisión durante la implementación del sistema de gestión ambiental propuesto.
CG-12	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, deberán llevar a cabo un monitoreo del desempeño ambiental del proyecto, el cual deberá sustentarse en un estudio técnico o programa en el que se establezcan los indicadores de calidad ambiental que permitan identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota, así como los métodos, técnicas que permitan medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la interpretación de los resultados. Este estudio deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. El promovente deberá entregar copia de los reportes a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.	El predio de interés se ubica fuera del centro de población de Playa del Carmen y tiene una superficie de 15.227 hectáreas por lo que se propone la ejecución de un monitoreo de fauna silvestre, la cual se utilizará como indicador de la conservación de la calidad ambiental del predio y del desempeño ambiental del proyecto. Los alcances y técnicas a emplear para el monitoreo se describen en el Programa de preservación de fauna silvestre (anexo). Esta actividad se incluye como medida de mitigación ambiental asociada al proyecto.
CG-13	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	Se prevé el acopio de residuos de obra al interior de las áreas de aprovechamiento del predio y su disposición final en sitios autorizados por el Ayuntamiento de Solidaridad, de conformidad con el Plan de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial del proyecto (anexo).
CG-14	Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO, en áreas naturales, cavernas y cuerpos de agua superficiales o subterráneos. La introducción y manejo de especies exóticas sólo se permite en áreas modificadas previa autorización de la SEMARNAT o la SAGARPA. Se excluye de esta restricción las especies de plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines.	El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no incluye, en ninguna de sus etapas, la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO.
CG-15	Los promoventes que pretendan llevar a cabo obras o actividades en zonas que se constituyan como sitios de anidación o reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, deberán implementar acciones que aseguren la disponibilidad de sitios de anidación y reproducción de tales especies. Estas acciones deberán estar sustentadas en un plan de manejo de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre, que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las acciones deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Al interior del predio se observaron ejemplares de fauna silvestre incluidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, pero no se registraron sitios de anidación o reproducción de estas especies. No obstante, el diseño del proyecto asegura la conservación de 65.0% de superficie total del predio en condiciones naturales, de tal suerte que se asegura la conservación de posibles sitios de anidación y reproducción de tales especies.
CG-16	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana,	Se ha previsto la necesidad de contar con un área de empleados, cuyas

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

	<p>contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.</p>	<p>características se exponen en el apartado 2.2.4 de este documento. Si bien no constituye un campamento para trabajadores, dado que no pernoctarán en el predio del proyecto, estas obras cumplen con los lineamientos de este criterio. La proporción de servicios sanitarios que se proyecta es 1 a 20.</p>
CG-17	<p>El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997.</p>	<p>Para el desarrollo del proyecto no se prevé el uso de fuego.</p>
CG-18	<p>Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, deberán presentar de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.</p>	<p>El predio de interés se ubica fuera del centro de población de Playa del Carmen y tiene una superficie de 15.227 hectáreas por lo que se presentará a la SEMAQROO, para su inclusión en la bitácora ambiental, el plano georreferenciado de las áreas de aprovechamiento que se autoricen, así como de la superficie de cambio de uso del suelo en terrenos forestales.</p>
CG-19	<p>Para la apertura de caminos de acceso y vialidades de cualquier tipo fuera de los centros de población se requiere contar con la autorización en materia de impacto ambiental, así como de la autorización de cambio de uso del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.</p>	<p>El proyecto ya incluye un camino de acceso hacia las obras que se proyectan al interior del predio.</p>
CG-20	<p>El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.</p>	<p>La batería de pozos para el abasto de agua potable a Playa del Carmen es la más próxima al predio de interés y está ubicada a unos 20 Km al oeste.</p>
CG-21	<p>En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en cada etapa. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias o sus residuos se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.</p>	<p>Se han previsto acciones para minimizar el riesgo de derrames al suelo o cuerpos de agua de sustancias potencialmente contaminantes.  Está previsto contar con un almacén temporal de combustibles y otras sustancias potencialmente contaminantes.</p>
CG-22	<p>El uso de explosivos, estará regulado por los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional y la normatividad aplicable. Previamente a la utilización de explosivos deberá entregarse a la autoridad</p>	<p>Para el desarrollo del proyecto no se prevé el uso de explosivos.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

	competente en materia de protección civil, el cronograma de detonaciones y el programa de protección civil correspondiente que deberá estar disponible al público en general.	
CG-23	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	Está previsto contar con un almacén de residuos peligrosos y su disposición a través de una empresa autorizada.
CG-24	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad fuera de los centros de población está delimitada entre la zona federal marítimo terrestre y la carretera federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera federal 307 se considera zona continental.	El predio de interés se localiza entre la carretera federal y la zona marina, por lo que se considera que está ubicado en la zona costera del Municipio de Solidaridad.
CG-25	<p>La superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes.</p> <p>La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección.</p> <p>No se contabilizan los senderos, brechas o andadores peatonales al interior de las áreas naturales que se conserven dentro del predio y que sirvan para intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto.</p> <p>Las áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio podrán formar parte del área de aprovechamiento permitida y deben considerarse en primer lugar para el desplante de las obras que se proyecten. Cuando por motivo del diseño y funcionalidad de un proyecto no resulte conveniente el uso de las áreas previamente desmontadas, podrá solicitarse el aprovechamiento de otras áreas siempre que el promovente se obligue a reforestar las áreas afectadas que no utilizará, situación que deberá realizar de manera previa a la etapa de operación del proyecto.</p> <p>Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máxima permitida en el mismo, el propietario deberá implementar medidas</p>	<p>De acuerdo con el criterio CE-27 aplicable al predio de interés, la superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35% del predio. Considerando lo anterior, se diseñó el proyecto Garza Blanca Resort &amp; Spa Riviera Maya II para ocupar una superficie de aprovechamiento no mayor de 5.33 hectáreas, equivalentes a 35% de la superficie del predio, misma que incluye la totalidad de las obras techadas y no techadas, así como las áreas verdes jardinadas, por lo que se satisface este criterio.</p> <p>Las obras que se proyectan se desplantarán preferentemente dentro de áreas previamente afectadas. En especial el polígono de 2.192 hectáreas donde se desarrollará el condohotel playa que corresponden a áreas que carecen de vegetación. Por tanto, sólo se requerirá la remoción de vegetación en 3.138 hectáreas, con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.</p> <p>La superficie que se conservará dentro del predio como terreno natural suma 9.9 hectáreas, equivalente a 65% de la superficie del predio.</p> <p>Queda así demostrado que se satisfacen los lineamientos generales y específicos que establece este instrumento de planeación ambiental para el aprovechamiento del territorio.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

	tendientes a la restauración ambiental de la superficie excedente de manera previa a la conclusión de la etapa de construcción. Dichas medidas deberán sustentarse en un estudio técnico o programa de restauración que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las actividades de restauración ambiental deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	
CG-26	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.	Al interior del predio no se encontraron vestigios arqueológicos.
CG-27	Las obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público sólo se permiten con la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, previa autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo de terrenos forestales.	El proyecto es privado, por lo que no se requiere la autorización del H. Cabildo de Solidaridad.
CG-28	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que éstos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	Aunque se prevé el uso de especies vegetales y de recursos forestales en trabajos de reforestación y jardinería, estas acciones no pueden considerarse como aprovechamientos ya que las especies y recursos forestales se derivan de acciones de mitigación de impactos ambientales, con propósito interno y sin fines de comercialización. En todo caso, la autorización en materia de impacto ambiental y en materia de cambio de uso del suelo será suficiente para amparar el rescate y reubicación de flora nativa, así como los acarreos de suelo, rocas y material triturado y el uso de madera proveniente de las áreas de desmante.
CG-29	Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbramiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.	Se adjunta al presente el estudio de mecánica de suelos que evidencia que las obras proyectadas se pueden realizar, sin riesgo de desplome o alumbramiento del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos.
CG-30	Los promoventes deberán implementar un programa de información y capacitación ambiental para los trabajadores que viven en los campamentos de construcción, que los ilustre sobre las especies de flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación.	Este lineamiento se incorpora a las medidas de prevención de impactos del proyecto. Se utilizarán pictogramas y otras señalizaciones para propiciar el reconocimiento de la flora y fauna con

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

		protección especial; además se capacitará al personal de seguridad y supervisores de obra, en la prevención de situaciones que puedan derivar en afectación de la flora y fauna.
CG-31	En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.	Al interior del predio se encontraron dolinas, reholladas y un cenote, pero ninguna de ellas será afectada por obras o construcciones, por tanto, no se requiere realizar un programa de monitoreo de las mismas.
CG-32	En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	Al interior del predio existen 4.744 hectáreas de vegetación de manglar (31.16% de la superficie del predio), mismas que se conservarán en su actual condición, como terrenos naturales. Como se demuestra en este mismo capítulo, el desarrollo del proyecto no contraviene lo indicado en la Ley General de Vida Silvestre y la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003.
CG 33	Para la práctica de actividades autorizadas al interior de cavernas o cenotes, únicamente se permite el uso de luz amarilla o roja, la cual solamente se encenderá durante la estancia de los usuarios.	Aunque al interior del predio se encontró un cenote, el proyecto no incluye su aprovechamiento, ya que éste no tiene características que lo hagan susceptible de uso.
CG 34	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.	Las aguas residuales serán canalizadas hacia una planta de tratamiento de aguas residuales y el efluente será utilizado para riego de áreas verdes, previa verificación de cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, las cuales se ubican a más de 50 m de dolinas, reholladas o cenotes. O bien, se inyectará al subsuelo previa verificación de cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 a 100 m de profundidad, por lo que no se prevé la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.
CG-35	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	En cumplimiento de la legislación local aplicable se elaboró el Plan de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial (anexo), el cual regirá el manejo de los residuos que se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Para la etapa de operación será necesario elaborar un Plan de manejo de residuos sólidos urbanos y de

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

		manejo especial específico que deberá someterse al arbitraje de la SEMAQROO para su autorización.
CG-36	En el caso de fraccionamientos que se desarrollen fuera de los centros urbanos, el área de aprovechamiento máxima del predio o lote será la que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. La superficie remanente deberá mantenerse en condiciones naturales.	El predio de interés se ubica fuera del centro de población de Playa del Carmen y de acuerdo con la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo el proyecto consiste en un fraccionamiento turístico mixto, hotelero-habitacional; sin embargo, el área de aprovechamiento máxima del predio corresponde a la que establece el Programa de ordenamiento ecológico local del Municipio de Solidaridad, que según el criterio CE-27 es de 35%.

Para demostrar el cumplimiento a los criterios específicos aplicables al proyecto enseguida se presenta el análisis correspondiente.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Lineamientos para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales		
CE-06	Se deberá reutilizar el agua tratada para el riego de áreas verdes, jardines, campos deportivos o áreas con vegetación natural, así como para su uso en servicios sanitarios y otros compatibles. En todo momento la calidad del agua tratada deberá cumplir los estándares indicados en la Norma Oficial Mexicana aplicable.	Se tiene previsto aprovechar el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para el riego de áreas verdes, previa verificación de cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997.
CE-08	Las actividades recreativas que se promuevan en cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o secas, cavernas o rejolladas), deberán sustentarse en un estudio de capacidad de carga que determine la intensidad de aprovechamiento sustentable y el límite de cambio aceptable en el sitio. Este estudio se debe presentar junto con el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto o actividad.	El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no incluye actividades recreativas en cuerpos de agua continentales.
CE-09	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.	El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no incluye el aprovechamiento de cuerpos de agua continentales, ni de otras formaciones cársticas.
CE-13	La densidad aplicable a un predio se determina multiplicando la superficie total del predio (convertida en hectáreas) acreditada legalmente, por el número de cuartos, cabañas o viviendas permitidos en este ordenamiento para el uso del suelo específico. En los proyectos mixtos la densidad aplicable	La superficie del predio acreditada con la escritura 76,542 de fecha 19 de noviembre del 2014 es de 15.227 hectáreas, por lo que ésta es la base para estimar el número de cuartos, cabañas o viviendas permitidos en este ordenamiento para el uso del suelo específico.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>al predio se estima por el uso predominante del proyecto. La densidad no es acumulable por usos del suelo.</p> <p>Si un predio está dividido en dos o más UGA, a cada porción se le aplicará la densidad que corresponde para cada UGA. En el caso de que se obtenga una fracción, se realizará el redondeo usando sólo dos cifras significativas como sigue: hasta 0.50 se reduce al entero inferior; desde 0.51 en adelante se incrementa al entero superior.</p>	
CE-14	<p>En predios en donde exista, total o parcialmente, comunidades de manglar, se deberá implementar un Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Humedal, que contenga estrategias y acciones tendientes a la conservación, restauración o rehabilitación de dicho ecosistema y que deberá desarrollarse en concordancia con la normatividad aplicable. El programa habrá de contener como mínimo un estudio de línea base del humedal; la delimitación georreferenciada del manglar; en su caso, las estrategias de conservación a aplicar; en su caso, la identificación de la magnitud y las causas de deterioro; en su caso, la descripción y justificación detallada de las medidas de rehabilitación propuestas y el cronograma detallado correspondiente; y la definición de un subprograma de monitoreo ambiental que permita identificar la efectividad del programa y la mejora del ecosistema propuesto para su rehabilitación.</p> <p>El programa deberá formar parte del estudio de impacto ambiental correspondiente y sus resultados deben ser ingresados anualmente en la Bitácora Ambiental.</p> <p>El uso sustentable que se pretenda dar a la superficie ocupada por la comunidad de manglar estará sujeto al cumplimiento de la normatividad y las disposiciones jurídicas aplicables, considerando de manera enunciativa, pero no limitativa, la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 y la Ley General de la Vida Silvestre.</p>	<p>Al interior del predio existen 4.744 hectáreas de vegetación de manglar por lo que aplica implementar un Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Humedal (anexo).</p> <p>La superficie total con vegetación de manglar al interior del predio de interés se conservará en su estado natural y formará parte de las áreas de conservación del predio. No se proyectan usos o aprovechamientos de la vegetación de manglar presente en el predio, salvo como componente del paisaje.</p>
CE-15	<p>Se consideran como equivalentes:</p> <p>1 cuarto hotelero = 0.5 cuartos clínica, hospital, asilo u orfanato.</p> <p>1 cuarto hotelero = 1.0 vivienda residencial de 2 recámaras.</p> <p>1 cuarto hotelero = 1.0 cuarto de condohotel, motel, estudio, departamento o llave hotelera.</p> <p>1 cuarto hotelero = 2.0 campers, cabañas</p>	<p>Este criterio es de referencia. Siendo que el proyecto contempla la construcción de departamentos, de conformidad con este criterio, la equivalencia de cada uno es a 1 cuarto hotelero.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>ecoturísticas. 1 vivienda de 4 recámaras = 2 cuartos de hotel. Por cada 2 recámaras adicionales = 1 cuarto hotelero. Estas equivalencias son estimadas a partir del consumo de agua determinado por CONAGUA (Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Datos básicos. 2007), teniendo como referencia un cuarto hotelero (4 a 5 estrellas) sencillo para dos ocupantes cuyo consumo estimado es de 1,500 L/día.</p>	
CE-19	La densidad para desarrollos turísticos hoteleros es de hasta 10 cuartos por hectárea.	<p>Como se mencionó en la vinculación con el criterio CE-13, la superficie del predio acreditada con la escritura 76,542 de fecha 19 de noviembre del 2014 es de 15.227 hectáreas, por lo que ésta es la base para estimar el número de cuartos permitidos en este ordenamiento para el uso del suelo específico.</p> <p>Siendo la densidad para desarrollos turísticos de hasta 10 cuartos por hectárea, resulta que para la superficie del predio se permiten hasta 152 cuartos.</p> <p>De conformidad con el criterio CE-15, cada departamento equivale a un cuarto hotelero, por tanto el proyecto cumple con la densidad asignada al pretender desarrollar 150 departamentos (equivalentes a 150 cuartos hoteleros), misma densidad que no rebasa el máximo permitido de acuerdo con la densidad señalada en el presente criterio.</p>
CE-21	La densidad en fraccionamientos mixtos hotelero-habitacional, se determinará a partir del número de cuartos que resulte de multiplicar la superficie total del predio por la densidad asignada. La conversión de cuartos hoteleros a viviendas se determinará de conformidad con las equivalencias indicadas en el criterio CE-15.	Como se ha mencionado en el apartado anterior, la densidad permitida para el predio es de 152 cuartos, que equivalen conforme al criterio CE-15 a 152 departamentos, y el proyecto pretenden desarrollar 150 como parte del proyecto, cumpliendo por tanto la densidad permitida.
CE-27	La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35 % del predio en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.	La superficie máxima de aprovechamiento, incluyendo las áreas en las que tendrá lugar la remoción total de la vegetación para el desplante de obras, así como las áreas en las que se prevé la remoción parcial de la vegetación, es de 5.33 hectáreas, equivalentes a 35.00% de la superficie del predio. El resto de la superficie del predio se mantendrá en condiciones naturales o se restaurará.
CE-36	Se permite la modificación de hasta el 25 % de la superficie del sustrato rocoso de la franja	La playa frente a la propiedad es un depósito litoral arenoso por lo que este

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	litoral dentro de los predios, para usos recreativos y amenidades (asoleaderos, palapas, albercas marinas). La superficie que se modifique formará parte del área de aprovechamiento del predio.	critero no es aplicable al predio de interés.
CE-38	El suministro parcial de energía eléctrica se deberá llevar a cabo de manera alternativa (Hidrógeno, gas natural, biogás, solares, eólicos, mareomotrices o de otro tipo no contaminante) al menos en un porcentaje igual al 10 % del consumo proyectado el desarrollo.	El 10% de la energía eléctrica requerida para el proyecto será producido por un sistema fotovoltaico abierto conectado a la red de CFE, mediante uso de medidores de doble circulación. Las placas fotovoltaicas estarán ubicadas en la azotea de los edificios y en las luminarias de las vialidades.
CE-53	Es obligatoria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad suficiente para el manejo de las aguas residuales del proyecto a máxima capacidad de ocupación. El proceso de tratamiento y disposición final del efluente y subproductos deberá cumplir con lo establecido en la normatividad aplicable.	El proyecto incluye la instalación y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales, cuya capacidad se estableció a partir de la capacidad máxima de ocupación, mas 28%, a fin que sea suficiente. El suministro diario de agua a las obras proyectadas será del orden de 1,200 m <sup>3</sup> y aunque se espera que hasta un 80% de este volumen se convertirá en aguas residuales, se ha previsto la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para el tratamiento de hasta 1,225 m <sup>3</sup> diarios (14.18 lps), es decir, con capacidad mayor al suministro diario de agua al proyecto, lo que permitirá hacer frente a cualquier exceso en la avenida de aguas residuales. Además, la planta tendrá capacidad para almacenar hasta tres veces su capacidad de tratamiento a fin de tener agua de reserva que pueda ser utilizada para riego o el combate de algún incendio.
CE-54	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	Los lodos sépticos que resulten de la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales serán manejados con responsabilidad por las promoventes, considerando los lineamientos que se incluirán en el Plan de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que habrá de desarrollarse para la etapa de operación del proyecto. De conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002 se llevarán a cabo los análisis de calidad pertinentes y en función de los resultados se establecerá el destino final de los lodos. Oportunamente se hará del conocimiento de las autoridades ambientales los resultados que se obtengan.
CE-55	El desarrollo contará permanentemente con un programa de atención a contingencias derivadas de derrames o vertimientos	Este lineamiento se incorpora a las medidas de prevención de impactos del proyecto. Durante la etapa de construcción, para

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	accidentales al medio terrestre o acuático de sustancias contaminantes, residuos líquidos (aguas negras, tratadas o de rechazo) o peligrosos.	prevenir derrames se ha considerado la construcción de un almacén temporal de combustibles y de otras sustancias riesgosas, así como medidas de prevención durante su manejo y particularmente durante la recarga de combustibles a la maquinaria y equipo que se empleará. Durante la etapa de operación se contará con almacenes adecuados para resguardar las sustancias potencialmente contaminantes y se verificará que el manejo ocurra de conformidad con la normatividad aplicable. La verificación del cumplimiento de este lineamiento ambiental se incorpora al sistema de gestión ambiental propuesto.
CE-56	En el diseño, construcción y operación del desarrollo se aplicarán medidas que prevengan las descargas de agua y el arrastre de sedimentos diferentes a los naturales, hacia zonas inundables y áreas costeras adyacentes.	Para prevenir descargas agua y el arrastre de sedimentos diferentes a los naturales, hacia zonas inundables y áreas costeras adyacentes se ha previsto, durante la etapa de construcción, la colocación de un tapial en el perímetro de las áreas de aprovechamiento que se autoricen, y que además evitará el tránsito de personas hacia las áreas naturales. Durante la etapa de operación la descarga de aguas negras y grises será a la red sanitaria proyectada, pues se tiene previsto la colocación de colectores en todas las áreas críticas, así como la colocación de estructuras de contención de escurrimientos en las áreas donde se almacenarán sustancias riesgosas.
CE-57	En cenotes y lagunas interiores o continentales, sólo se permite el empleo de embarcaciones sin motor.	Al interior del predio no existen cenotes o lagunas susceptibles de aprovechamiento con embarcaciones.
CE-59	Cuando se utilicen los cuerpos de agua continentales, superficiales o subterráneos en actividades recreativas, los promoventes deberán llevar a cabo el monitoreo del agua para determinar la calidad de la misma, conforme a los criterios ecológicos de calidad del agua CE-CCA-001/89 (INE), debiendo presentar reportes semestrales del análisis del agua a la autoridad competente y copia a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental. Los análisis de calidad del agua deberán ser elaborados por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación. El promovente deberá presentar el programa de monitoreo del agua junto con el estudio de impacto ambiental respectivo.	El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no incluye el uso de cuerpos de agua continentales, superficiales o subterráneos en actividades recreativas.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CE-62	Los manglares podrán ser utilizados para el tratamiento terciario de aguas residuales tratadas, en concordancia con la normatividad aplicable. Para tal efecto, deberá realizarse un estudio detallado que demuestre técnicamente que no será rebasada la capacidad de carga del humedal para el metabolismo de nutrientes y que justifique la no afectación de su estructura y funciones ambientales básicas. El estudio que demuestre la viabilidad ambiental del humedal, deberá contener; a) un estudio de línea base, b) el estudio de capacidad de carga, c) el programa de manejo de las áreas de vertido e influencia de las aguas residuales tratadas, d) un programa de monitoreo con indicadores ambientales para el ecosistema y e) la planimetría georreferenciada de las áreas de manglar planteadas para el vertido de las aguas residuales tratadas.	A pesar de la permisibilidad, no se prevé el uso de los manglares presentes en el predio para el tratamiento terciario de aguas residuales tratadas. Las aguas residuales tratadas se utilizarán para riego de áreas verdes, previa verificación de cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997; o bien, se inyectarán al subsuelo previa verificación de cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 a 100 m de profundidad, por lo que no se prevé la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, a la vegetación de manglar.
CE-64	Los materiales producto del dragado de mantenimiento de canales interiores serán dispuestos en sitios acondicionados previamente para contenerlos y filtrar el agua.	El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no incluye construcción de canales interiores ni dragados.
CE-68	En el desarrollo de actividades con vehículos a través o dentro de los ecosistemas presentes en el municipio, éstos deberán contar con silenciador con la finalidad de evitar molestar o afectar a las especies de fauna, por lo que el nivel máximo permisible de emisión de ruido por las fuentes móviles será de 68 db. La medición de este parámetro debe ser realizada en el sitio donde se desarrolla la actividad por una unidad de verificación registrada ante la Entidad Mexicana de Acreditación, de acuerdo con las técnicas y métodos establecidos en la normatividad aplicable. Los prestadores de servicio deberán presentar reportes anuales de dichas mediciones a la Dirección de Ordenamiento Ambiental y Urbano del municipio, así como a la SEDUMA para su valoración e inclusión en la Bitácora Ambiental.	El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no incluye el desarrollo de actividades con vehículos a través o dentro de los ecosistemas presentes en el predio.
CE-69	Para el desarrollo de las actividades permitidas sólo se podrán emplear motocicletas, triciclos y cuatrimotos con motor de cuatro tiempos, con la finalidad de reducir las emisiones de contaminantes.	El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no incluye el desarrollo de actividades con vehículos.
CE-70	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de	Este lineamiento se incorpora a las medidas de prevención de impactos del proyecto y se dará seguimiento a través del programa de vigilancia ambiental.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	impacto ambiental de la planta.	
CE-71	Se deberá instalar una malla o barrera perimetral para reducir la dispersión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo.	Para reducir la dispersión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo se ha previsto la colocación de un tapial en el perímetro de las áreas de aprovechamiento que se autoricen.
CE-72	Los silos de las maquinarias que almacenan los materiales pétreos o agregados, deberán estar equipados con filtros bolsas que retengan las partículas sólidas durante el proceso de carga, permitiendo la salida del aire libre de partículas de mezcla. El dosificador múltiple deberá contar con un colector filtro bolsa, el cual captará las partículas emitidas durante la descarga de los materiales pétreos, el cemento, el agua y los aditivos a los camiones de mezclado (ollas). Las bandas de abastecimiento deberán tener una tolva que minimice la emisión de partículas suspendidas.	Se hará del conocimiento de este lineamiento a la empresa que se subcontrate para la operación de la dosificadora a fin que adecúe sus equipos para el cumplimiento.
CE-73	En las áreas de carga y mezclado de materiales pétreos deberán instalarse cortinas o barreras, con la finalidad de minimizar la dispersión de partículas sólidas volátiles a la atmósfera y mantenerlas dentro de los niveles máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993.	Se colocarán cortinas o barreras en las áreas de carga y mezclado de materiales pétreos.
CE-75	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.	En atención a este lineamiento se hará del conocimiento de los transportistas de materiales pétreos y agregados que éstos deben transportarse húmedos y cubiertos.
<b>Lineamientos para la preservación y protección de la biodiversidad</b>		
CE-79	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.	La playa con la que colinda el predio de interés es apta para la anidación de tortugas marinas por lo que se incorporan en este documento medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.
CE-80	Previo al aclareo que se permite en la franja perimetral de protección de los cenotes y accesos a cuevas se deberá realizar el rescate de los árboles con diámetros menores o iguales a 10 cm de diámetro a la altura de 1.30	El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no incluye el desarrollo de actividades en las inmediaciones de las dolinas, reholladas y cenote encontrados al interior del predio, por lo que no es

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	m, mismos que se estabilizarán en un vivero provisional y posteriormente se reintroducirán dentro de la franja de protección.	necesaria la ejecución de esta actividad. Las obras más cercanas a las dolinas y cenote encontrados dentro del predio distan al menos 50 m.
CE-81	Las cercas, bardas o muros perimetrales que se instalen en los diferentes tipos de vegetación, unidades naturales y ecosistemas deberán permitir el libre paso de la fauna silvestre.	El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no incluye la introducción de cercas, bardas o muros perimetrales, por lo que se garantiza el libre tránsito de la fauna silvestre entre los predios vecinos.
CE-83	Las vialidades interiores y de acceso al desarrollo deberán contar con elementos y sistemas de protección que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre entre las zonas de conservación y áreas naturales.	Para favorecer el tránsito de la fauna silvestre las zonas de aprovechamiento se han agrupado en clústeres que mantienen los corredores biológicos dentro del predio y en comunicación con los predios vecinos. Adicionalmente, a fin de incorporar este lineamiento a las medidas de prevención de impactos del proyecto, se considera el uso de señales de tránsito, la conservación de árboles en el camellón central de la vialidad principal y en sus costados, de tal suerte que las copas formen un puente que permita el tránsito de la fauna silvestre.
CE-84	En caso de ser necesario se establecerán sitios de albergue temporal de fauna rescatada durante las etapas de preparación del terreno, construcción y operación, con apego a lo indicado en la Ley General de Vida Silvestre.	No se prevé la necesidad de establecer sitios de albergue temporal de fauna rescatada, pues el Programa de preservación de fauna silvestre del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II (anexo) privilegia las acciones para ahuyentar la fauna silvestre y solo como último recurso su rescate y traslado. Sin embargo, en caso de necesidad se establecerán los sitios con apego a lo indicado en la Ley General de Vida Silvestre.
CE-85	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	En el diseño del proyecto se ha considerado la conservación en pie de la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que coincidan con las áreas destinadas a camellones y áreas verdes jardinadas.
CE-87	Se deberán mantener en pie e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.	Durante el inventario forestal del predio se registró la presencia un árbol de la especie <i>Chloroleucon mangense</i> con diámetro normal igual o mayor a 40 cm. Suponiendo una distribución uniforme de la vegetación, se estima que podrían haber hasta 63 ejemplares con estas características dentro de las áreas de aprovechamiento, por lo que se conservarán en pie y se integrarán al paisaje como parte de las áreas verdes. Adicionalmente, se incluye esta especie en el listado de especies a rescatar a fin de

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

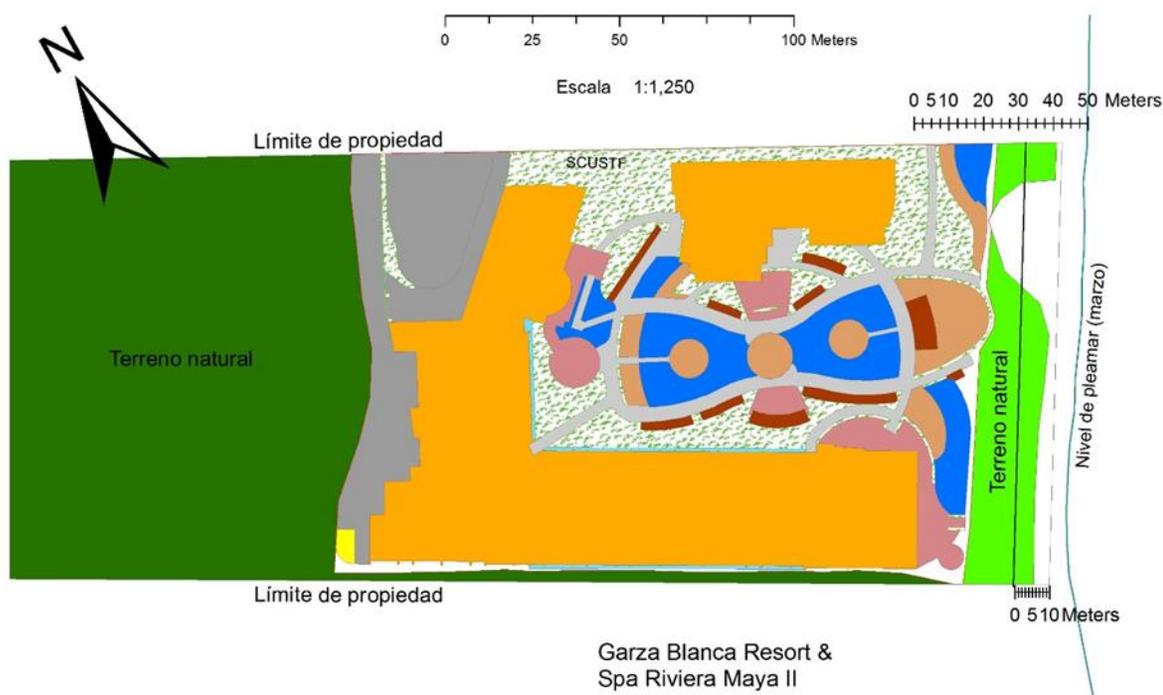
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
		minimizar el impacto sobre su población.
CE-89	El diseño de proyectos adyacentes a predios con edificios e instalaciones en proceso de construcción o de operación, debe considerar las áreas impactadas por estos y las áreas de conservación que mantengan su vegetación primaria. Esto con la finalidad de que las áreas de conservación que defina el proyecto aseguren la contigüidad del ecosistema y el mantenimiento de la diversidad florística y faunística.	En el diseño del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II se tomó en cuenta la distribución de las obras y áreas verdes del hotel Blue Diamond Riviera Maya con el propósito que las áreas de conservación definidas en el proyecto aseguren la contigüidad del ecosistema y el mantenimiento de la diversidad florística y faunística. En la imagen siguiente se ilustra a detalle esta situación.



CE-91	En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de cuadrúpedos para la realización de paseos, actividades turísticas, recreativas o de exhibición, fuera de temporada de anidación de tortuga marina y en predios y en áreas concesionadas a nombre del promotor de la actividad.	A pesar de la permisibilidad, el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no incluye el uso de cuadrúpedos para la realización de paseos, actividades turísticas, recreativas o de exhibición.
CE-92	En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control, así como para las actividades autorizadas que hagan las personas públicas o privadas	Durante la etapa de operación se prevé el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, únicamente cuando se rebase la capacidad de recolección manual del sargazo y otras algas que sean

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

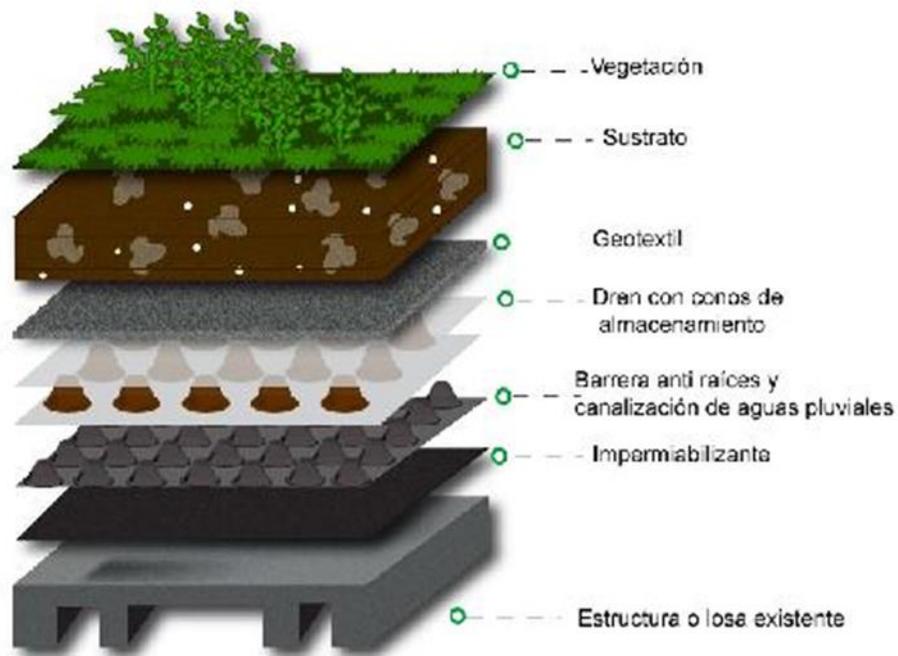
	participantes en los programas de protección a la tortuga marina.	arrastradas a la playa por las corrientes y mareas.
CE-93	Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero.	En el diseño del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II se tomó en cuenta este criterio y las obras se proyectan detrás de los 10 metros que se establecen como límite. En la franja resultante se preservará la vegetación original a fin de favorecer la conservación de la duna costera y mantener su integridad. En la imagen siguiente se ilustra a detalle esta situación.



CE-95	En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.	Al interior del predio no se registró la presencia de vegetación exótica o invasora.
CE-96	La restauración o rehabilitación de manglares afectados se deberá realizar de conformidad con lo establecido en la normatividad aplicable.	La vegetación de manglar presente en el predio no se afectará con el desarrollo de las obras proyectadas; sin embargo, en caso de necesidad se realizarán los trabajos de restauración o rehabilitación necesarios de conformidad con lo establecido en la normatividad aplicable.
CE-97	Los embarcaderos y muelles dentro del sistema de canales deberán permitir el libre paso de fauna acuática.	El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no incluye la construcción de embarcaderos o muelles.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Lineamientos para la preservación, restauración y mejoramiento del ambiente		
CE-100	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	Al interior del predio se registró la presencia de un cenote, el cual, por diseño, se ubicará en terrenos que se conservarán naturales. La zona de aprovechamiento más próxima corresponde al condohotel selva, ubicada a 50 m de distancia en su punto más próximo. No se prevé el aclareo de vegetación en los alrededores del cenote.
CE-101	En todas sus fases -construcción, operación y mantenimiento- el desarrollo deberá contar con un programa de difusión ambiental que incluya los aspectos necesarios de información, concientización y capacitación a los diversos actores involucrados, que complemente o refuerce los fines de los demás programas aplicables al proyecto.	Este lineamiento se incorpora a las medidas de prevención de impactos del proyecto. Se utilizarán carteles y pictogramas para difundir la importancia de la conservación y cuidado de las áreas naturales que se conservarán dentro del predio.
CE-102	Con la finalidad de evitar el efecto de islas de calor se deberá establecer, en por lo menos el 50 % de las losas planas de las construcciones, un jardín de azotea o roof garden en el que se utilicen preferentemente especies nativas.	El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II incluye la conformación de jardines de azotea en por lo menos el 50 % de las losas planas de las construcciones. La imagen objetivo de estos jardines se observa a continuación.



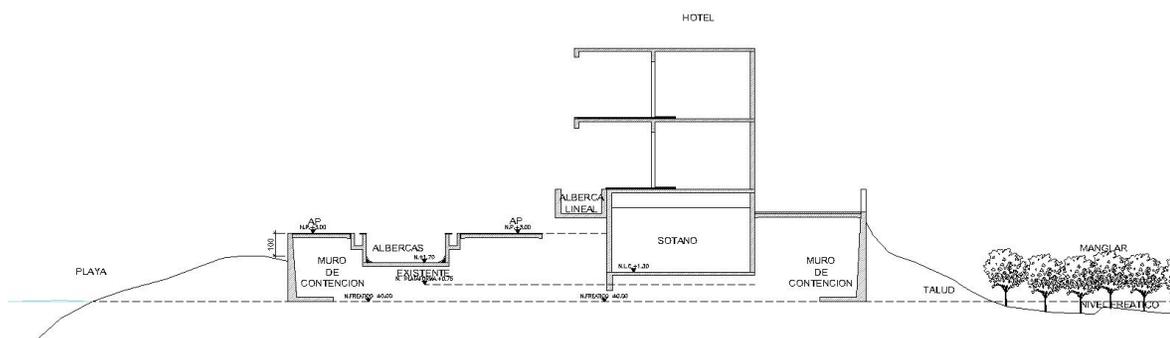
**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



CE-103	<p>En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	<p>La vegetación de duna costera frente a la propiedad no se encuentra afectada, por lo que no se requiere restaurar o reforestar.</p>
CE-104	<p>La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.</p>	<p>El proyecto Garza Blanca Resort &amp; Spa Riviera Maya II no prevé la alteración de la vegetación de duna costera.</p>
CE-105	<p>Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.</p>	<p>Para acceder a la playa desde las obras que se proyectan, se prevé la habilitación de andadores con trazo diagonal y/o sinuoso con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CE-106	Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.	Los andadores de acceso a la playa serán conformados siguiendo los lineamientos que establece este criterio.
CE-107	Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y sub-superficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada.	El proyecto se diseñó tomando en cuenta estas precauciones. En su parte costera, el desarrollo se llevará a cabo sobre las plataformas existentes que actualmente están a una altura de un metro sobre el nivel freático; de ahí se desplantará el edificio en sus cimentaciones, por lo que el primer nivel habitable estará muy por encima del nivel máximo inundable histórico, esto es, a una altura de más de 3.20 m por encima del nivel freático existente. En imagen siguiente se muestra un gráfico que ilustra el criterio de desplante usado.



CE-108	Se deberá garantizar el funcionamiento hidrodinámico de los canales interiores. Su diseño constructivo y operación se deberá fundamentar en estudios especializados, los que se presentarán de manera conjunta con el estudio de impacto ambiental respectivo.	El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no incluye canales interiores.
CE-109	Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.	Durante la construcción de las obras proyectadas en la zona de playa se ha previsto el uso de una dosificadora de concreto, la cual se ubicará dentro del área de aprovechamiento solicitada, sin afectar áreas con vegetación natural. Al concluir el uso de este elemento se retirará de la obra y el área ocupada pasará a formar parte de las obras exteriores proyectadas en el condohotel playa.

### 3.5. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ANP'S

El predio de interés no se ubica dentro de un área natural protegida de carácter federal, estatal o municipal.

### 3.6. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

#### 3.6.1. Norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

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. Sin embargo, dado que el promovente no pretende promover 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, sino como un referente para la aplicabilidad de algunos artículos de la Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente así como de la Ley General de Vida Silvestre.

De acuerdo con la información recopilada en el predio durante el inventario forestal y su caracterización, se registraron diez especies vegetales listadas en la Norma, que se reportan en la categoría Amenazada, dos de ellas endémicas. Es importante mencionar que las especies presentes en las áreas que serán removidas con el cambio de uso del suelo, se presentan con una baja abundancia, mismas que se observaron en estado disperso. Ante tal situación, se tiene contemplada y dar prioridad a dichas especies, entre otras especies nativas de interés, para su rescate y reforestación. Por su parte las cuatro especies de mangle presentes en el predio, no corren riesgo alguno por las actividades de cambio de uso del suelo propuesto, puesto que se encuentran fuera de las áreas de afectación. Otras medidas preventivas y de mitigación de impactos, además del rescate selectivo de flora, incluyen la colocación de tapiales en el perímetro de las áreas de aprovechamiento, capacitación y concientización de los trabajadores y supervisión ambiental durante las diferentes etapas del proyecto.

Especies de flora silvestre bajo estatus de protección observadas en el predio, listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Nombre científico	Nombre común	Estatus en la Norma	Distribución
<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	Amenazada	VSA/SMQ, VU
<i>Coccothrinax readii</i>	Palma nacax	Amenazada (endémica)	VSA/SMQ
<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Palma kuka	Amenazada	VSA/SMQ
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis amarillo	Amenazada	VSA/SMQ
<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán	Amenazada	VSA/SMQ
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Despeinada	Amenazada (endémica)	VSA/SMQ
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	Amenazada	VM
<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	Amenazada	VM
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	Amenazada	VM
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	Amenazada	VM

En el predio también se registraron cinco especies de fauna silvestre incluidas en la Norma, cuatro en categoría Protección especial y una en Amenazada, pero de éstas sólo la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) podría verse afectada de manera directa por el proyecto, ya que los loros no habitan propiamente en el predio y sólo hacen uso de sus recursos de manera temporal; mientras que la rana *Lithobates berlandieri* se registró al interior de un cenote que será conservado intacto y la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*) habita en la zona de vegetación de duna costera que se suma a las áreas de conservación dentro del predio.

Especies de fauna silvestre bajo estatus de protección observadas en el predio, listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico	Nombre común	Estatus en la Norma	Distribución
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanca	Protección especial	VSA/SMQ, SBP
<i>Aratinga nana</i>	Loro pechisucio	Protección especial	VSA/SMQ, SBP
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	Amenazada	VSA/SMQ, SBP, VU
<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana	Protección especial	VSA/SMQ
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija de Cozumel	Protección especial (endémica)	VU

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

La Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los

humedales costeros en zonas de manglar. De acuerdo con la Norma 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).

Al interior del predio y a lo largo del sistema ambiental se tiene la presencia de vegetación de manglar que se desarrolla en una cuenca endorreica, la cual está atravesada por caminos y acotada por desarrollos turísticos diversos. Amén de las afectaciones sobre este humedal que se registran en el sistema ambiental y al interior del propio predio, el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no incorpora en sus áreas de aprovechamiento la superficie actual con vegetación de manglar (4.744 hectáreas), ni la correspondiente a selva baja perennifolia (0.705 hectáreas), que también se desarrolla en una zona inundable, destinándolas a áreas de conservación en condiciones naturales.

Al incorporar el área de humedal a las áreas de conservación proyectadas se satisface plenamente el punto 4.0 de la Norma (Especificaciones) que establece que el manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. No obstante, toda vez que este mismo punto señala que en la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integridad del manglar, contemplando para ello la integridad del flujo hidrológico del humedal costero; la integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; su productividad natural; la capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; la integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; 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; cambio de las características ecológicas; y servicios 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); en el cuadro siguiente se presenta un análisis de la vinculación del proyecto con las especificaciones de esta Norma.

#### **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:**

No se afectará la integralidad del flujo hidrológico del manglar, ya que como se ha mencionado el proyecto no se ubica en ninguna superficie de vegetación de manglar, se construirán única y exclusivamente en áreas con vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia y áreas sin vegetación, por lo cual en ningún momento se interrumpirá el flujo hídrico del manglar.

**- La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental:**

No se afectará la integralidad del ecosistema y su zona de influencia, como bien se ha venido señalando el proyecto no afecta en ningún momento vegetación de manglar, el desarrollo del mismo no repercutirá con ninguna afectación al manglar o zona de influencia porque no se tocará ninguna superficie de manglar, así mismo con el programa de protección de manglar que se plantea implementar, se verificará que no exista afectación alguna en ninguna de las etapas del proyecto.

**- Su productividad natural;**

No se afectará la integralidad de su productividad natural, nuevamente como se ha venido mencionando las estructuras en ningún momento se afectará superficie de manglar, por consiguiente no se afectara la productividad natural del mismo, dado que no se desarrollaran actividades en la vegetación de manglar, más que actividades de monitoreo, es decir, se considerará área de protección toda la superficie de manglar ocupante en las colindancias del proyecto.

**- La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;**

No se afectará la integralidad de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos, si bien ni la misma LGVS, ni la NOM-022-SEMARNAT-2003 establecen cual es la capacidad de carga de los ecosistemas de manglar, podemos tomar como referencia el porcentaje de aprovechamiento que establece el programa de ordenamiento ecológico local del municipio de Solidaridad que es el 35% del predio como máximo, en este sentido el proyecto cumple cabalmente ya que el proyecto se desarrollará en una superficie de 5.33, equivalente al 35% de las 15.23 hectáreas del predio, de igual forma al no realizar ninguna actividad sobre la superficie de manglar, no se afecta en ninguna forma este ecosistema.

**- Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;**

No se afectará la integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje, como bien se ha descrito en los puntos anteriores el proyecto no afectara en ningún momento vegetación de manglar, por consiguiente no se afectará la zona de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de las diversas especies que habitan en el 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;**

No se afectará la integridad de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, no existen ríos en la zona con los cuales pueda interactuar, debido a la naturaleza cárstica de la península de Yucatán. En cuanto a los corales, no existe dicha interacción por tratarse de un manglar de cuenca que no se ubica colindante con la zona marina, además que la formación coralina más cercana se ubica a cientos de metros del lugar. Referente a la duna y zona marina adyacente, es importante resaltar que dicha interacción no existe actualmente en el terreno, ya que entre ambos existe una zona desprovista de vegetación. Por tanto el desarrollo del proyecto en dicha zona no interrumpirá ningún tipo de comunicación entre ambas áreas.

**- Cambio de las características ecológicas;**

**- Servicios ecológicos;**

- **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).**

Como bien se ha enfatizado con anterioridad, no se afectará o se provocaran cambios en las características y servicios ecológicos, los manglares poseen características muy peculiares como ecosistemas. Se forman por árboles llamados mangles, unas especies grandes y retorcidas que crean barreras naturales entre el mar y cuerpos de agua dulce. Se encuentran en zonas costeras y estuarios, y son la casa de una variedad enorme de especies. Por su especial combinación de agua dulce y salada, en ellos viven peces, moluscos, crustáceos, y aves de todo tipo, incluyendo aves migratorias.

Los manglares poseen características acuáticas y terrestres. Cumplen con la función de proteger a las comunidades cercanas de tormentas y huracanes, y de proveerlas de oxígeno, al capturar grandes cantidades de dióxido de carbono. Unas de las regiones del país donde pueden verse estos magníficos ecosistemas son Quintana Roo y Chiapas, donde el paso de desastres naturales ha dejado grandes estragos.

Entre los principales servicios ambientales podemos mencionar los siguientes:

- Protección contra inundaciones o tormentas
- Conservación de línea de costas
- Captura de sedimentos
- Captura de carbono del aire
- Reciclaje de nutrientes
- Mantenimiento de calidad del agua
- Regulación del clima local

- Conservación de flora y fauna
- Recreación educación
- investigación

En este sentido el proyecto no contempla en ningún momento afectar superficie alguna de vegetación de manglar, al contrario participará en el cuidado y protección del mismo, se implementará un programa de protección, por tal motivo se cumple este punto dado que no se afectaran los servicios ecológicos y características del manglar.

A continuación se realiza la vinculación con los demás numerales de la Norma.

<b>NUMERAL</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>
<b>4.1</b> Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	El proyecto no incluye obras de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que pongan en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros.
<b>4.2</b> 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 es ni incluye la construcción de canales y tampoco afectará alguna comunidad de mangle, toda vez que la totalidad de la superficie de esta comunidad presente en el predio se conservará en su estado natural.
<b>4.3</b> Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	El proyecto no incluye la construcción de canales y la ejecución de las obras proyectadas no los requieren.
<b>4.4</b> 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	El proyecto no es ni incluye el establecimiento de infraestructura marina fija o de cualquier obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar. Las obras proyectadas se realizarán sobre la planicie costera.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

mantenimiento o restauración de ésta.	
<b>4.5</b> 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 humedal, mismo que tiene dirección hacia el noroeste desde la costa y hacia el sureste desde la parte continental, es decir, hacia la cuenca endorreica desde las partes altas del terreno; y en sentido noreste-suroeste, a lo largo de la cuenca. Las edificaciones proyectadas en la zona costera, actualmente sin vegetación y que colindan con el manglar, estarán por arriba del nivel natural del terreno, pero se establecerán taludes que favorezcan el libre flujo del agua pluvial hacia el humedal. Las obras no incluyen cerramientos en los márgenes norte y sur de la fracción de manglar que atraviesa el predio, por lo que no se interrumpirá la libre circulación del agua en este sentido.
<b>4.6</b> Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	El desarrollo del proyecto no provocará degradación del humedal por contaminación o azolvamiento puesto que incluye la infraestructura necesaria para la captación, tratamiento y disposición de las aguas residuales y residuos sólidos que generará.
<b>4.7</b> La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	El proyecto contempla la extracción de agua del subsuelo, a 30 m de profundidad que corresponde a aguas del manto marino, y la inyección al subsuelo de salmueras o aguas de rechazo procedentes de ósmosis inversa a un mínimo de 100 m de profundidad, por lo que no se verá afectada la cuenca que alimenta al humedal en el sistema ambiental, el cual recibe sus principales aportes de manera superficial. Para el manejo de sus aguas residuales se ha previsto la construcción de una planta de tratamiento de aguas

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

	<p>residuales, cuyo efluente se empleará para el riego de áreas verdes y cuyo excedente se inyectará al lecho profundo, previa verificación de la calidad del agua tratada de acuerdo con los parámetros de la normatividad aplicable.</p> <p>Por lo tanto, las obras y actividades proyectadas no utilizarán o verterán aguas provenientes de la cuenca que alimenta al humedal costero bajo análisis.</p>
<p><b>4.8</b> 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.</p> <p>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.</p>	<p>Las aguas negras que se generen durante la etapa constructiva del proyecto serán contenidas en sanitarios portátiles que para tal efecto se rentarán o en fosas sépticas ecológicas prefabricadas a las que se conectarán las oficinas de obra provisionales. Dichas aguas serán manejadas y dispuestas por la empresa arrendataria, fuera del predio y del área de influencia de la cuenca hidrológica.</p> <p>Por otro lado, las aguas residuales resultantes de la operación del proyecto se coleccionarán mediante el sistema de drenaje sanitario interno y se conducirán a la planta de tratamiento de aguas residuales proyectada, por lo que en ningún momento se pone en riesgo al humedal.</p> <p>Las aguas de rechazo o salmuera procedentes de ósmosis inversa se inyectarán al subsuelo a un mínimo de 100 m de profundidad, previa verificación de la calidad del agua tratada de acuerdo con los parámetros de la normatividad aplicable, por lo que no se verá afectado el acuífero, cuyo espesor en la zona del predio se estimó en 7 m.</p>
<p><b>4.9</b> El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las</p>	<p>El proyecto requiere verter aguas residuales no tratadas y tratadas a la unidad hidrológica, puesto que incluye la inyección de aguas de rechazo del</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

<p>condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.</p>	<p>proceso de osmosis inversa, el riego de áreas verdes con aguas tratadas provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales proyectada, así como la inyección al subsuelo de los excedentes.</p> <p>De conformidad con las recomendaciones incluidas en el estudio geohidrológico realizado, los pozos de inyección de aguas residuales del proceso de desalación y del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales se perforarán a 100 m de profundidad con la zona de descarga en los últimos 25 m, sellando la parte superior con lechada de cemento retenida en una camisa de lona o cama de gravilla y arena para evitar que el agua depositada a esa profundidad suba por el espacio anular que quedará entre el tubo de ademe de PVC y la pared de perforación. Sellando de esta manera se evitará que el agua tratada afecte localmente los flujos superiores de descarga que se localizan por debajo de 12 m en la línea de costa.</p> <p>Previamente a la ejecución de la obra civil se tramitará la autorización correspondiente ante la CONAGUA.</p>
<p><b>4.10</b> 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.</p>	<p>Se ha previsto la extracción de agua del manto marino –a una profundidad de 30 m-, a razón de 1,200 m<sup>3</sup> diarios lo que no provocará intrusión de la cuña salina porque dicha extracción ocurrirá en la vecindad de la carretera federal, que es el sitio recomendado en el estudio geohidrológico del predio. Se adjunta al presente el citado estudio como sustento técnico.</p>
<p><b>4.11</b> 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</p>	<p>El proyecto no incluye, en ninguna de sus etapas, la introducción de ejemplares o poblaciones, de flora o fauna, que se puedan tornar perjudiciales para el humedal o el resto</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

<p>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.</p>	<p>de los recursos naturales de la región. El programa de reforestación y jardinería incluye principalmente especies nativas y aunque también incluye especies ornamentales no nativas, en ningún caso especies exóticas invasivas incluidas en los el listado de la CONABIO.</p>
<p><b>4.12</b> 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.</p>	<p>El humedal presente en el sistema ambiental corresponde a manglar de cuenca endorreica y no a un humedal costero, por lo que no existe mezcla de aguas dulce y salada. El agua presente en la cuenca está en la categoría de dulce.</p>
<p><b>4.13</b> 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.</p>	<p>El proyecto no requiere trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, puesto que para acceder a las obras que se proyectan en la zona costera (condohotel playa) se hará uso del camino de terracería existente localizado en el predio vecino, al norte, utilizando el derecho de servidumbre de paso acordado con el propietario vecino.</p>
<p><b>4.14</b> 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</p>	<p>No se construirán vías de comunicación en el proyecto.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

<p>recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.</p>	
<p><b>4.15</b> 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.</p>	<p>Los servicios se introducirán al predio en una trinchera que se abrirá a lo largo de las vialidades proyectadas o existentes, de tal suerte que no se afectará el manglar presente en el predio.</p>
<p><b>4.16</b> Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semiintensiva, 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.</p>	<p>El proyecto no consiste o implica actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva o infraestructura urbana. Se trata de un proyecto turístico mixto, hotelero-habitacional, previsto como posible de acuerdo con la política, vocación de uso del suelo y criterios de regulación ecológica del programa de ordenamiento ecológico local vigente. Sin embargo, las obras que se proyectan colindarán con la vegetación de manglar presente en el predio y no se guardará la distancia mínima que establece este criterio. Por tanto, con fundamento en el apartado 4.43 de la Norma se proponen medidas de compensación en beneficio de los humedales (Ver análisis del apartado 4.43).</p>
<p><b>4.17</b> 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</p>	<p>Como se manifestó en el Capítulo 2 de este documento, la obtención de material para construcción se hará de un banco de préstamo de material pétreo autorizado por la autoridad competente 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 que sus impactos no afectarán manglares o ni tendrán influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

<p><b>4.18</b> 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.</p>	<p>El desarrollo de las obras propuestas no implica el relleno, desmonte, quema o desecación de vegetación de humedal costero. Al contrario, la superficie con vegetación de manglar al interior del predio se conservará intacta y formará parte de la superficie de conservación dentro de la propiedad.</p>
<p><b>4.19</b> 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.</p>	<p>El proyecto no implica la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado.</p>
<p><b>4.20</b> Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros</p>	<p>La disposición final de los residuos se hará en el relleno sanitario de Playa del Carmen o a través de prestadores de servicio autorizados en la recolección de subproductos reciclables.</p>
<p><b>4.21</b> Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.</p>	<p>El proyecto no es ni pretende la instalación de infraestructura acuícola.</p>
<p><b>4.22</b> No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a</p>	<p>El proyecto no es ni incluye obras de canalización, ni incluye área de manglar a deforestar.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

<p>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.</p>	
<p><b>4.23</b> En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.</p>	<p>El proyecto no es ni incluye obras de canalización, ni incluye área de manglar a deforestar.</p>
<p><b>4.24</b> Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.</p>	<p>El proyecto no es ni pretende la instalación de infraestructura acuícola.</p>
<p><b>4.25</b> La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.</p>	<p>El proyecto no es ni pretende la instalación de infraestructura acuícola.</p>
<p><b>4.26</b> Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.</p>	<p>El proyecto no es ni incluye obras de canalización, ni canales de llamada para extraer agua de la unidad hidrológica.</p>
<p><b>4.27</b> Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.</p>	<p>El proyecto no es ni incluye actividades extractivas relacionadas con la producción de sal.</p>
<p><b>4.28</b> La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de referencia 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</p>	<p>El proyecto es turístico mixto, hotelero-habitacional, y aunque la vegetación de manglar atraviesa el predio, las áreas de aprovechamiento no se ubican dentro del humedal, sino en los extremos, por lo que las obras proyectadas no alterarán el flujo superficial de agua hacia el humedal.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

<p>requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.</p>	<p>Como se señaló previamente, el manglar se desarrolla en una cuenca endorreica cuyo patrón de escurrimiento es hacia el noreste desde la costa y hacia el sureste desde la parte continental y en sentido noreste-suroeste al interior de la cuenca. En la colindancia del condohotel proyectado en la zona de playa se ha previsto la construcción de un talud que garantice el libre escurrimiento de las aguas pluviales hacia el manglar, de tal suerte que no se modifique el flujo superficial de agua.</p>
<p><b>4.29</b> Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.</p>	<p>El proyecto no incluye actividades de turismo náutico.</p>
<p><b>4.30</b> En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.</p>	<p>El proyecto no incluye actividades de turismo náutico.</p>
<p><b>4.31</b> El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.</p>	<p>El proyecto no incluye actividades de turismo educativo, ecoturismo y de observación de aves; mucho menos actividades que requieran la conformación de veredas o senderos a través del humedal costero.</p>
<p><b>4.32</b> 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 de</p>	<p>El proyecto contempla el uso de un camino de terracería existente, al norte, en el predio vecino, haciendo uso del derecho de servidumbre de paso. Esta decisión ejecutiva evitará la fragmentación del humedal y</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

<p>eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 Km. de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 Km. uno de otro</p>	<p>consolidará la superficie de vegetación de manglar al interior del predio.</p>
<p><b>4.33</b> La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.</p>	<p>No se realizarán canales en el proyecto.</p>
<p><b>4.34</b> Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.</p>	<p>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 fuera de las áreas ocupadas por la vegetación de manglar.</p>
<p><b>4.35</b> Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.</p>	<p>El proyecto incorporará a las áreas de conservación dentro del predio la totalidad de la superficie con vegetación de manglar.</p>
<p><b>4.36</b> Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.</p>	<p>El proyecto incorporará a las áreas de conservación dentro del predio la totalidad de la superficie con vegetación de manglar.</p>
<p><b>4.37</b> Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos</p>	<p>Aunque en la zona costera, dado el alto grado de fragmentación y avance del desarrollo turístico y urbano ya no es concebible el retorno a las condiciones ambientales naturales de origen, las</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

<p>hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.</p>	<p>obras proyectadas no representan riesgos para la fracción de humedal presente en el predio, puesto que no afectará la dinámica hidrológica regional o local y no verterá sus aguas residuales al medio, sino que las captará y tratará previo a su disposición final en la planta de tratamiento de aguas residuales proyectada.</p>
<p><b>4.38</b> Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.</p>	<p>Las obras y actividades proyectadas no incluyen un programa o proyecto de restauración de manglares, puesto que se conservará intacta la superficie con vegetación de manglar presente en la propiedad, incorporándola a las áreas de conservación dentro del terreno. Esta acción permitirá la continuidad de los procesos naturales dentro del humedal.</p>
<p><b>4.39</b> La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.</p>	<p>Las obras y actividades proyectadas no incluyen un programa o proyecto de restauración de humedales costeros, puesto que se conservará intacta la superficie con vegetación de manglar presente en la propiedad, incorporándola a las áreas de conservación dentro del terreno.</p>
<p><b>4.40</b> Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.</p>	<p>No aplica puesto que las obras y actividades proyectadas no incluyen un programa o proyecto de restauración de humedales costeros.</p>
<p><b>4.41</b> La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.</p>	<p>No aplica puesto que las obras y actividades proyectadas no incluyen un programa o proyecto de restauración de humedales costeros.</p>
<p><b>4.42</b> Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.</p>	<p>En el Capítulo 4 de este documento se aborda una descripción de la unidad de gestión ambiental que corresponde al sistema ambiental definido para el análisis del proyecto y que contiene la cuenca hidrológica donde se desarrolla</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

<p><b>4.43</b> 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</p>	<p>el manglar.</p> <p>Las obras y actividades proyectadas no son contrarias a las prohibiciones establecidas en los numerales 4.4 y 4.22, o a la limitación establecida en el numeral 4.14. Sin embargo, incumple con la limitación establecida en el numeral 4.16, toda vez que las obras se proyectan en la colindancia del manglar.</p> <p>Considerando lo anterior, se propone como medidas de compensación en beneficio de los humedales las siguientes acciones:</p> <p>Incorporar la totalidad de la superficie con vegetación de manglar, 4.744 hectáreas, a las áreas de conservación dentro del predio.</p> <p>Incluir como parte del programa anual de capacitación que se proyecta, un curso obligatorio para todo el personal, que tenga como objetivo dar a conocer la importancia de los humedales y de su conservación.</p> <p>Colocar en la vecindad de la vegetación de manglar letreros que orienten a los huéspedes del hotel y colaboradores, sobre la importancia del manglar y de su estatus de protección.</p> <p>Aportar hasta el 50% del costo que implique la colocación de drenes o pasos de agua en el camino de terracería que se ubica en el predio vecino, al norte, y que será utilizado para acceder a las obras que se proyectan en la zona costera. Esta acción permitirá reestablecer el flujo hidrológico superficial en la sección inmediatamente adyacente a la propiedad y reducirá la tensión que prevalece sobre el humedal en el sistema ambiental.</p>
--	---

### 3.6.3. Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996

Dado que el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II incluye en su diseño la construcción de dos pozos de extracción de agua para abastecer una planta desaladora que cubra la demanda de agua potable del proyecto, es aplicable la Norma oficial mexicana NOM-003-CONAGUA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de febrero de 1997.

Esta Norma se aplica a la construcción de pozos para la extracción de aguas nacionales destinadas a los usos agrícola, agroindustrial, doméstico, acuacultura, servicios, industrial, pecuario, público urbano y múltiples. La responsabilidad en la aplicación y cumplimiento de la presente Norma corresponde al concesionario o asignatario que realice la construcción de pozos para la extracción de aguas nacionales.

En apego a lo anterior las promoventes manifiestan que realizarán las obras conforme a las especificaciones técnicas señaladas en la Norma y que se vinculan enseguida con el proyecto.

Especificaciones		Vinculación con el proyecto
6.1	Las piezas y sustancias utilizadas en la construcción de pozos deben ser de calidad comercial.	Se manifiesta que las piezas y sustancias utilizadas en la construcción de los pozos serán de calidad comercial.
6.2	<p>El área de protección entre el sitio seleccionado para construir un pozo y las fuentes potenciales de contaminación existentes que no pueden ser suprimidas, tendrá un radio mínimo de 30 m con respecto al pozo.</p> <p>Las fuentes de contaminación son las siguientes (esta lista no es limitativa, sino que depende de lo que, para situaciones y condiciones particulares, la Comisión considere necesarias):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alcantarillado sanitario</li> <li>- Campos de percolación</li> <li>- Canales de aguas residuales</li> <li>- Cloacas</li> <li>- Depósitos de jales</li> <li>- Fosas sépticas</li> <li>- Gasolineras y depósitos de hidrocarburos</li> <li>- Lechos de absorción</li> </ul>	<p>El sitio seleccionado para la construcción de los pozos se ubica en una franja de 20 m de ancho a lo largo del lindero noroeste del predio, en la colindancia con la carretera federal 307. Esta franja y 30 m en su derredor, está libre de fuentes de contaminación por lo que la construcción de los pozos es segura.</p> <p>Es importante señalar que frente a la propiedad se ubica una gasolinera y comercios que descargan a fosa séptica, pero están a más de 60 m de distancia del límite noroeste del predio; y que en el predio vecino, al sur, existe una planta de tratamiento de aguas residuales, pero ésta no es de uso industrial, sino de servicios.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Especificaciones	Vinculación con el proyecto
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Letrinas</li> <li>- Pozos abandonados no sellados</li> <li>- Pozos de absorción</li> <li>- Puntos de descarga de aguas residuales de uso industrial</li> <li>- Rellenos sanitarios</li> <li>- Ríos y cauces con aguas residuales provenientes de los usos definidos en los puntos 4.31 a 4.39</li> <li>- Rastros y establos</li> </ul>	
<p>6.3 La herramienta y la tubería de perforación se deben desinfectar antes de iniciar los trabajos de perforación. Previo a la desinfección, es necesario remover las grasas, aceites y otras sustancias adheridas a las herramientas.</p>	<p>Se manifiesta que se pedirá a la empresa que se contrate para la perforación de los pozos que acate este lineamiento.</p>
<p>6.4 En la perforación de pozos con fluidos, cuya base principal sea el agua y la bentonita, éstos no deben contener ninguna sustancia que degrade las características químicas del agua subterránea.</p>	<p>La perforación se hará con medios mecánicos por lo que no aplica este criterio.</p>
<p>6.5 Todos los aprovechamientos hidráulicos subterráneos deben contar con protección sanitaria. De acuerdo con la estructura del pozo, el espacio anular entre las paredes de la formación y el ademe, así como la terminal superior del pozo, son las áreas que presentan mayor riesgo de contaminación.</p>	<p>Se manifiesta que se pedirá a la empresa que se contrate para la perforación de los pozos que acate este lineamiento y entregue los pozos con protección sanitaria.</p>
<p>6.6 La desinfección del pozo debe ser realizada durante la etapa de desarrollo del mismo, antes de que el equipo permanente haya sido instalado, el cual debe también ser desinfectado.</p> <p>Para ello, deberá aplicarse el desinfectante necesario para que la concentración de cloro en el agua contenida en el pozo sea de 200 mg/L como mínimo. El agua en el pozo deberá tratarse con cloro, tabletas de hipoclorito de calcio, solución de hipoclorito de sodio o cualquier otro desinfectante de efecto similar, con la concentración apropiada y aprobada por la Secretaría de Salud.</p> <p>Después de que el desinfectante haya sido aplicado, se agitará el agua del pozo para lograr una buena mezcla y se inducirá el contacto de la mezcla agua-desinfectante con las paredes del ademe, rejilla, filtro y</p>	<p>Se manifiesta que se pedirá a la empresa que se contrate para la perforación de los pozos que acate este lineamiento y siga los procedimientos de desinfección antes de la entrega de la obra.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Especificaciones		Vinculación con el proyecto
	formación del acuífero. Posteriormente, se debe circular la mezcla dentro del ademe con la columna de bombeo, y luego extraerla mediante bombeo. Después de que el pozo haya sido desinfectado, debe ser bombeado hasta que no se detecten residuos del desinfectante utilizado.	
6.7	Dispositivos de medición y monitoreo	
6.7.1	Con el objeto de disponer de un medio seguro para conocer los caudales de extracción del pozo, es indispensable la instalación de un dispositivo de medición compatible con los volúmenes proyectados de extracción. Para uso público urbano, el medidor debe cumplir con los requisitos estipulados en la Norma Oficial Mexicana de medidores de agua NOM-012-SCFI o usar dispositivos similares que cumplan con las normas vigentes.	Se manifiesta que previamente a la utilización de los pozos se colocará un dispositivo de medición compatible con los volúmenes proyectados de extracción.
6.7.2	Se requiere instalar un dispositivo lateral en la tubería principal de descarga para el muestreo del agua.	Se manifiesta que se instalará un dispositivo lateral en la tubería principal de descarga para el muestreo del agua.
6.7.3	También se requiere la instalación de un dispositivo que permita medir la profundidad del nivel del agua en el pozo.	Se manifiesta que se instalará un dispositivo que permita medir la profundidad del nivel del agua en el pozo.

#### **3.6.4. Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007**

Tomando en cuenta que entre las obras de urbanización del predio se tiene contemplado la construcción de un sistema de captación de aguas pluviales en la zona costera donde se ubicará el condohotel playa, que incluye la construcción de 30 pozos de absorción de aguas pluviales a los que se conectarán alrededor de 90 registros mediante un sistema de ductos, es aplicable al proyecto la Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007, Infiltración artificial de agua a los acuíferos. Características y especificaciones de las obras y del agua, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de agosto de 2009.

Esta Norma es aplicable en todo el territorio nacional a las personas que ejecuten obras o actividades para la infiltración mediante disposición de aguas pluviales y escurrimientos superficiales al suelo y subsuelo en obras o conjuntos de obras que tengan una capacidad mayor a 60 litros por segundo.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

En apego a lo anterior las promoventes manifiestan que realizarán las obras conforme a las especificaciones técnicas señaladas en la Norma y que se vinculan enseguida con el proyecto.

Especificaciones		Vinculación con el proyecto
5.1.	En el caso de obras y actividades para la infiltración de aguas pluviales o de escurrimiento superficial al suelo se atenderá a lo siguiente:	
5.1.1	Las obras y actividades a que se refiere esta Norma deberán en todo momento respetar lo dispuesto por las declaratorias de áreas naturales protegidas y sus programas de manejo.	Las obras proyectadas no se ubican al interior de algún área natural protegida por lo que no le aplica este criterio al proyecto.
5.1.2	El suelo deberá ser caracterizado conforme a lo dispuesto por la Norma ISO 15175:2004, Calidad del suelo.- Caracterización del suelo en relación con la protección del agua subterránea; la que la substituya, o la NMX correspondiente.	Para caracterizar el suelo, subsuelo y el acuífero la empresa promovente encargó un estudio geohidrológico del predio, mismo que se adjunta al presente como evidencia. El estudio data de este año y estuvo a cargo de la empresa Perforaciones Precisas de Quintana Roo, S.A. de C.V.
5.1.3	En áreas propensas a deslaves o con pendientes abruptas e inestables, sólo podrán llevarse a cabo las obras y actividades a que se refiere la presente cuando se hayan realizado obras de ingeniería para estabilizar el terreno.	El predio de interés no está propenso a deslaves ni presenta pendientes abruptas e inestables.
5.1.4	En terrenos que hubieran sufrido algún evento de contaminación, quien realice la obra deberá asegurarse que no está inscrito como predio contaminado.	El predio de interés no ha sufrido evento de contaminación alguno por lo que no está inscrito como predio contaminado.
5.2	En el caso de la disposición de aguas pluviales o de escurrimiento superficial a la zona no saturada, adicionalmente a las anteriores aplicarán las siguientes: ...	Las obras de infiltración conducirán el agua a la zona saturada, a 100 m de profundidad por lo que no son aplicables al proyecto las especificaciones del numeral 5.2 de la Norma.
7.	Operación del sistema de disposición	
7.1	Los pozos de infiltración deben contar con un dispositivo de cierre manual o automático en la entrada de los mismos.	Los pozos contarán con un dispositivo de cierre manual.
7.2	Se debe mantener libre de residuos sólidos o líquidos el área de captación de agua pluvial y las zonas por donde transite el escurrimiento superficial. Esta condición también aplica en el caso de zonas de captación de azoteas, tejados o techumbres.	Tal como se señaló en el Capítulo II del presente documento, la red pluvial se localizará en la zona costera donde se proyecta la construcción de un condohotel, de tal suerte que la limpieza está garantizada, toda vez que es requisito para la adecuada operación de las

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Especificaciones		Vinculación con el proyecto
		obras proyectadas y la conservación del negocio. La limpieza de alcantarillas se hará manualmente conforme al programa de mantenimiento preventivo anual que se desarrollará. Durante el estiaje podría requerirse únicamente de verificación visual de la condición de la alcantarilla, pero previamente a la época de lluvias será necesario el desazolve para permitir el buen flujo del agua pluvial y minimizar la afectación al acuífero por acarreo de residuos sólidos.
8.1	Las obras de disposición deben recibir el mantenimiento a más tardar el 1 de mayo de cada año, a fin de restituir la capacidad de retención y remoción de contaminantes.	El mantenimiento se realizará conforme se indica en este lineamiento.
8.2	Se debe mantener un programa de mantenimiento y de señalización en las obras de disposición, incluyendo:	Entre las medidas de prevención de impactos ambientales se incluye contar con un programa de mantenimiento preventivo anual que incluirá la descripción y programación de las acciones de remoción de los sedimentos y limpieza de rejillas; y la instrumentación de una bitácora donde se registren las actividades de mantenimiento realizadas en cada obra. El plan de contingencias para atenuar el impacto de la ocurrencia de derrames accidentales de líquidos o sustancias contaminantes, se incluirá en el programa de prevención de accidentes que deberá elaborarse para dar cumplimiento a la normatividad ambiental de competencia estatal dentro del primer año de operación del proyecto.
8.2.1	Plan de atención de contingencias para atenuar el impacto de la ocurrencia de derrames accidentales de líquidos o sustancias contaminantes;	
8.2.2	Remoción de los sedimentos y limpieza de rejillas u obras complementarias de acuerdo a cada sistema de tratamiento, y	
8.2.3	Registro de las actividades de mantenimiento realizadas en cada obra.	

### 3.1.1. Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012

La Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012 establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación. De acuerdo con la Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para las personas físicas y morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.

La zona de playa colindante al predio del proyecto es de tipo arenoso, por lo que existe la posibilidad que sea utilizada por alguna de las especies de tortuga marina que

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

habitan el Caribe Mexicano para la puesta de sus nidadas, en este sentido resulta aplicable al proyecto por lo que se presenta una análisis de su vinculación.

Especificaciones		Vinculación con el proyecto
5.1.	Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:	
5.2	El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.	El presente documento es precisamente para obtener la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental.
5.3	Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Areas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Area Natural Protegida.	El proyecto no se encuentra dentro de ningún área natural protegida de carácter federal, estatal o municipal.
5.4	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:	
5.4.1	Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.	Dentro de los polígonos de cambio de uso de suelo solicitados no se encuentra ninguno en la porción que pudiera ser susceptible de ser empleado como sitio de anidación de tortugas. En cumplimiento al criterio CE-93 del POEL se respeta una franja de 10 metros colindante con la Zona Federal Marítimo Terrestre, donde se mantiene la cobertura de vegetación actual.
5.4.2	Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.	Como se mencionó en el criterio anterior, se mantiene sin alteración una franja de 10 metros colindante a la Zona Federal Marítimo Terrestre, donde se favorecerá la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y en consecuencia se mantiene la dinámica de acumulación de arena.
5.4.3	Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.	No se pretende la instalación de mobiliario en la zona de playa o la franja de 10 metros colindante a la Zona Federal Marítimo Terrestre, por lo que en caso de darse la anidación de tortugas marinas, no existirán obstáculos a la misma.
5.4.4	Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche	Las edificaciones del condohotel playa, que son las más cercanas al área de posible anidación

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Especificaciones		Vinculación con el proyecto
	genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.	de tortugas, no tendrá iluminación exterior dirigida hacia la playa o área marina.
5.4.5	<p>Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:</p> <p>a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.</p> <p>b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.</p> <p>c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.</p>	<p>Las edificaciones del condohotel playa, que son las más cercanas al área de posible anidación de tortugas, no tendrá iluminación exterior dirigida hacia la playa o área marina.</p> <p>En todo caso se verificará que la iluminación exterior cuente con:</p> <p>a) Mamparas o capuchas.</p> <p>b) Focos de bajo voltaje de 40 w o su equivalente.</p> <p>c) Iluminación en tono amarillo o ambar.</p>
5.4.6	Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	<p>No se contempla la introducción de vehículos al frente de playa, a menos que se requiera para la limpieza de playa derivado de la arribazón de grandes volúmenes de sargazo.</p> <p>Sin embargo, durante los meses de mayo a noviembre, la limpieza de la playa se realizará únicamente mediante medios manuales.</p> <p>No se permitirá el acceso de animales al frente de playa.</p>

### 3.7. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)

#### 3.7.1. Programa de desarrollo urbano del municipio de Solidaridad.

De acuerdo con el cual el predio de interés se ubica en una región donde el uso predominante es “Zona Turística” (ZT), por lo que el uso que se pretende dar al predio no se contrapone a la normatividad urbana actual, pues no resultan incompatibles los usos del suelo.

Al respecto el referido programa señala que las Zonas Turísticas son aquellas áreas que por sus características y atractivo natural propician el desarrollo de edificaciones y actividades de tipo turístico y recreativo. Estas áreas se deben proteger de la excesiva concentración de habitantes, regulando la densidad autorizable población y de

edificación en cada zona específica. De igual manera, se deben proteger contra riesgos urbanos y tráfico pesado ocasionados por usos incompatibles. Son áreas en las que se debe prevenir el deterioro de las mismas, ya que por su belleza y valor ambiental son la razón de ser de su atractivo. Estas zonas son susceptibles de desarrollarse, ya sea dentro del territorio de influencia de un centro de población existente o en áreas deshabitadas. Son áreas que forman parte de la franja costera del Municipio.

En este sentido el proyecto no se contrapone con dicho uso, dado que se respeta el porcentaje máximo de aprovechamiento que establece el POEL, así como la densidad máxima permitida.

### **3.8. OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR**

#### **3.8.1. Región hidrológica prioritaria Corredor Cancún-Tulum**

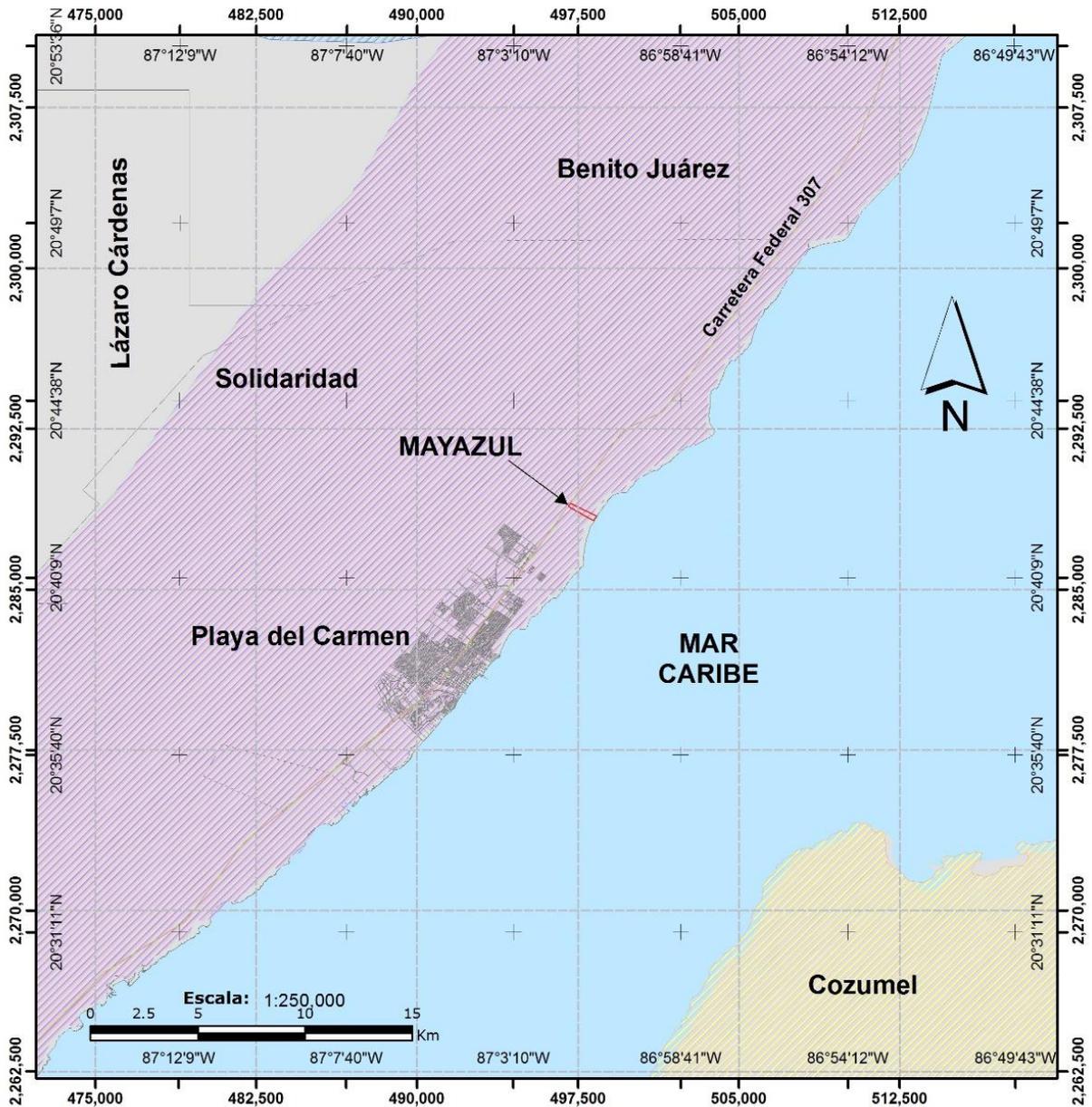
El sitio del proyecto forma parte de la región hidrológica prioritaria número 105 denominada Corredor Cancún-Tulum, la cual tiene una extensión de 1,715 km<sup>2</sup>. Sus recursos hídricos principales son las lagunas de Chacmochuch y Nichupté, cenotes, estuarios y humedales (lénticos), así como aguas subterráneas (lóticos).

La problemática que enfrenta esta región es la modificación del entorno por 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. También se ha identificado la contaminación por aguas residuales y desechos sólidos y uso de recursos de manera no sustentable como la pesca ilegal en la laguna de Chacmochuch y plantaciones de coco *Cocos nucifera*.

Por las características del proyecto, cuyo diseño es acorde con los lineamientos ambientales establecidos en los instrumentos de planeación ambiental y urbana aplicables; sus dimensiones que implican el aprovechamiento únicamente del 35% de la superficie del terreno; y la conservación de la superficie del terreno con vegetación de manglar y la correspondiente a selva baja perennifolia, que se desarrollan en ambientes inundables, garantizando la conservación de los patrones de escurrimiento; y porque contará con medidas de prevención para evitar los impactos sobre el acuífero, se considera que el proyecto no generará impactos significativos que pudieren llegar a afectar esta Región Hidrológica Prioritaria.

Las recomendaciones dadas para la conservación de esta región son las siguientes. Se necesita restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales. El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II, es congruente con estas recomendaciones toda vez que dará tratamiento a las aguas residuales que generará y conservará hasta 65% de la superficie del terreno con su cobertura vegetal en condiciones naturales.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**Simbología**

- Límite del predio
- Carretera federal 307
- Trazo Urbano

**Regiones Hidrológicas Prioritarias de México**

- Contoy
- Corredor Cancún - Tulum
- Cozumel

**CARTA DE VINCULACIÓN CON LAS REGIONES  
HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS DE MÉXICO**

FUENTE: Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:4,000,000. 2ª. ed. CONABIO. México.

El predio se localizó con base en el levantamiento topográfico proporcionado por el promotor.

**Elaboró:** Ecol. Marcos Rodríguez Córdova  
**Fecha:** Julio 2014

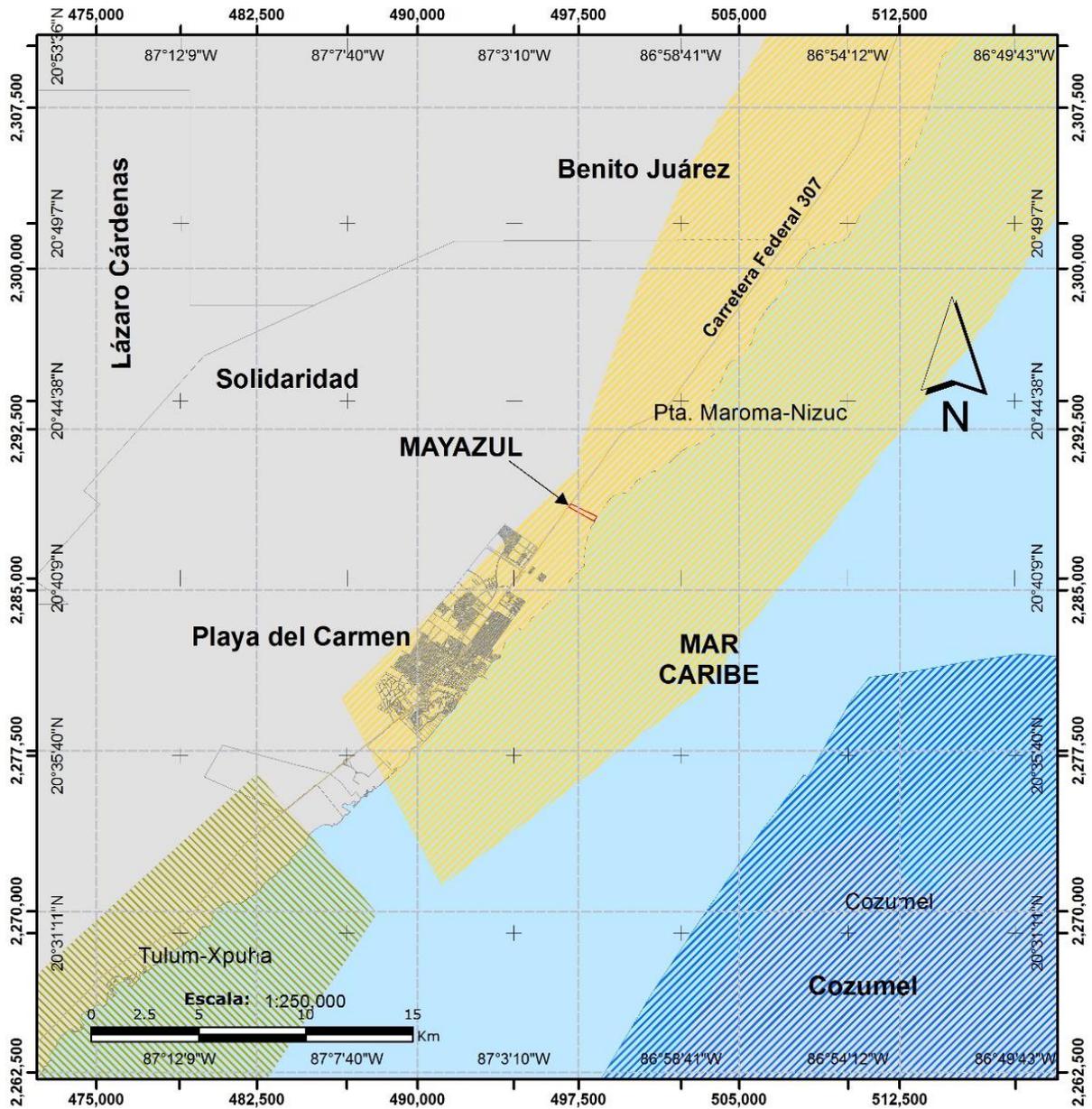
Datum Horizontal..... WGS84  
Proyección..... U.T.M.  
Zona UTM..... 16 N

### 3.8.2. Región marina prioritaria Punta Maroma-Nizuc

El proyecto se localiza en la región marina prioritaria número 63 denominada Punta Maroma-Nizuc, la cual ocupa un área de 1,005 km<sup>2</sup>. Esta región está compuesta por arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras y estuarios. La problemática que enfrenta esta región es la modificación del entorno por tala de manglar, relleno de áreas inundables, remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe deforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). También se tiene la problemática del blanqueamiento de los corales y la invasión de especies introducidas como la *Cassuarina spp* y *Columbrina spp*. El uso excesivo de los recursos también impacta ambientalmente a esta RMP. La presión sobre peces (boquinete) y langostas y la pesca ilegal en la laguna Chacmochuch afectan sobremanera al área, lo cual se acentúa más con los campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres, teniendo problemas por la contaminación generada por las descargas urbanas y la falta de condiciones de salubridad. Por todo ello se han tomado medidas de conservación como la protección de los arrecifes de Puerto Morelos, recomendándose dar impulso a su plan de manejo y a su zonificación. También se planteaba que la laguna de Nichupté se sujete a normas de uso y protección, la cual actualmente ha sido incorporada al sistema de áreas naturales protegidas.

Por las características de diseño del proyecto, que no incluye tala de manglar, relleno de áreas inundables ni remoción de pastos marinos, se considera que el proyecto no generará impactos significativos que pudieran llegar a afectar esta Región Marina Prioritaria.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**Simbología**

- Límite del predio
- Carretera federal 307
- Trazo Urbano

**Regiones Marinas Prioritarias de México**

- Cozumel
- Pta. Maroma-Nizuc
- RMP Tulum-Xpuha (No. 64)

**CARTA DE VINCULACIÓN CON LAS REGIONES MARINAS PRIORITARIAS DE MÉXICO**

FUENTE: Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coords.). 1998. Regiones marinas prioritarias. Escala de trabajo 1:4,000,000. CONABIO. México.

El predio se localizó con base en el levantamiento topográfico proporcionado por el promovente.

**Elaboró:** Ecol. Marcos Rodríguez Córdova

**Fecha:** Julio 2014

Datum Horizontal..... WGS84

Proyección..... U.T.M.

Zona UTM..... 16 N

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

### **4.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO**

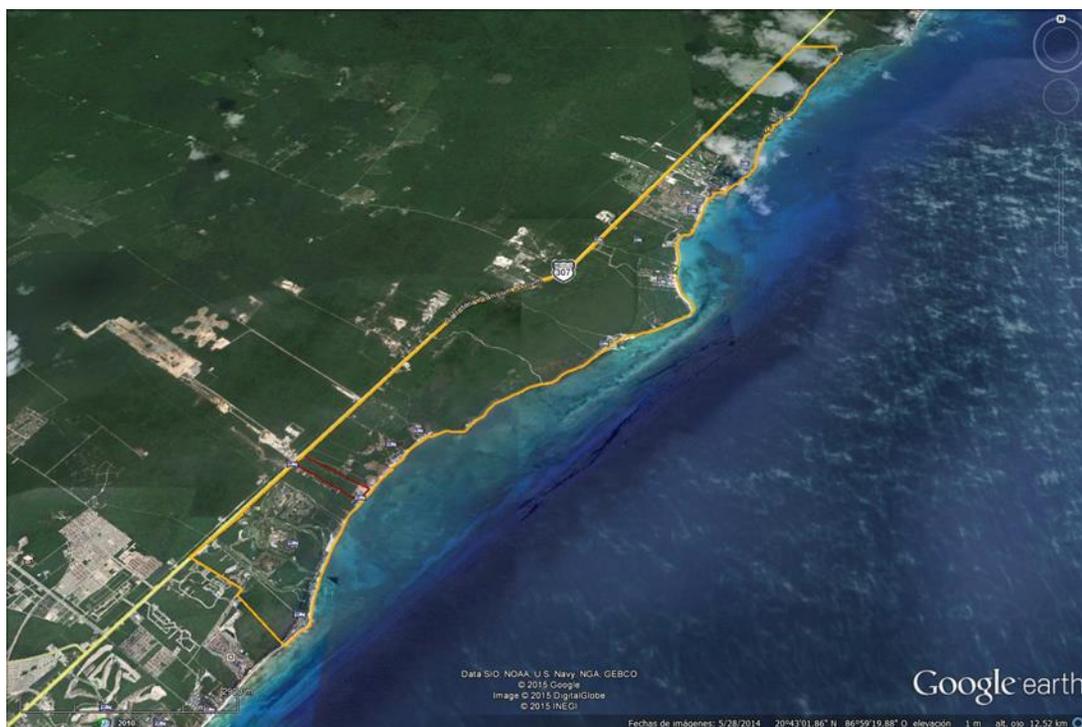
Considerando que el municipio de Solidaridad cuenta con un ordenamiento ecológico local que subdivide el territorio en unidades de gestión ambiental y que de acuerdo con el artículo 3, fracción XXVII del Reglamento de la LGEEPA en materia de ordenamiento ecológico, la unidad de gestión ambiental es la unidad mínima del territorio a la que se asignan determinados lineamientos y estrategias ecológicas, se delimitó el área de estudio a partir de los límites geográficos de la unidad de gestión ambiental que contiene al predio de interés en el Programa de ordenamiento ecológico local del Municipio de Solidaridad, que lo ubica en la unidad de gestión ambiental 17 (UGA 17), denominada Corredor turístico Punta Brava-Xcalacoco, la cual tiene una superficie de 2,922.96 hectáreas, con una política ambiental de conservación y vocación de uso de suelo turística.

Esta región espacial, incluye la totalidad de la superficie del predio y por tanto la totalidad de la superficie de aprovechamiento y la superficie cambio de uso del suelo que se requiere para el desarrollo del proyecto. En ésta, dada la magnitud de las obras y actividades que se proyectan, tendría lugar la totalidad de los impactos ambientales potenciales identificados derivados de la remoción de la vegetación y de la construcción de las obras proyectadas. Además, dentro de esta región tiene lugar el desplazamiento de la fauna silvestre presente en el predio e incluye las áreas de dispersión de semilla de la flora nativa; además existe un continuo vegetal por lo que puede asumirse que existe un continuo ecológico.

La superficie expresada en metros cuadrados y por hectáreas, así como el porcentaje de ocupación de cada una de las condiciones de la vegetación y los usos de suelo de las condiciones que prevalecen en este Sistema Ambiental, de acuerdo con la carta de uso del suelo y vegetación, serie V, de INEGI. La vegetación de manglar ocupa la mayor parte del área de estudio con 47.06%, seguida de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con 14.26% y pastizales cultivados con 12.61%.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

El área definida está enclavada en una sección caracterizada por la presencia de complejos turísticos hoteleros, en su mayoría cinco estrellas, con un promedio de 327 habitaciones, es decir, de características similares a las que se proyectan en el Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II el cual pretende sumar 150 departamentos de tres recámaras cada uno, con operación hotelera (condohotel), distribuidos en dos conjuntos, además de restaurantes y un spa. No se reporta población fija o residente dentro del área, aunque se reconoce que es posible encontrar una población flotante, no cuantificada.



Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental, según la carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie V.

Uso del suelo y vegetación	Superficie (hectáreas)	Porcentaje de ocupación
Asentamientos humanos	188.97	6.47
Área desprovista de vegetación	11.24	0.38
Manglar	1,375.45	47.06
Pastizal cultivado	368.69	12.61
Selva mediana subperennifolia	212.96	7.29
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	348.69	11.93
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	416.94	14.26

## 4.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

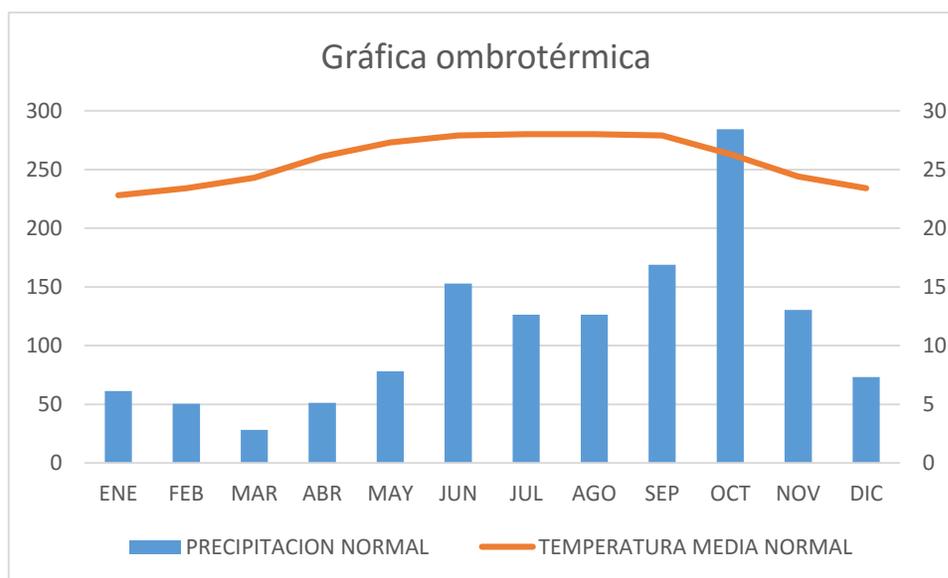
### 4.2.1. Medio abiótico

El área de estudio, al igual que toda la Cuenca Quintana Roo, se encuentra dentro de una sola provincia fisiográfica llamada Península de Yucatán. La mayor parte de esta provincia está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana. Presentan una microtopografía de interés en la que la roca calcárea alterna en mayor o menor frecuencia con pequeñas hondonadas, lo que da lugar a una constante alternancia de suelos en los puntos más bajos. La peculiaridad de estas formaciones se debe a la carsticidad.

En términos de las subprovincias fisiográficas que se encuentran en Quintana Roo, a saber, Carso y Lomeríos de Campeche, Carso Yucateco y Costa Baja de Quintana Roo; el sistema ambiental se localiza en la Subprovincia fisiográfica denominada Carso Yucateco que ocupa las porciones centro y norte del estado de Quintana Roo, la cual está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el este y hacia el norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte suroeste. Dada la solubilidad de las rocas, son frecuentes las dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, además, muestran una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carecen en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial. En su porción litoral son frecuentes las salientes rocosas, caletas, pequeños escarpes, cordones y espolones, así como lagunas pantanosas intercomunicadas con el mar por canales o bocas y extensas zonas de inundación con vegetación de manglar. De acuerdo con las características morfológicas del área, se puede situar en una etapa geomorfológica de madurez para una región calcárea en clima cálido subhúmedo.

El clima presente corresponde al mismo que se reporta para Playa del Carmen, Solidaridad, que según la carta de climas de INEGI es caliente sub-húmedo con temperaturas anuales de 26.3 grados centígrados y una mínima de 14 grados en enero y una máxima de 33 grados en agosto, tipo Aw1(x'). Cuenta con tres períodos climáticos: de febrero a mayo un período seco, de junio a septiembre el período de lluvias y el período de nortes de octubre a enero. La precipitación pluvial media anual es de mil 100 a mil 500 milímetros, con un período de lluvias en verano, la estación de lluvia es de marzo a octubre. El clima se ve afectado por los ciclones, que aumentan la precipitación sobre todo en el verano.

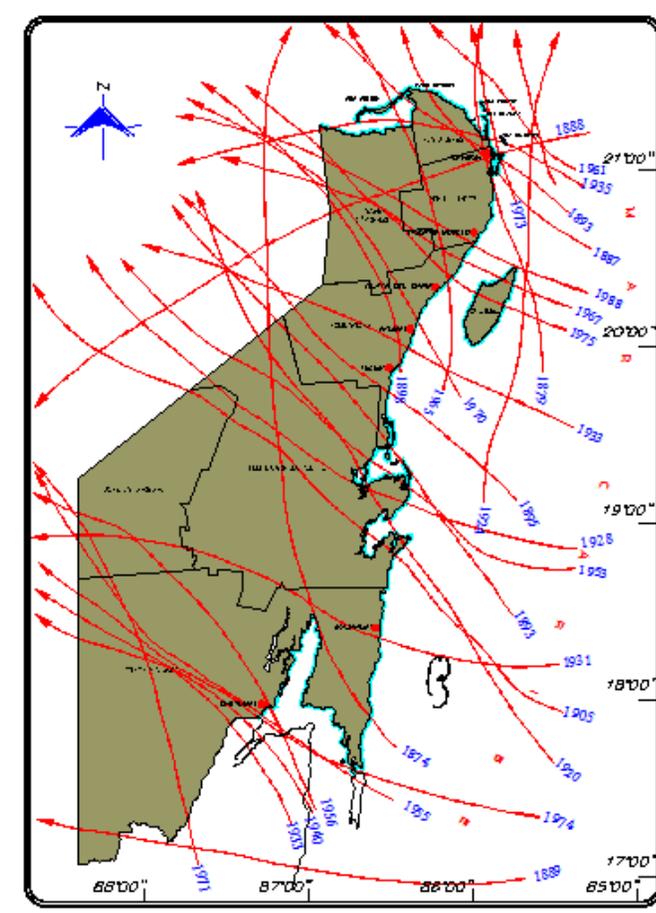
De acuerdo con las normales climatológicas proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional en la Estación Playa del Carmen 00023163 para los años 1981-2010, las temperaturas medias normales más bajas se registraron entre los meses de diciembre a febrero (<24 °C) y las más altas entre mayo y septiembre (>27 °C), siendo la temperatura media anual de 25.8 °C, registrando la media mensual más baja en enero (22.8 °C) y la más alta en agosto (28.0 °C), por lo que la oscilación térmica es de 5.2 °C. De acuerdo con la misma fuente, la temperatura máxima mensual promedio registrada para la zona fue de 33.9 °C, para el mes de agosto de 2004, en tanto que la temperatura mínima mensual promedio se registró en enero de 2001 con 13.8.6 °C. En cuanto a la precipitación pluvial, la normal anual reportada por el Servicio Meteorológico Nacional para el período 1981-2010 es de 1,331.2 mm/año. El año de mayor precipitación fue 2005, en él se registraron 284.3 mm de lluvia; mientras que el 2006 presentó la menor cantidad con 28.1 mm de precipitación pluvial. De acuerdo con los datos, la mayor precipitación mensual ocurre generalmente en el mes de junio, la cual tiene un promedio de 556.0 mm de lluvia mensual; mientras que marzo es el mes que presenta la menor precipitación mensual promedio, con un registro de 71.0 mm. En este período, la precipitación máxima registrada en 24 horas ocurrió en el mes de junio de 2004 y fue de 283.0 mm.



Gráfica ombrotérmica elaborada a partir de las normales climatológicas proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional en la Estación Playa del Carmen 23163 para los años 1981-2010.

El área de estudio definida para el proyecto, por su ubicación geográfica, se encuentra constantemente expuesta a fenómenos meteorológicos extremos de diferentes tipos, incluyendo huracanes, tormentas tropicales, “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 (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. Los huracanes más significativos que han afectado la zona de interés durante los últimos años son Gilberto en 1988; -cuyo efecto destructivo afectó amplias zonas de vegetación cuyos restos secos favorecieron la propagación de los incendios forestales de 1989-; Opal y Roxanne en 1995 y Emily y Wilma en 2005. Este último es reconocido como el de mayor importancia que ha impactado las costas del norte de Quintana Roo por sus efectos catastróficos sobre la industria turística y por los cambios sustanciales en la geomorfología costera. En la siguiente figura se observa la trayectoria de los huracanes que se han registrado en la Península de Yucatán, durante el mes de septiembre, desde el año 1874 hasta 1988, en tanto que en el cuadro se citan los huracanes que en los últimos años han afectado la región de interés. En la última década no se ha registrado un ciclón de importancia que afecte la zona norte del estado de Quintana Roo.



Trayectoria de los huracanes que se han registrado en la península de Yucatán, durante el mes de septiembre, desde el año 1874 hasta 1988. Fuente: NOAA.

Fecha	Nombre	Contacto en tierra
1988	Gilberto	Cozumel y Playa del Carmen
1995	Opal	Centro y Norte de Quintana Roo
1995	Roxanne	Costa Central de Quintana Roo
1996	Dolly	Felipe Carrillo Puerto
1998	Mitch	Costa Sur de Quintana Roo
2000	Keith	Costa Sur de Quintana Roo
2005	Emily	Centro y Norte de Quintana Roo
2005	Wilma	Centro y Norte de Quintana Roo

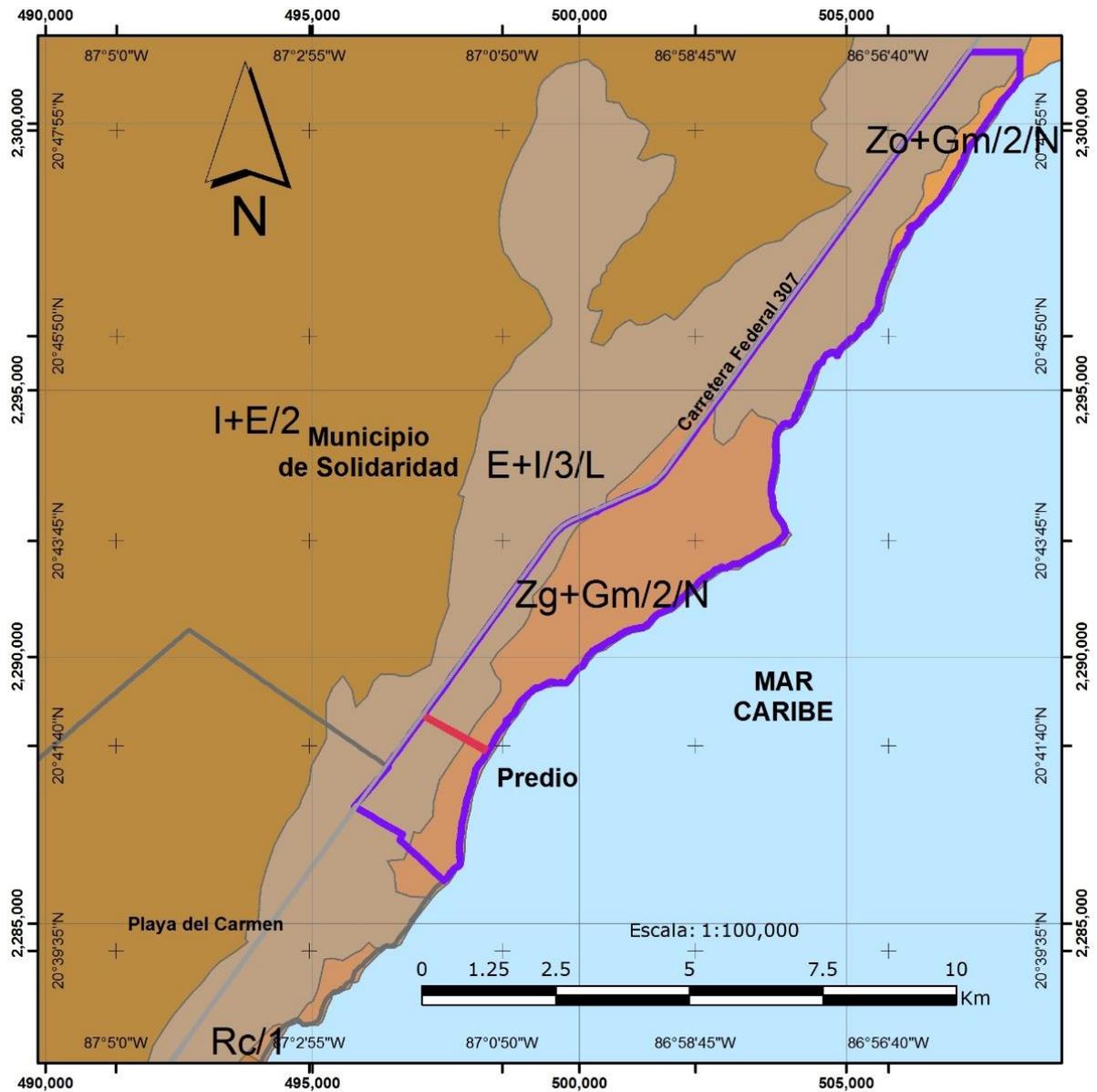
Principales huracanes registrados en Quintana Roo de 1988 al 2005.

En el área de estudio están presentes los suelos Litosol, Rendzina, Solonchak y Gleysol que se encuentran interactuando y formando mezclas con predominancia de alguno de ellos. El tipo Rendzina con Litosol de clase textural fina y fase física lítica (E+I/3/L) es el predominante en las zonas más elevadas, mientras que en la vecindad de la costa, detrás de la duna costera está presente el tipo Solonchak órtico con Gleysol mólico de clase textural media fase química sódica (Zo+Gm/2/N), acumulado en la zona de escurrimiento, baja, donde se forman áreas anegadas.

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. Por otra parte, los litosoles presentan profundidades menores de 10 cm, y está limitado por la presencia de rocas, tepetate o caliche endurecido, su fragilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable. Son suelos de color café claro a casi negro y por su textura y características presentan fuertes restricciones para su utilización con fines agrícolas, sin embargo, presentan buen drenaje, lo que favorece la infiltración de las aguas pluviales.

El suelo Solonchak destaca en la morfología de su perfil la influencia del agua y la alta salinidad, lo que favorece el desarrollo de vegetación halófito e hidrófito. Son suelos de baja permeabilidad, con valores de conductividad eléctrica alrededor de los 20 mmhos/cm (como regla general) a 60 mmhos/cm. Son alcalinos, con valores de pH que varían entre 8 y 9, ricos en calcio y magnesio y relativamente bajos en fósforo. Existen dos variantes, uno de textura gruesa con 80% de contenido de arena y 2% de materia orgánica, con capacidad de intercambio catiónico muy baja; y la otra de textura fina con contenido de arena menor a 40% y contenido de materia orgánica de 7.5% en el estrato más superficial.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**SIMBOLOGÍA**

 Predio	<b>Clave edafológica</b>
 Sistema Ambiental	 E+I/3/L
 Centro de Población	 I+E/2
 Carretera federal 307	 Rc/1
	 Zg+Gm/2/N
	 Zo+Gm/2/N

**Tipo de Suelo**

- Litosol (I)
- Rendzina (E)
- Regosol calcárico (Rc)
- Solonchak órtico (Zo)
- Solonchak gléyico (Zg)
- Gleysol mólico (Gm)

**Clase textural**

- 1 Gruesa 2 Media 3 Fina
- L = Fase Física Lítica  
N = Fase Química Sódica

**CARTA EDAFOLÓGICA**

Fuente: Conjunto de datos vectoriales escala 1:250,000 de la carta Edafológica, Serie II (F1611), de INEGI.

Datum Horizontal..... WGS84  
Proyección..... U.T.M.  
Zona UTM..... 16N

Elaboró:  
Biol. Edith Lorenzana Guzmán  
Marzo de 2015

Tipos de suelo presentes en el sistema ambiental.

En el área de estudio se observan tres tipos de unidades geológicas. En la parte más elevada del terreno se despliega la unidad Tpl(cz), del Plioceno, que parece corresponder a la parte superior de la formación Carrillo Puerto. La parte inferior de lo expuesto está formada por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas. La parte superior de esta unidad está conformada por calizas de textura ooespatita, bioespatita y biomicrita, dispuesta en capas delgadas y medianas de color blanco, con un echado horizontal. Contienen foraminíferos de los géneros *Archaias* sp. y *Globigerinoides* aff., *G. trilobus*, algas verdes, dacycladáceas del género *Halimeda*, gasterópodos de varias especies, pelecípodos, ostrácodos, hexacorales e icnofósiles. El ambiente de depósito es de plataforma de aguas poco profundas. En las partes más bajas se aprecian sedimentos lacustres y de litoral del Cuaternario. En el primer caso corresponden a una acumulación de material calcáreo arcilloso, limoso o arenoso en lagunas someras abiertas o restringidas, formadas en la zona litoral las primeras o en pequeñas cuenditas endorreicas con inundación temporal, que se caracterizan por presentar islotes con abundante vegetación. En el segundo caso son depósitos litorales de arena fina a gruesa constituida principalmente por fragmentos, espículas de equinodermos, moluscos, ostrácodos, briozoarios y esponjas, además de miembros de microforaminíferos bentónicos y planctónicos, en algunos sitios se tienen coquinas mal consolidadas del mismo ambiente; se encuentran formando una franja angosta y plana, ligeramente inclinada, asociada a las dunas o suavemente ondulada.

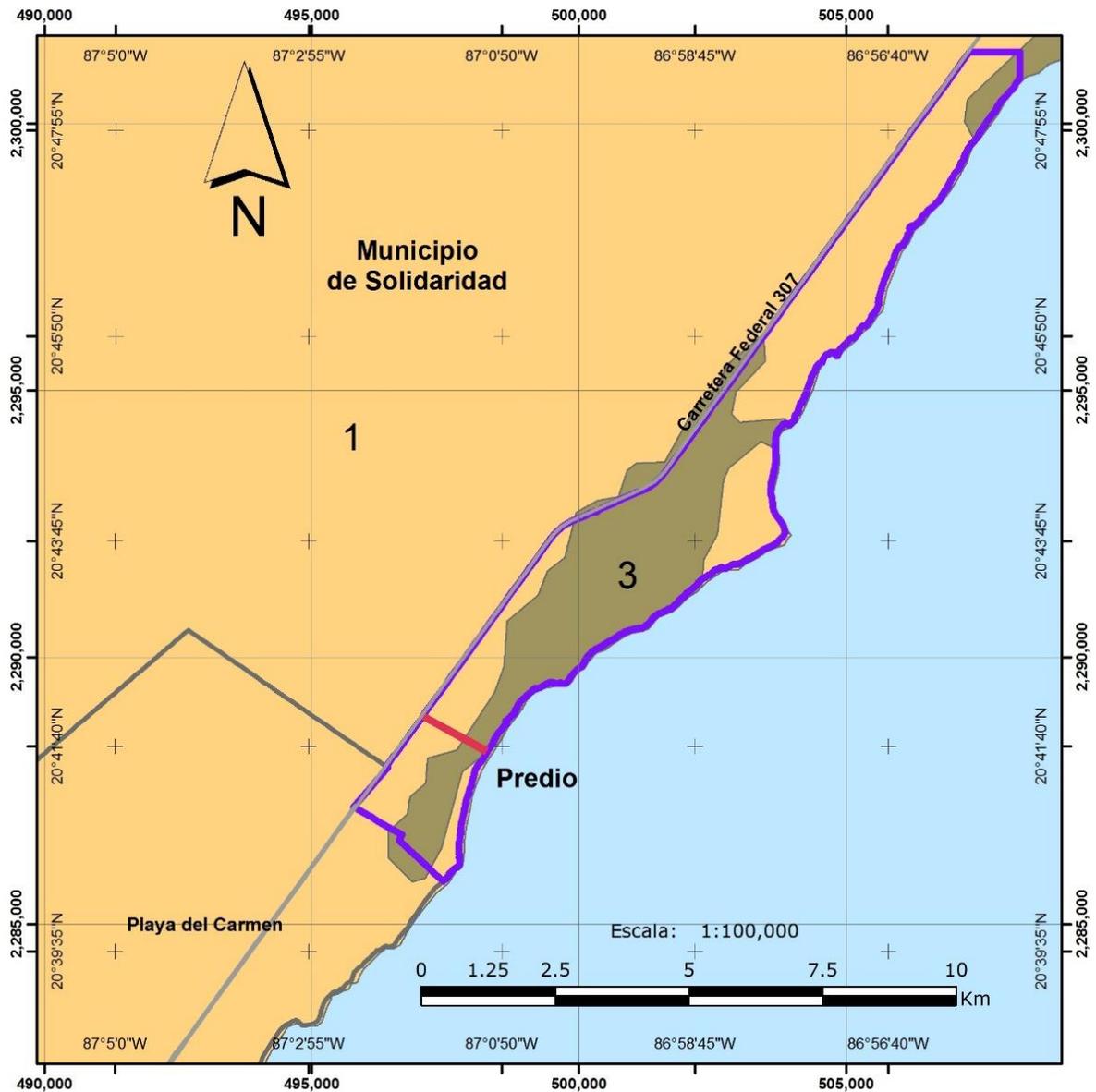
Las características geológicas y edáficas previamente descritas son determinantes en la condición hidrológica y geohidrológica del sistema ambiental. En éste no hay corrientes superficiales ni cuerpos de agua continentales de gran importancia pues las calizas presentes manifiestan gran fracturamiento, alta disolución y permeabilidad; sin embargo, constituyen un buen acuífero. En el área se observa la presencia de un par de cuencas endorreicas de importancia local, pues en ellas se acumula agua pluvial y se desarrolla vegetación de manglar.

El acuífero es de tipo freático. Las aguas subterráneas de la región son de gran dureza y poca salinidad. En términos de disponibilidad de agua se revisó el Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos y se modifica para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos, publicado

en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009, encontrando que el área de interés forma parte del acuífero Península de Yucatán, el cual cuenta con una disponibilidad media anual de agua subterránea (DAS) de 5,005 millones de metros cúbicos. Sin embargo, cabe hacer mención que también se localiza en una zona con veda, por tiempo indefinido, para la explotación, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, según lo establece el Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del área que circunda los límites geopolíticos de los Municipios de Benito Juárez y Cozumel –subdivididos ahora en Cozumel Tulum y Solidaridad-, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de marzo de 1981.

La Comisión Nacional del Agua menciona valores de carga hidráulica menores a 2 metros en una franja de 15 a 40 Km. de ancho a partir del litoral. Hasta ahora la evolución de los acuíferos revela fluctuaciones estacionales relacionadas directamente con precipitaciones anuales menores o mayores que la media, respectivamente. No se ha registrado una tendencia progresiva descendente en los niveles de agua. Sin embargo, a la fecha se presentan algunos problemas de contaminación en las inmediaciones del centro de población en virtud de las descargas sanitarias directas al subsuelo, sin tratamiento previo.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**SIMBOLOGÍA**

- Predio
- Sistema Ambiental
- Centro de Población
- Carretera federal 307

**Unidad de escurrimiento superficial**

- Coeficiente de Escurrimiento de 0 a 5%
- Coeficiente de Escurrimiento de 10 a 20%

**CARTA DE UNIDADES DE ESCURRIMIENTO**

Fuente: Conjunto de datos vectoriales escala 1:250,000 de la carta hidrológica de aguas superficiales, Serie II (F1611), de INEGI.

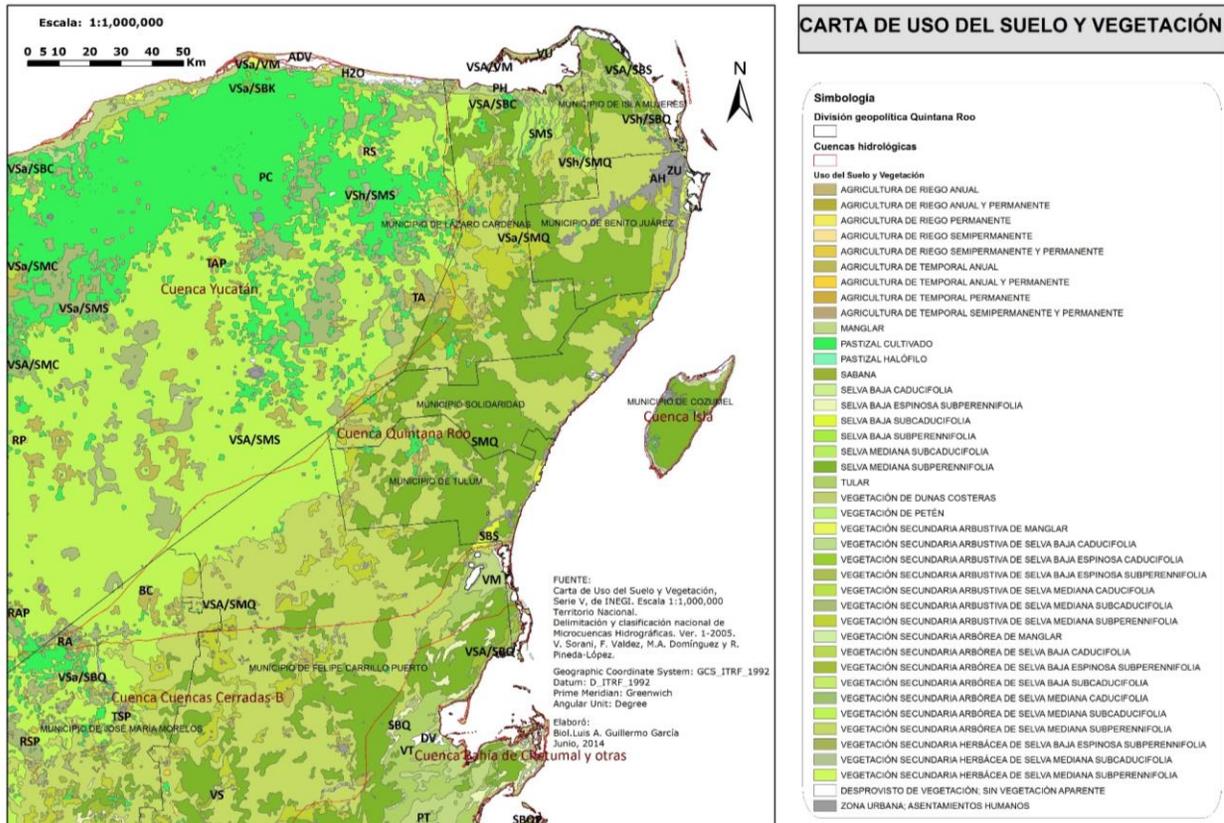
Datum Horizontal..... WGS84  
Proyección..... U.T.M.  
Zona UTM..... 16N

Elaboró:  
Biol. Edith Lorenzana Guzmán  
Marzo de 2015

## 4.2.2. Medio biótico

### 4.2.2.1. Vegetación

De acuerdo con la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie V de INEGI, el tipo de vegetación prevaleciente en la Cuenca Quintana Roo corresponde al ecosistema selva mediana subperennifolia, con diferentes estados de desarrollo –vegetación secundaria arbórea, arbustiva y en buen estado de conservación- cuya distribución se extiende más allá de sus límites, incluso más lejos de los límites del Estado de Quintana Roo, como se observa en la siguiente figura. Sólo en la costa en la parte Norte de la Cuenca se aprecian otros tipos de vegetación entre los que se cuentan la selva baja subcaducifolia, manglar y vegetación de dunas costeras, entre otros.



Al nivel del área definida para el análisis del sistema ambiental están presentes los tipos de vegetación selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y manglar; así mismo, se reconocen áreas con pastizal cultivado, asentamientos humanos y áreas desprovistas de vegetación, cuya ocupación espacial

se mostró en el cuadro correspondiente al inicio de este capítulo. De éstos es relevante para el proyecto que se valora únicamente la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, ya que en este tipo de vegetación tendrá lugar la totalidad de las afectaciones que implica el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II.

Algunos autores como Flores y Espejel (1994), coinciden en señalar que la vegetación primaria o agrupaciones óptimas que fueron descritas para la región a mediados del siglo XX han desaparecido (Miranda, 1958). De tal manera que su lugar ha sido tomado por la vegetación con desarrollo secundario. Por lo tanto, en la Cuenca hidrológico forestal, como dentro del sistema ambiental definido para el proyecto, se distribuyen extensas zonas en donde la vegetación natural de selva (en su nivel más alto), ha sido reemplazada por áreas de vegetación alterada y en distintos grados de recuperación, la cual en la gran mayoría de los casos alcanza alturas entre los 2 y 10 m y en donde sobresalen especies arbóreas solitarias o en conjuntos más diversos de dimensiones de escasas a regulares. La composición florística es semejante a la de una vegetación conservada de selva mediana, solamente que la estructura horizontal y vertical se encuentra completamente modificada.

Las causas que han afectado a la vegetación son variadas y pueden ser atribuidas a fenómenos naturales como son: el impacto de huracanes y la presencia de incendios. Además de las acciones de uso del suelo con fines agropecuarios como son las acciones de desmote bajo el sistema tradicional de Rosa-Tumba-Quema una práctica milenaria en la región, el aprovechamiento furtivo de la madera, el cual se realiza sin ninguna tecnificación, a no ser el empleo de la motosierra para la tumba de los árboles y para su aserrío. Así como el propio desarrollo urbano.

A lo largo de los años, el área de estudio ha sufrido modificaciones en su cobertura vegetal, principalmente debido a aprovechamientos antropogénicos. Estos cambios han quedado documentados en las cartas de uso del suelo y vegetación editadas por INEGI desde la década de 1980, series I a V y su análisis permite formar una imagen retrospectiva de la variación en la calidad ambiental. Como punto de comparación conviene atraer los datos aportados por Boco, G., Mendoza y Masera O.R., (2001)<sup>3</sup>, respecto a la tasa de cambio entre la serie I (1980) y la IV (2008) ocurrida en la República Mexicana para los ecosistemas selva perennifolia y vegetación secundaria, a saber, -59.55% y +12.71%, respectivamente.

---

<sup>3</sup> Metodológica propuesta por La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán: una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, 44., pp. 18-38.

Para el caso particular del proyecto Garza Blanca Resort & Spa, se procedió al análisis de la variación espacial entre las cartas de uso del suelo y vegetación de INEGI, series II a V, utilizando las herramientas de análisis geoespacial del programa ArcView 10.1. La variación espacial de la cobertura del suelo resultante se muestra en el siguiente cuadro.

Uso del suelo y vegetación	Superficie (hectáreas)			
	Serie II	Serie III	Serie IV	Serie V
Asentamientos humanos	--	--	--	188.97
Área desprovista de vegetación	--	--	--	11.24
Manglar	933.03	1,299.00	1,297.96	1,375.45
Pastizal cultivado	439.30	371.99	371.69	368.69
Selva mediana subperennifolia	23.49	24.47	24.5	212.96
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	--	--	--	348.69
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,315.77	1,007.29	1,008.82	416.94

Cambios a través del tiempo de las cubiertas vegetales que se encuentran presentes en el área de estudio con base en el análisis espacial de las cartas de uso del suelo y vegetación de INEGI, series II, III, IV y V.

A pesar del evidente desarrollo turístico y comercial que puede apreciarse en la zona – se contabilizan hasta 15 desarrollos turísticos hoteleros en un radio de 5 km a partir del predio-, al observar el predio en vista aérea se ve que el terreno del proyecto aún forma parte de una amplia zona en la que existe vegetación natural, que si bien está fragmentada y bajo la presión propia del desarrollo urbano y turístico, aún persiste y se desarrolla la vida silvestre.

Dentro del área de estudio, en la superficie ocupada por vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, en mayor abundancia dominan individuos de tallas bajas como *Bursera simaruba* (chaca roja), *Drypetes lateriflora* (kekenche), *Guettarda combsii* (tastab), *Lysiloma latisiliquum* (tzalam), *Nectandra coriacea* (laurelillo), *Piscidia piscipula* (jabín), *Sabal yapa* (huano), entre otras. Estas especies alcanzan alturas entre los 4 y 12 m. Los arbustos que integran una inmensa mayoría de los elementos de esta vegetación, se intercalan entre las especies de árboles y le dan a la comunidad un carácter de impenetrable y una alta densidad de individuos. Estas especies alcanzan las alturas referidas (de 4 a 10 m). Algunas especies de este estrato son *Ardisia escallonioides* (Plomoche), *Casearia corymbosa* (isinche), *Cupania glabra* (palo chachalaca), *Hampea trilobata* (majahua), *Malvaviscus arboreus* (tulipancillo), *Psychotria nervosa*, *Pithecellobium stevensonii* (cacaoche), entre otras. Además se debe considerar que dentro de toda esta zona se distribuyen especies estrictamente

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

---

---

secundarias dentro de las cuales sobresalen: *Viguiera dentata* (tajonal) y *Trema micrantha* (pixoy) propias de orillas de caminos y terrenos abandonados; *Acacia collinsii* (cornezuelo), *Acacia gaumeri* (katzim), *Carica papaya* (papaya cimarrona), *Cecropia peltata* (guarumbo), *Colubrina greggii* (pixoy), *Hamelia patens* (xcanan), todas ellas ampliamente distribuidas en acahuales jóvenes; *Guazuma ulmifolia* (guácima), propia de potreros. En el área de estudio en particular, esta comunidad vegetal presenta un dosel en formación a una altura de aproximadamente 6 a 8 m, con algunos árboles sobresalientes de hasta 9 m de altura total. Por debajo del dosel se presenta un estrato arbustivo con una altura media de 4 a 5 m formado principalmente por las mismas especies dominantes del dosel, mientras que el estrato herbáceo es escaso y disperso.





Aspecto de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia registrada en el área definida para el análisis del sistema ambiental del proyecto.

Para obtener datos cuantitativos sobre la vegetación en el sistema ambiental que permitan comparar los valores y características de la vegetación sujeta a cambio de uso de suelo que se solicita, se optó por caracterizar sitios cercanos al predio, ubicados tanto al norte como al sur dentro del área de estudio definida, siguiendo la misma metodología que para el levantamiento de datos al interior del predio. Los datos de referencia se obtuvieron a partir de 12 sitios de muestreo en vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, de 500 m<sup>2</sup>, cada uno. Con base en los registros en estos sitios de referencia durante los muestreos y los reconocimientos de campo en general, existen al menos 73 especies pertenecientes a 31 familias botánicas; de las cuales la Fabaceae es la más importante con 16 especies registradas. Del total de especies, 50 son árboles, 15 especies son arbustivas, una es orquídea de suelo, cinco son palmas y dos son trepadoras. El listado florístico obtenido para el área de influencia del proyecto se presenta en el siguiente cuadro. De estas especies, seis están incluidas en la categoría Amenazada de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, a saber, *Thrinax radiata*, *Coccothrinax readii*, *Pseudophoenix sargentii*, *Guaiacum sanctum*, *Tabebuia chrysantha* y *Beaucarnea pliabilis*.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de vida
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	árbol
Annonaceae	<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	árbol
Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i>	Chechem blanco	árbol
Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	árbol
Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Palma xiat	palma
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Palma nacax	palma
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Huano	palma
Arecaceae	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Palma kuka	palma
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	palma

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de vida
Asparagaceae	<i>Yucca guatemalensis</i>	Izote o itabo	árbol
Bignoniaceae	<i>Senna racemosa</i>	Xcanlool	árbol
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Roble amarillo	árbol
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	árbol
Burceraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	árbol
Dilleniaceae	<i>Tetracera volubilis</i>	Bejuco	bejuco
Ebenaceae	<i>Diospyros cuneata</i>	Silil	arbusto
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum sp.</i>		árbol
Euphorbiaceae	<i>Croton gaumeri</i>	Perezcut	arbusto
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomoché	arbusto
Euphorbiaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Yayté o hueso de tigre	árbol
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	árbol
Fabaceae	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Pata de venado	arbusto
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	árbol
Fabaceae	<i>Caesalpinia mollis</i>	Chacté	árbol
Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	árbol
Fabaceae	<i>Erythrina standleyana</i>	Colorín	arbusto
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	árbol
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	árbol
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Correa	árbol
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	árbol
Fabaceae	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Supté	árbol
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	árbol
Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	árbol
Fabaceae	<i>Senegalia gaumeri</i>	Katzim	árbol
Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	árbol
Fabaceae	<i>Vachellia cornigera</i>	Subín	árbol
Fabaceae	<i>Vachellia pennatula</i>	Chimay	árbol
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	árbol
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	árbol
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy o guásuma	árbol
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	arbusto
Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i>	Tabaquillo	arbusto
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	arbusto
Meliaceae	<i>Trichilia sp</i>	Escobeta	arbusto
Moraceae	<i>Ficus sp</i>	Higo	árbol
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo	árbol
Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i>	Higera	árbol
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Morita	árbol
Nolinaceae	<i>Beaucarnea plibilis</i>	Despeinada	árbol
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea de piso	orquídea
Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo	arbusto

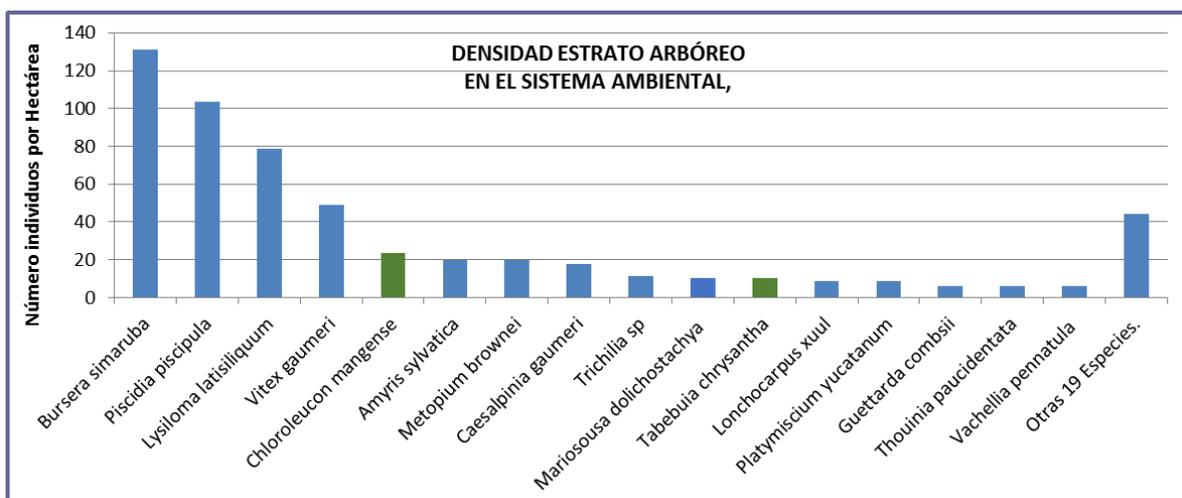
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de vida
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Uvero	árbol
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Sacbob	árbol
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilche	árbol
Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	arbusto
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Cruceta	arbusto
Rubiteaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	árbol
Rubiteaceae	<i>Hamelia patens</i>	Ixcanan o chacloco	arbusto
Rutaceae	<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	árbol
Rutaceae	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Palo de ruda	arbusto
Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	árbol
Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador	árbol
Sapindaceae	<i>Cupania glabra</i>	Sacpom	árbol
Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i>	Huayancox	árbol
Sapindaceae	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Guaya	árbol
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chico zapote	árbol
Sapotaceae	<i>Mastichodendrom foetidissimum</i>	Caracolillo	árbol
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Kanisté o mante	árbol
Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo	árbol
Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Zapote faisán	árbol
Verbenaceae	<i>Lippia yucataná</i>	Gusanillo	arbusto
Vitace	<i>Cissus sicyoides</i>	Bejuco cisu	bejuco
Zigophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán	árbol

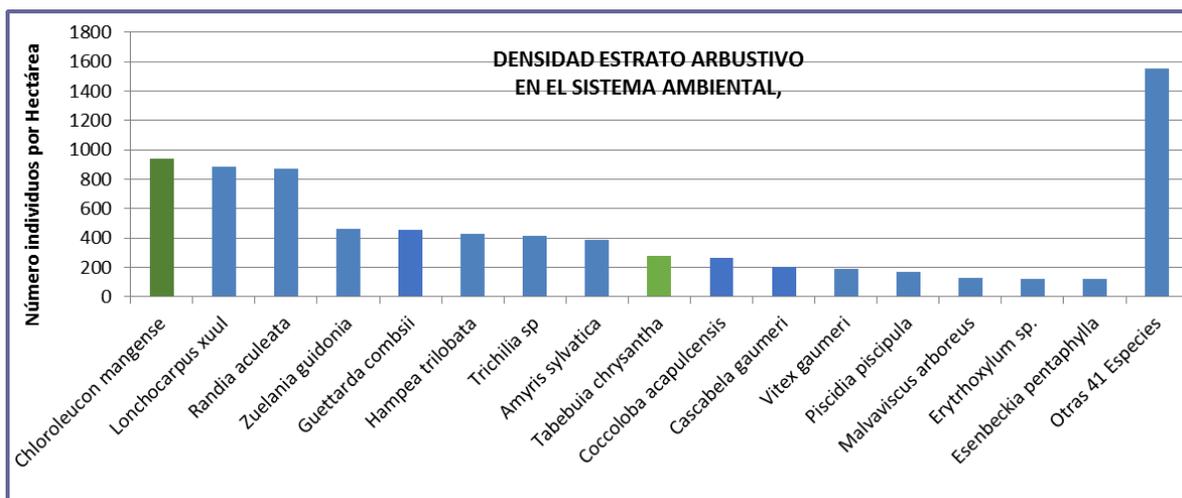
Listado florístico general que indica las especies registradas en el área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental y su correspondiente forma de vida, considerando únicamente el ecosistema vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Entre los árboles de rápido crecimiento que forman la vegetación arbórea destacan por su abundancia *Bursera simaruba* (chaca), *Piscidia piscipula* (jabín), *Lysiloma latisiliquum* (tzalam) y *Vitex gaumeri* (yaxnic). Además, se registra una alta incidencia del *Chloroleucon mangense* (verde lucero) en toda la región. Entre los arbustos se observan con frecuencia *Chloroleucon mangense*, *Lonchocarpus xuul* (correa) y *Randia aculeata* (cruceta). Las especies de importancia legal por estar incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 están presentes pero tienen baja incidencia en el conjunto. En los gráficos siguientes se muestra la densidad arbórea en cada uno de los estratos de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

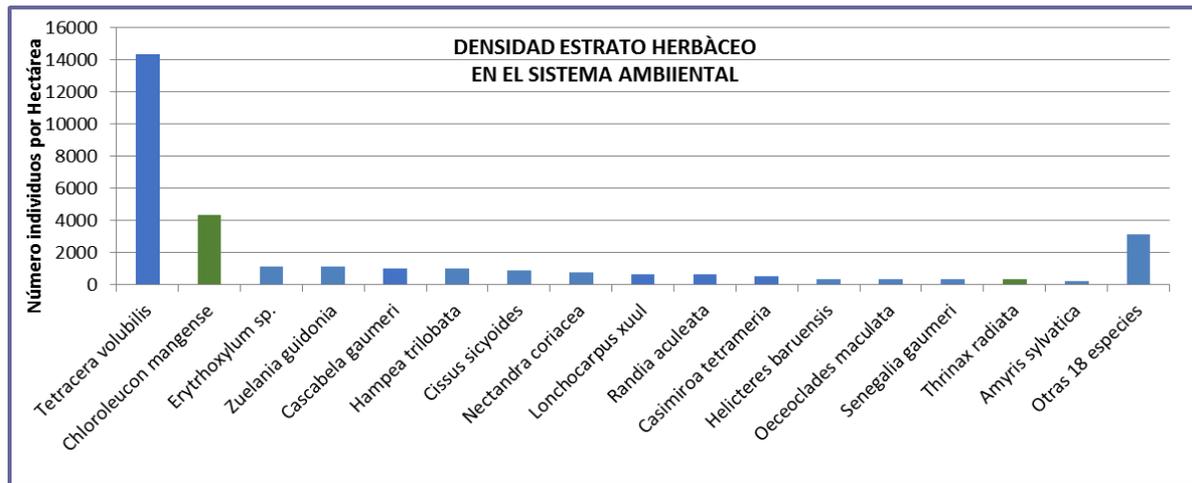


Densidad de ejemplares en el estrato arbóreo de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia registrada en el sistema ambiental.



Densidad de ejemplares en el estrato arbustivo de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia registrada en el sistema ambiental.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



Densidad de ejemplares en el estrato herbáceo de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia registrada en el sistema ambiental.

En el área definida para el análisis del sistema ambiental, extrapolando los datos del inventario forestal, se estima que existen unos 8,424 individuos por hectárea de las especies arbóreas y arbustivas registradas en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, contabilizando todos los individuos a partir de 3.0 cm de diámetro. 93.41% de los individuos corresponden al estrato arbustivo y sólo 6.59% al estrato arbóreo. Considerando la superficie ocupada por este tipo de vegetación en el área de análisis del sistema ambiental, la estimación de existencias es 3,512,198 árboles y arbustos, cuya área basal en metros cúbicos se estima en 29,592.32. Enseguida se presentan los valores obtenidos para cada especie.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Número total de individuos por hectárea, área basal expresada en m<sup>2</sup>/ha y volumen total árbol expresada en m<sup>3</sup>/ha, por estrato y total, para cada una de las especies identificadas en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en los sitios de muestreo del sistema ambiental definido.

Especie	Nombre común	Existencias / hectárea del Estrato Arbóreo			Existencias / hectárea del Estrato Arbustivo			Estimación de Existencias Totales por hectárea		
		Na/Ha	Ab m <sup>2</sup> /Ha	Volumen m <sup>3</sup> VTA/Ha	Na/Ha	Ab m <sup>2</sup> /Ha	Volumen m <sup>3</sup> VTA/Ha	Núm. Árboles	Ab (m <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup> VTA
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	131	2.374	11.237	94	0.246	0.951	225	2.62	12.188
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	104	2.018	9.194	169	0.413	1.540	273	2.43	10.734
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	79	2.114	8.049	13	0.020	0.050	91	2.13	8.099
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	49	1.086	5.046	188	0.308	1.093	236	1.39	6.139
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Correa	9	0.101	0.507	888	1.040	3.177	896	1.14	3.684
<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	24	0.367	1.496	938	0.503	1.407	961	0.87	2.903
<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	20	0.307	1.663	388	0.304	0.906	408	0.61	2.569
<i>Trichilia sp.</i>	Escobeta	11	0.301	1.636	413	0.307	0.893	424	0.61	2.529
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis	10	0.133	0.919	281	0.337	1.269	291	0.47	2.189
<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	6	0.172	0.999	456	0.461	1.166	463	0.63	2.165
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	20	0.289	1.748	44	0.088	0.363	64	0.38	2.111
<i>Mastichodendrom foetidissimum</i>	Caracolillo	5	0.260	1.516				5	0.26	1.516
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	18	0.212	0.901	50	0.140	0.363	68	0.35	1.265
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua				425	0.246	0.836	425	0.25	0.836
<i>Exothea diphylla</i>	Huayancox	3	0.031	0.212	119	0.147	0.619	121	0.18	0.831
<i>Randia aculeata</i>	Cruceta				869	0.321	0.742	869	0.32	0.742
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Uvero	3	0.043	0.298	263	0.146	0.399	265	0.19	0.697
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	4	0.057	0.231	113	0.170	0.458	116	0.23	0.690
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	9	0.128	0.585	13	0.026	0.082	21	0.15	0.666
<i>Ficus sp.</i>	Higo	5	0.146	0.651				5	0.15	0.651
<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador				463	0.297	0.635	463	0.30	0.635
<i>Thouinia paucidentata</i>	Hueso de tigre	6	0.078	0.399	56	0.087	0.228	63	0.17	0.626
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	4	0.051	0.268	56	0.101	0.296	60	0.15	0.565
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akitz	1	0.012	0.053	206	0.192	0.501	208	0.20	0.554
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilché				100	0.148	0.541	100	0.15	0.541
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Supté	10	0.101	0.442	6	0.008	0.031	16	0.11	0.474

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Especie	Nombre común	Existencias / hectárea del Estrato Arbóreo			Existencias / hectárea del Estrato Arbustivo			Estimación de Existencias Totales por hectárea		
		Na/Ha	Ab m <sup>2</sup> /Ha	Volumen m <sup>3</sup> VTA/Ha	Na/Ha	Ab m <sup>2</sup> /Ha	Volumen m <sup>3</sup> VTA/Ha	Núm. Árboles	Ab (m <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup> VTA
<i>Erythroxylum sp.</i>					119	0.112	0.393	119	0.11	0.393
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	1	0.010	0.042	25	0.070	0.334	26	0.08	0.376
<i>Vachellia pennatula</i>	Chimay	6	0.058	0.138	19	0.057	0.201	25	0.11	0.339
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca				50	0.082	0.325	50	0.08	0.325
<i>Sabal yapa</i>	Huano	3	0.102	0.324				3	0.10	0.324
<i>Senna racemosa</i>	Xcanlool	1	0.014	0.062	13	0.071	0.210	14	0.09	0.272
<i>Caesalpinia mollis</i>	Chacté	5	0.072	0.233	25	0.011	0.034	30	0.08	0.267
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo				119	0.099	0.258	119	0.10	0.258
<i>Bauhinia jenningsii</i>	Pata de venado				44	0.064	0.257	44	0.06	0.257
<i>Vachellia cornigera</i>	Subín				94	0.100	0.255	94	0.10	0.255
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	1	0.014	0.062	100	0.044	0.114	101	0.06	0.176
<i>Pouteria campechiana</i>	Kanisté o mante	1	0.022	0.146				1	0.02	0.146
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Sacbob				113	0.038	0.099	113	0.04	0.099
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	1	0.022	0.091				1	0.02	0.091
<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit				6	0.031	0.084	6	0.03	0.084
<i>Yucca guatemalensis</i>	Izote o itabo				13	0.063	0.082	13	0.06	0.082
<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán				6	0.024	0.080	6	0.02	0.080
<i>Maclura tinctoria</i>	Morita	1	0.014	0.062				1	0.01	0.062
<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo				50	0.041	0.061	50	0.04	0.061
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	1	0.014	0.050	6	0.002	0.003	8	0.02	0.054
<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo	1	0.014	0.053				1	0.01	0.053
<i>Beaucarnea plabilis</i>	Despeinada	1	0.022	0.051				1	0.02	0.051
<i>Croton gaumeri</i>	Perezcut				44	0.018	0.050	44	0.02	0.050
<i>Melicoccus oliviformis</i>	Guaya				6	0.012	0.046	6	0.01	0.046
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo				131	0.022	0.044	131	0.02	0.044
<i>Ficus obtusifolia</i>	Higuera	1	0.012	0.022				1	0.01	0.022
<i>Manilkara zapota</i>	Chico zapote				38	0.012	0.015	38	0.01	0.015
<i>Diospyros cuneata</i>	Siliil				6	0.004	0.015	6	0.00	0.015
<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte				106	0.011	0.015	106	0.01	0.015
<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomoché				13	0.005	0.013	13	0.00	0.013
<i>Cameraria latifolia</i>	Chechem blanco				13	0.008	0.013	13	0.01	0.013

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Especie	Nombre común	Existencias / hectárea del Estrato Arbóreo			Existencias / hectárea del Estrato Arbustivo			Estimación de Existencias Totales por hectárea		
		Na/Ha	Ab m <sup>2</sup> /Ha	Volumen m <sup>3</sup> VTA/Ha	Na/Ha	Ab m <sup>2</sup> /Ha	Volumen m <sup>3</sup> VTA/Ha	Núm. Árboles	Ab (m <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup> VTA
<i>Helicteres baruensis</i>	Tabaquillo				25	0.007	0.012	25	0.01	0.012
<i>Lippia yucatanana</i>	Gusanillo				6	0.004	0.007	6	0.00	0.007
<i>Hamelia patens</i>	Ixcanan				13	0.002	0.006	13	0.00	0.006
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caimito				13	0.002	0.006	13	0.00	0.006
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy o guásuma				19	0.003	0.004	19	0.00	0.004
<i>Cupania glabra</i>	Sacpom				6	0.002	0.003	6	0.00	0.003
<i>Erythrina standleyana</i>	Colorín				13	0.002	0.002	13	0.00	0.002
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Palma xiat				6	0.000	0.001	6	0.0005	0.001
<i>Tetracera volubilis</i>	Bejuco				6	0.000	0.001	6	0.00	0.001
<b>Sumatoria</b>		<b>555</b>	<b>10.77</b>	<b>49.39</b>	<b>7,869</b>	<b>7,083</b>	<b>21.59</b>	<b>8,424</b>	<b>17.86</b>	<b>70.975</b>

Número total de individuos, área basal expresada en m<sup>2</sup> y volumen total árbol expresado en m<sup>3</sup>, estimado para la superficie del área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (419.94 ha).

Especie	Nombre común	Estimación de existencias totales en el sistema ambiental con VSA/SMQ		
		Núm. Árboles	Ab (m <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup> VTA
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	93,812	1092.50	5,081.65
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	113,616	1013.71	4,475.28
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	38,046	889.68	3,376.76
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	98,502	580.96	2,559.80
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Correa	373,682	475.60	1,535.89
<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	400,784	362.59	1,210.34
<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	169,903	255.09	1,071.28
<i>Trichilia sp.</i>	Escobeta	176,678	253.50	1,054.44
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis	121,434	195.99	912.59
<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	192,835	263.81	902.67
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	26,580	157.51	880.29
<i>Mastichodendrom foetidissimum</i>	Caracolillo	2,085	108.31	632.18

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Especie	Nombre común	Estimación de existencias totales en el sistema ambiental con VSA/SMQ		
		Núm. Árboles	Ab (m <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup> VTA
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	28,143	146.95	527.29
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	177,200	102.54	348.44
<i>Exothea diphylla</i>	Huayancox	50,554	74.21	346.55
<i>Randia aculeata</i>	Cruceta	362,217	133.85	309.16
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Uvero	110,489	78.71	290.61
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	48,469	94.76	287.48
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	8,860	64.10	277.83
<i>Ficus sp.</i>	Higo	2,085	60.83	271.51
<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador	192,835	123.82	264.86
<i>Thouinia paucidentata</i>	Hueso de tigre	26,059	68.89	261.09
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	25,016	63.04	235.42
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akitz	86,515	84.98	230.94
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilché	41,694	61.81	225.44
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Supté	6,775	45.44	197.53
<i>Erythroxylum sp.</i>		49,512	46.87	163.70
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	10,945	33.16	156.70
<i>Vachellia pennatula</i>	Chimay	10,424	47.89	141.40
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	20,847	34.18	135.70
<i>Sabal yapa</i>	Huano	1,042	42.45	134.89
<i>Senna racemosa</i>	Xcanlool	5,733	35.57	113.23
<i>Caesalpinia mollis</i>	Chacté	12,508	34.75	111.24
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	49,512	41.14	107.37
<i>Bauhinia jenningsii</i>	Pata de venado	18,241	26.81	107.09
<i>Vachellia cornigera</i>	Subín	39,088	41.75	106.20
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	42,215	24.11	73.31
<i>Pouteria campechiana</i>	Kanisté o mante	521	9.21	60.99
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Sacbob	46,906	15.76	41.13
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	521	9.21	38.11
<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	2,606	13.10	35.12
<i>Yucca guatemalensis</i>	Izote o itabo	5,212	26.20	34.14
<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán	2,606	10.03	33.45
<i>Maclura tinctoria</i>	Morita	521	5.89	25.71

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

Especie	Nombre común	Estimación de existencias totales en el sistema ambiental con VSA/SMQ		
		Núm. Árboles	Ab (m <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup> VTA
<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo	20,847	16.99	25.58
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	3,127	6.71	22.33
<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo	521	5.89	21.90
<i>Beaucarnea plabilis</i>	Despeinada	521	9.21	21.28
<i>Croton gaumeri</i>	Perezcut	18,241	7.57	20.67
<i>Melicoccus oliviformis</i>	Guaya	2,606	5.12	19.33
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	54,723	9.21	18.19
<i>Ficus obtusifolia</i>	Higuera	521	4.95	9.13
<i>Manilkara zapota</i>	Chico zapote	15,635	5.12	6.41
<i>Diospyros cuneata</i>	Siliil	2,606	1.84	6.23
<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	44,300	4.71	6.15
<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomoché	5,212	2.05	5.51
<i>Cameraria latifolia</i>	Chechem blanco	5,212	3.48	5.24
<i>Helicteres baruensis</i>	Tabaquillo	10,424	3.07	4.93
<i>Lippia yucatanana</i>	Gusanillo	2,606	1.84	3.03
<i>Hamelia patens</i>	Ixcanan	5,212	1.02	2.69
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caimito	5,212	1.02	2.38
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy guásuma <sup>o</sup>	7,818	1.23	1.59
<i>Cupania glabra</i>	Sacpom	2,606	0.82	1.36
<i>Erythrina standleyana</i>	Colorín	5,212	1.02	0.93
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Palma xiat	2,606	0.20	0.44
<i>Tetracera volubilis</i>	Bejuco	2,606	0.20	0.21
<b>Sumatoria</b>		<b>3,512,198</b>	<b>7,445</b>	<b>29,592.32</b>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Por otra parte, con los datos de los individuos vivos que se registraron durante el levantamiento de datos de campo en los sitios de muestreo, se realizó un análisis en gabinete para discernir la estructura y composición de la vegetación, utilizando el Valor de Importancia Relativa (VIR) y la distribución del área basal como indicadores de las condiciones de la vegetación. Para lo anterior, se utilizan las siguientes fórmulas:

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

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

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

Por último, se estimó el valor de importancia relativa de cada especie (VIR = DR + FR + DMR). Enseguida se muestran los resultados.

Valor de importancia de las especies arbóreas registradas en los sitios de muestreo en el área definida para el análisis del sistema ambiental.

Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia
<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	4%	8%	3%	14%
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Despeinada	0%	1%	0%	1%
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	24%	11%	22%	57%
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	3%	3%	2%	8%
<i>Caesalpinia mollis</i>	Chacté	1%	2%	1%	3%
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akitz	0%	1%	0%	1%
<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	4%	7%	3%	14%
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Uvero	0%	1%	0%	2%
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	0%	1%	0%	1%
<i>Exothea diphylla</i>	Huayancox	0%	1%	0%	2%
<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo	0%	1%	0%	1%
<i>Ficus obtusifolia</i>	Higuera	0%	1%	0%	1%
<i>Ficus sp</i>	Higo	1%	2%	1%	4%
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	1%	2%	0%	3%
<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	1%	3%	2%	6%
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	0%	1%	0%	1%

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Correa	2%	4%	1%	7%
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	14%	7%	20%	40%
<i>Maclura tinctoria</i>	Morita	0%	1%	0%	1%
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	1%	3%	1%	4%
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Supté	2%	2%	1%	4%
<i>Mastichodendrom foetidissimum</i>	Caracolillo	1%	2%	2%	5%
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	4%	6%	3%	12%
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	0%	1%	0%	1%
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	19%	9%	19%	47%
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	2%	3%	1%	5%
<i>Pouteria campechiana</i>	Kanisté o mante	0%	1%	0%	1%
<i>Sabal yapa</i>	Huano	0%	1%	1%	2%
<i>Senna racemosa</i>	Xcanlool	0%	1%	0%	1%
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	0%	1%	0%	1%
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis	2%	2%	1%	5%
<i>Thouinia paucidentata</i>	Hueso de tigre	1%	3%	1%	4%
<i>Trichilia sp</i>	Escobeta	2%	4%	3%	9%
<i>Vachellia pennatula</i>	Chimay	1%	2%	1%	3%
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	9%	8%	10%	26%

Finalmente, los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) por grupos diamétricos en los tres estratos encontrados en el tipo de vegetación estudiado arrojaron los resultados que se observan en los cuadros siguientes.

Diversidad ( $H'$ ) y equidad ( $E$ ) de las especies por grupo diamétrico en el estrato arbóreo.

Especie	Nombre común	Densidad (ind/Ha)	Abundancia Relativa	Ln (pi)	$\frac{(pi)}{Ln(pi)} \times$
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	131	0.236	-0.626	-0.15
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	104	0.615	-0.211	-0.13
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	79	0.467	-0.331	-0.15
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	49	0.289	-0.539	-0.16
<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	24	0.141	-0.852	-0.12
<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	20	0.119	-0.926	-0.11
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	20	0.119	-0.926	-0.11
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	18	0.104	-0.984	-0.10
<i>Trichilia sp</i>	Escobeta	11	0.067	-1.176	-0.08
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Supté	10	0.059	-1.227	-0.07
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis	10	0.059	-1.227	-0.07
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Correa	9	0.052	-1.285	-0.07
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	9	0.052	-1.285	-0.07
<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	6	0.037	-1.431	-0.05
<i>Thouinia paucidentata</i>	Hueso de tigre	6	0.037	-1.431	-0.05

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

Especie	Nombre común	Densidad (ind/Ha)	Abundancia Relativa	Ln (pi)	$\frac{(pi)}{Ln (pi)} \times$
<i>Vachellia pennatula</i>	Chimay	6	0.037	-1.431	-0.05
<i>Caesalpinia mollis</i>	Chacté	5	0.030	-1.528	-0.05
<i>Ficus sp</i>	Higo	5	0.030	-1.528	-0.05
<i>Mastichodendrom foetidissimum</i>	Caracolillo	5	0.030	-1.528	-0.05
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	4	0.022	-1.653	-0.04
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	4	0.022	-1.653	-0.04
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Uvero	3	0.015	-1.829	-0.03
<i>Exothea diphylla</i>	Huayancox	3	0.015	-1.829	-0.03
<i>Sabal yapa</i>	Huano	3	0.015	-1.829	-0.03
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Despeinada	1	0.007	-2.130	-0.02
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akitz	1	0.007	-2.130	-0.02
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	1	0.007	-2.130	-0.02
<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo	1	0.007	-2.130	-0.02
<i>Ficus obtusifolia</i>	Higuera	1	0.007	-2.130	-0.02
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	1	0.007	-2.130	-0.02
<i>Maclura tinctoria</i>	Morita	1	0.007	-2.130	-0.02
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	1	0.007	-2.130	-0.02
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste o mante	1	0.007	-2.130	-0.02
<i>Senna racemosa</i>	Xcanlool	1	0.007	-2.130	-0.02
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	1	0.007	-2.130	-0.02
<b>Total estrato arbóreo</b>		<b>555</b>		<b>H'</b>	<b>2.01</b>

Diversidad (H') y equidad (E) de las especies por grupo diamétrico en el estrato arbustivo.

Especie	Nombre común	Densidad (ind/Ha)	Abundancia Relativa	Ln (pi)	$\frac{(pi)}{Ln (pi)} \times$
<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	938	0.119	-0.924	-0.11
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Correa	888	0.113	-0.948	-0.11
<i>Randia aculeata</i>	Cruceta	869	0.110	-0.957	-0.11
<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador	463	0.059	-1.231	-0.07
<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	456	0.058	-1.237	-0.07
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	425	0.054	-1.268	-0.07
<i>Trichilia sp</i>	Escobeta	413	0.052	-1.280	-0.07
<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	388	0.049	-1.308	-0.06
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis	281	0.036	-1.447	-0.05
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Uvero	263	0.033	-1.477	-0.05
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akitz	206	0.026	-1.582	-0.04
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	188	0.024	-1.623	-0.04
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	169	0.021	-1.669	-0.04
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	131	0.017	-1.778	-0.03
<i>Erythroxylum sp.</i>		119	0.015	-1.821	-0.03
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	119	0.015	-1.821	-0.03
<i>Exothea diphylla</i>	Huayancox	119	0.015	-1.821	-0.03
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Sacbob	113	0.014	-1.845	-0.03
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	113	0.014	-1.845	-0.03

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

Especie	Nombre común	Densidad (ind/Ha)	Abundancia Relativa	Ln (pi)	$\frac{(pi)}{\ln(pi)} \times$
<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	106	0.014	-1.870	-0.03
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilché	100	0.013	-1.896	-0.02
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	100	0.013	-1.896	-0.02
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	94	0.012	-1.924	-0.02
<i>Vachellia cornigera</i>	Subín	94	0.012	-1.924	-0.02
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	56	0.007	-2.146	-0.02
<i>Thouinia paucidentata</i>	Hueso de tigre	56	0.007	-2.146	-0.02
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	50	0.006	-2.197	-0.01
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	50	0.006	-2.197	-0.01
<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo	50	0.006	-2.197	-0.01
<i>Bauhinia jenningsii</i>	Pata de venado	44	0.006	-2.255	-0.01
<i>Croton gaumeri</i>	Perezcut	44	0.006	-2.255	-0.01
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	44	0.006	-2.255	-0.01
<i>Manilkara zapota</i>	Chico zapote	38	0.005	-2.322	-0.01
<i>Caesalpinia mollis</i>	Chacté	25	0.003	-2.498	-0.01
<i>Helicteres baruensis</i>	Tabaquillo	25	0.003	-2.498	-0.01
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	25	0.003	-2.498	-0.01
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy o guásuma	19	0.002	-2.623	-0.01
<i>Vachellia pennatula</i>	Chimay	19	0.002	-2.623	-0.01
<i>Cameraria latifolia</i>	Chechem blanco	13	0.002	-2.799	0.00
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caimito	13	0.002	-2.799	0.00
<i>Erythrina standleyana</i>	Colorín	13	0.002	-2.799	0.00
<i>Hamelia patens</i>	Ixcanan	13	0.002	-2.799	0.00
<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomoché	13	0.002	-2.799	0.00
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	13	0.002	-2.799	0.00
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	13	0.002	-2.799	0.00
<i>Senna racemosa</i>	Xcanlool	13	0.002	-2.799	0.00
<i>Yucca guatemalensis</i>	Izote o itabo	13	0.002	-2.799	0.00
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Palma xiat	6	0.001	-3.100	0.00
<i>Cupania glabra</i>	Sacpom	6	0.001	-3.100	0.00
<i>Diospyros cuneata</i>	Siliil	6	0.001	-3.100	0.00
<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán	6	0.001	-3.100	0.00
<i>Lippia yucatan</i>	Gusanillo	6	0.001	-3.100	0.00
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Supté	6	0.001	-3.100	0.00
<i>Melicoccus oliviformis</i>	Guaya	6	0.001	-3.100	0.00
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	6	0.001	-3.100	0.00
<i>Tetracera volubilis</i>	Bejuco	6	0.001	-3.100	0.00
<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	6	0.001	-3.100	0.00
<b>Total estrato arbustivo</b>		7,869		H' =	1.39

Diversidad (H') y equidad (E) de las especies por grupo diamétrico en el estrato herbáceo.

Especie	Nombre común	Densidad (ind/Ha)	Abundancia Relativa	Ln (pi)	$\frac{(pi)}{\ln(pi)} \times$
<i>Tetracera volubilis</i>	Bejuco	14375	0.460	-0.337	-0.16

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Especie	Nombre común	Densidad (ind/Ha)	Abundancia Relativa	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	4375	0.140	-0.854	-0.12
<i>Erythroxylum sp</i>		1125	0.036	-1.444	-0.05
<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador	1125	0.036	-1.444	-0.05
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akitz	1000	0.032	-1.495	-0.05
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	1000	0.032	-1.495	-0.05
<i>Cissus sicyoides</i>	Bejuco cisu	875	0.028	-1.553	-0.04
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	750	0.024	-1.620	-0.04
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Correa	625	0.020	-1.699	-0.03
<i>Randia aculeata</i>	Cruceta	625	0.020	-1.699	-0.03
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Palo de ruda	500	0.016	-1.796	-0.03
<i>Helicteres baruensis</i>	Tabaquillo	375	0.012	-1.921	-0.02
<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea de piso	375	0.012	-1.921	-0.02
<i>Senegalia gaumeri</i>	Katzim	375	0.012	-1.921	-0.02
<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	375	0.012	-1.921	-0.02
<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	250	0.008	-2.097	-0.02
<i>Bauhinia jenningsii</i>	Pata de venado	250	0.008	-2.097	-0.02
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Uvero	250	0.008	-2.097	-0.02
<i>Manilkara zapota</i>	Chico zapote	250	0.008	-2.097	-0.02
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Supté	250	0.008	-2.097	-0.02
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	250	0.008	-2.097	-0.02
<i>Sabal yapa</i>	Huano	250	0.008	-2.097	-0.02
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	250	0.008	-2.097	-0.02
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	125	0.004	-2.398	-0.01
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Sacbob	125	0.004	-2.398	-0.01
<i>Coccothrinax readii</i>	Nakax	125	0.004	-2.398	-0.01
<i>Exothea diphylla</i>	Huayancox	125	0.004	-2.398	-0.01
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	125	0.004	-2.398	-0.01
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy o guásuma	125	0.004	-2.398	-0.01
<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	125	0.004	-2.398	-0.01
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	125	0.004	-2.398	-0.01
<i>Melicoccus oliviformis</i>	Guaya	125	0.004	-2.398	-0.01
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis	125	0.004	-2.398	-0.01
<i>Vachellia cornigera</i>	Subín	125	0.004	-2.398	-0.01
<b>Total estrato herbáceo</b>		31,250		H' =	0.99

Cuadro síntesis de la diversidad encontrada en el sistema ambiental, por estrato, para la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

CONCEPTO	ESTRATO		
	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO
Riqueza S =	35	57	34
H' calculada =	2.01	1.39	0.99
Hmax = Ln S =	3.56	4.04	3.53
Equidad (J) = H/Hmax =	0.57	0.34	0.28
Hmax - H calculada =	1.55	2.65	2.54

Por otra parte, al nivel del predio, en la superficie con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia se aprecian evidencias de apertura de brechas topográficas, acumulación de residuos sólidos urbanos, así como residuos vegetales de jardinería y otras evidencias de afectación por actividades antropogénicas, como muros, caminos y desmontes. Al igual que en el resto del área de estudio, la vegetación arbórea que se desarrolla en el predio presenta un dosel en formación a una altura de aproximadamente 6 a 8 m, con algunos árboles sobresalientes de hasta 12 m de altura total. Por debajo del dosel se presenta un estrato arbustivo con una altura media de aproximadamente 3 m, formado principalmente por las mismas especies dominantes del dosel arbóreo (*Piscidia piscipula*, *Bursera simaruba*, *Vitex gaumeri*, *Chloroleucon mangense*, entre otras), mientras que el estrato herbáceo es disperso con una predominancia de la especie *Tetracera volubilis*.

Con el propósito de conocer el estado que guarda la cobertura vegetal y las especies que se distribuyen en el área de interés, VSA/SMQ, se realizaron recorridos en el terreno para registrar las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas más conspicuas, mismas que se sumaron a las especies registradas en cada uno de los muestreos realizados como parte del inventario forestal, con el fin de conformar un listado florístico de la vegetación más completo que interactúa en el predio de interés. La lista de especies vegetales observadas dentro del predio se presenta en el siguiente cuadro. Se identificaron en total 55 especies, de las cuales tres se identifican al nivel de género y las restantes al nivel de especie. Se encuentran agrupadas en 23 familias, de las cuales la Fabaceae es la más abundante con 13. La mayoría de las especies identificadas presentan una forma de vida arbórea (28), 15 especies son arbustivas, dos especies son palmas. No se registró ninguna especie en peligro de extinción, cinco especies se reportan en la categoría Amenazada de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, a saber, el maculis amarillo (*Tabebuia chrysantha*), las palmas *Thrinax radiata* (chit), *Coccothrinax readii* (nacax), *Pseudophoenix sargentii* (kuka) y la *Beaucarnea pliabilis* (despeinada).

Listado de especies vegetales identificadas dentro del predio de donde se pretende el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II, en el ecosistema de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de vida
1	Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechem	Árbol
2	Annonaceae	Malmea depressa	Elemuy	Árbol
3	Apocynaceae	Cameraria latifolia	Chechem blanco	Árbol
4	Apocynaceae	Cascabela gaumeri	Akitz	Árbol
5	Arecaceae	Chamaedorea seifrizii	Palma Xiat	palma
6	Arecaceae	Coccothrinax readii	Nacax	Palma
7	Arecaceae	Pseudophoenix sargentii	Palma kuka	Palma
8	Arecaceae	Sabal yapa	Huano	PALMA
9	Arecaceae	Thrinax radiata	Palma chit	PALMA
10	Bignoniaceae	Senna racemosa	Xcanlol	árbol
11	Bignoniaceae	Tabebuia chrysantha	Maculis	Árbol

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de vida
12	Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	Árbol
13	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	Árbol
14	Dilleniaceae	<i>Tetracera volubilis</i>	Bejuco	Árbol
15	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus</i> sp	Chaya de monte	Árbol
16	Euphorbiaceae	<i>Croton gaumeri</i>	Perezcut	Arbusto
17	Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolché	arbusto
18	Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Arbusto
19	Fabaceae	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Pata de venado	arbusto
20	Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	Arbusto
21	Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	Arbusto
22	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	Arbusto
23	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	Arbusto
24	Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Correa	Arbusto
25	Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	Árbol
26	Fabaceae	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Supté	Árbol
27	Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	Arbusto
28	Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	Árbol
29	Fabaceae	<i>Vachellia cornigera</i>	Subín	Árbol
30	Fabaceae	<i>Vachellia pennatula</i>	Chimay	Árbol
31	Limiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	Árbol
32	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy o guácima	Árbol
33	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	Arbusto
34	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	Árbol
35	Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp	Escobeta	Árbol
36	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo	Árbol
37	Moraceae	<i>Ficus</i> sp	Higo	árbol
38	Nolinaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Despeinada	Árbol
39	Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Uvero	Arbusto
40	Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Sacbob	Árbol
41	Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilché	Arbusto
42	Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	Arbusto
43	Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ DE MONTE	arbusto
44	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Cruceta	Arbusto
45	Rubitaceae	<i>Hamelia patens</i>	Ixcanan o chacloco	arbusto
46	Rutaceae	<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	Árbol
47	Rutaceae	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Palo de ruda	Árbol
48	Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	Arbusto
49	Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador	Arbusto
50	Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i>	Huayancox	Árbol
51	Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Hueso de tigre	Árbol
52	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chico zapote	árbol
53	Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo	Árbol
54	Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Zapote faisán	Árbol
55	Verbenaceae	<i>Lippia yucatana</i>	Gusanillo	Árbol

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

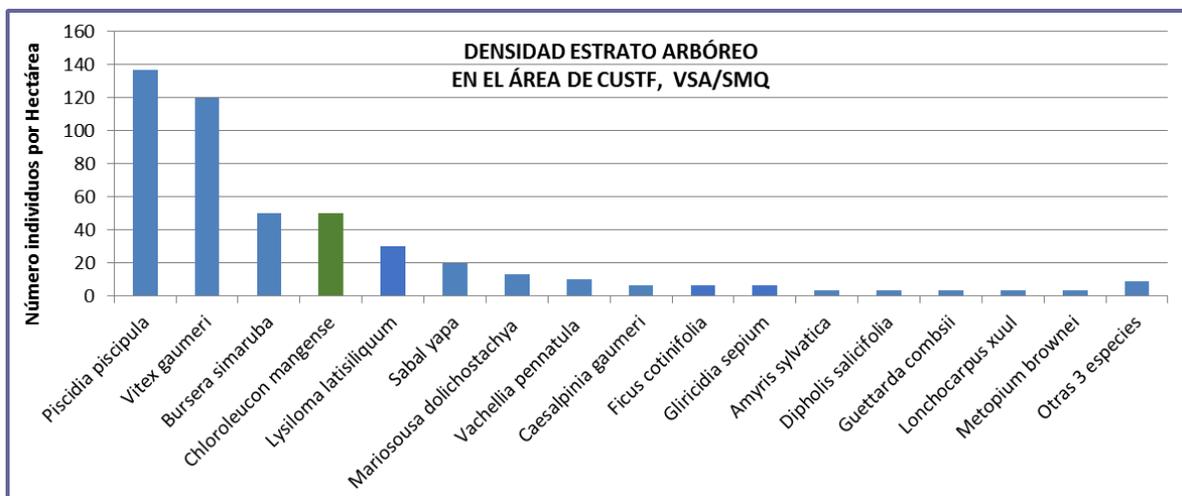
En la zona que se propone para el cambio de uso del suelo con cobertura vegetal, cuya superficie asciende a 3.138 hectáreas, se estima que existen en promedio 477 individuos por hectárea de las especies arbóreas, 5,633 individuos por hectárea de las especies arbustivas y 15,333 registradas de especies herbáceas, lo que hace un total de 21,442 individuos totales por hectárea contabilizando todos los estratos. Se observa una alta variabilidad a nivel de unidad de muestreo en cuanto al número de individuos por grupo diamétrico. El grupo diamétrico que comprende los individuos arbustivos (3 a 9.9 cm de diámetro) aporta el mayor número de individuos con el 72% respecto al total estimado para toda el área en la que se pretende llevar a cabo la remoción. En este mismo orden de ideas el grupo herbáceo conformado por individuos menores a 3 cm de DAP aportan el 26%, mientras que el grupo conformado por arboles de  $\geq 10$  cm de DAP aporta el sólo 2% respecto del total por hectárea.

La información del valor de importancia relativa generada a partir de los muestreos para los diversos estratos de la comunidad de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, se presenta en el siguiente cuadro.

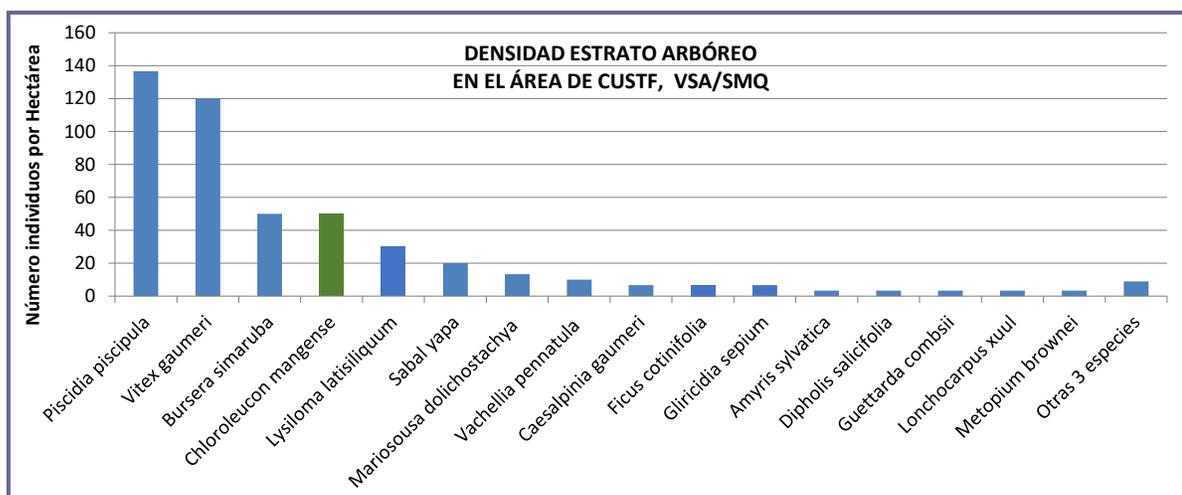
Valor de Importancia Relativa (VIR) para las especies registradas en el inventario forestal para la superficie que se solicita para cambio de uso del suelo con presencia de cobertura forestal.

Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia
<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	1%	3%	0%	4%
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	10%	13%	11%	35%
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	1%	3%	1%	5%
<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	10%	5%	13%	29%
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Zapote faisán	1%	3%	1%	4%
<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo	1%	3%	1%	5%
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	1%	3%	1%	5%
<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	1%	3%	0%	4%
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Correa	1%	3%	0%	4%
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	6%	5%	8%	20%
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Supté	3%	5%	2%	10%
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	1%	3%	0%	4%
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	29%	16%	32%	77%
<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo	1%	3%	0%	4%
<i>Sabal yapa</i>	Huano	4%	8%	7%	19%
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis	1%	3%	0%	4%
<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	1%	3%	0%	4%
<i>Vachellia pennatula</i>	Chimay	2%	3%	1%	6%
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	25%	16%	20%	61%

La densidad registrada para cada uno de los estratos de este tipo de vegetación se muestra en la las figuras siguientes.

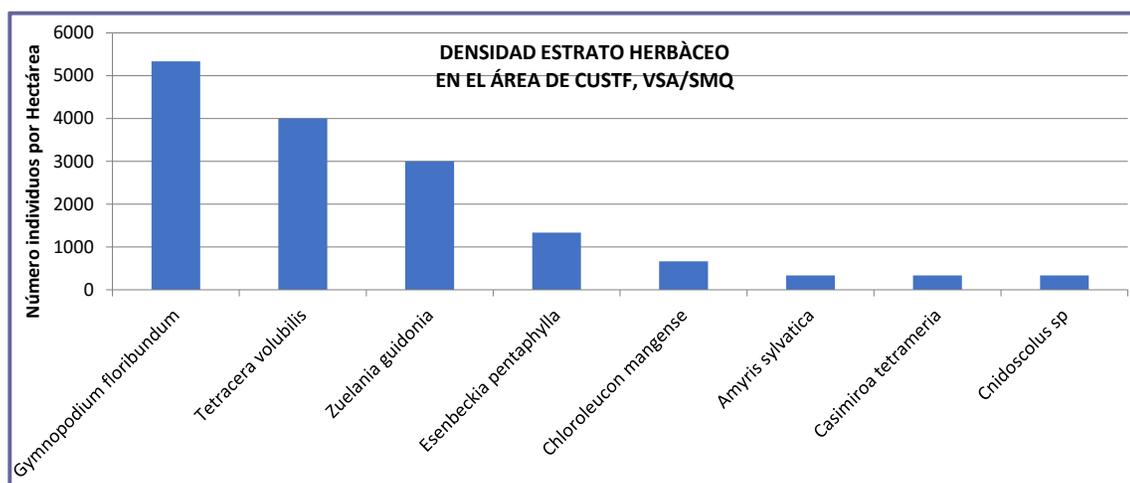


Densidad de ejemplares en el estrato arbóreo de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia registrada en la superficie que se solicita para cambio de uso del suelo con presencia de cobertura forestal.



Densidad de ejemplares en el estrato arbustivo de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia registrada en la superficie que se solicita para cambio de uso del suelo con presencia de cobertura forestal.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



Densidad de ejemplares en el estrato herbáceo de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia registrada en la superficie que se solicita para cambio de uso del suelo con presencia de cobertura forestal.

Por último, los valores de diversidad encontrados para cada estrato dentro de la superficie que se solicita en cambio de uso del suelo en terreno forestal se muestran en los siguientes cuadros.

Diversidad ( $H'$ ) y equidad ( $E$ ) de las especies por grupo diamétrico en el estrato arbóreo.

Especie	Nombre común	Densidad (ind/Ha)	Abundancia Relativa	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	137	0.287	-0.543	-0.16
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	120	0.252	-0.599	-0.15
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	50	0.105	-0.979	-0.10
<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	50	0.105	-0.979	-0.10
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	30	0.063	-1.201	-0.08
<i>Sabal yapa</i>	Huano	20	0.042	-1.377	-0.06
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Supté	13	0.028	-1.553	-0.04
<i>Vachellia pennatula</i>	Chimay	10	0.021	-1.678	-0.04
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	7	0.014	-1.854	-0.03
<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo	7	0.014	-1.854	-0.03
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	7	0.014	-1.854	-0.03
<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	3	0.007	-2.155	-0.02
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Zapote faisán	3	0.007	-2.155	-0.02
<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	3	0.007	-2.155	-0.02
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Correa	3	0.007	-2.155	-0.02
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	3	0.007	-2.155	-0.02
<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo	3	0.007	-2.155	-0.02
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis	3	0.007	-2.155	-0.02
<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	3	0.007	-2.155	-0.02
<b>Total estrato Arbóreo</b>		<b>477</b>		<b>H' =</b>	<b>0.92</b>

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

Diversidad (H') y equidad (E) de las especies por grupo diamétrico en el estrato arbustivo.

Especie	Nombre común	Densidad (ind/Ha)	Abundancia Relativa	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	783	0.139	-0.857	-0.12
<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador	717	0.127	-0.895	-0.11
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	517	0.092	-1.038	-0.10
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilché	500	0.089	-1.052	-0.09
<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	483	0.086	-1.067	-0.09
<i>Trichilia sp</i>	Escobeta	300	0.053	-1.274	-0.07
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	233	0.041	-1.383	-0.06
<i>Randia aculeata</i>	Cruceta	217	0.038	-1.415	-0.05
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Uvero	200	0.036	-1.450	-0.05
<i>Cameraria latifolia</i>	Chechem blanco	183	0.033	-1.488	-0.05
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	183	0.033	-1.488	-0.05
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	167	0.030	-1.529	-0.05
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	150	0.027	-1.575	-0.04
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Correa	150	0.027	-1.575	-0.04
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akitz	133	0.024	-1.626	-0.04
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis	117	0.021	-1.684	-0.03
<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	83	0.015	-1.830	-0.03
<i>Exothea diphylla</i>	Huayancox	83	0.015	-1.830	-0.03
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	67	0.012	-1.927	-0.02
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	67	0.012	-1.927	-0.02
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Sacbob	33	0.006	-2.228	-0.01
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	33	0.006	-2.228	-0.01
<i>Croton gaumeri</i>	Perezcut	33	0.006	-2.228	-0.01
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy guácima <sup>o</sup>	33	0.006	-2.228	-0.01
<i>Lippia yucatanana</i>	Gusanillo	33	0.006	-2.228	-0.01
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	33	0.006	-2.228	-0.01
<i>Thouinia paucidentata</i>	Hueso de tigre	33	0.006	-2.228	-0.01
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	17	0.003	-2.529	-0.01
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	17	0.003	-2.529	-0.01
<i>Vachellia cornigera</i>	Subín	17	0.003	-2.529	-0.01
<i>Vachellia pennatula</i>	Chimay	17	0.003	-2.529	-0.01
<b>Total estrato arbustivo</b>		<b>5,633</b>		<b>H' =</b>	<b>1.27</b>

Diversidad (H') y equidad (E) de las especies por grupo diamétrico en el estrato herbáceo.

Especie	Nombre común	Densidad (Ind/Ha)	Abundancia Relativa	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilché	5,333	0.348	-0.459	-0.16
<i>Tetracera volubilis</i>	Bejuco	4,000	0.261	-0.584	-0.15
<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador	3,000	0.196	-0.709	-0.14
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	1,333	0.087	-1.061	-0.09

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Chloroleucon mangense	Verde lucero	667	0.043	-1.362	-0.06
Amyris sylvatica	Palo de gas	333	0.022	-1.663	-0.04
Casimiroa tetrameria	Palo de ruda	333	0.022	-1.663	-0.04
Cnidocolus sp	Chaya de monte	333	0.022	-1.663	-0.04
<b>Total estrato herbáceo</b>		<b>15,333</b>		<b>H' =</b>	<b>0.71</b>

Cuadro síntesis de la diversidad encontrada en el sistema ambiental, por estrato, para la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

CONCEPTO	ESTRATO		
	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO
Riqueza S =	19	31	8
H' calculada =	0.92	1.27	0.71
Hmax = Ln S =	2.94	3.43	2.08
Equidad (J) = H/Hmax =	0.31	0.37	0.34
Hmax - H calculada =	2.02	2.17	1.37

De acuerdo con los resultados, la diversidad florística de los diferentes estratos es similar, siendo el estrato arbustivo el que presenta la mayor riqueza de especies con un valor H de 1.27, seguido del estrato arbóreo con 0.92 y el estrato herbáceo el menos diverso con un valor H de 0.71 Este valor es considerado como mediano.

#### 4.2.2.2. Fauna

La fauna asociada a los ecosistemas presentes en el área definida para el análisis del sistema ambiental se estimó en alrededor de 434 especies por la CNEC (2008), durante los trabajos de elaboración del ordenamiento ecológico local vigente en Solidaridad. Las aves son el grupo más representativo, porque se compone tanto de especies residentes como migratorias. Entre las más frecuentes en la selva están los pericos (géneros *Amazona* y *Aratinga*), chachalacas (*Ortalis vetula*), charas (*Cyanocorax yucatanicus* y *C. yncas*), carpinteros (género *Melanerpes*) y bolseros (genero *Icterus*). También es frecuente observar aves rapaces como el halcón negro (*Buteogallus anthracinus*), águila pescadora (*Pandion haeliatus*), el milano plumizo (*Ictinea plumbea*) y el zopilote cabeza roja (*Cathartes aura*), mientras que en la costa son frecuentes los pelícanos (*Pelecanus occidentalis*), rabiahorcado (*Fregata magnificens*). Aunque el área de estudio no está considerada como zona de importancia para las aves, es una zona de tránsito para aquellas que anidan en los humedales al interior de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an localizada al sur, o en los humedales de Puerto Morelos, localizados al norte; asimismo, aunque la zona no es un

sitio de anidación importante para las aves migratorias, si proporciona espacios de alimentación, percha y refugio. Las aves con tolerancia a los asentamientos humanos son capaces de anidar en esta zona.

Entre los mamíferos más importantes asociados a estos ecosistemas, la CNEC (op. cit.) cita al ocelote (*Leopardus pardalis*), tigrillo (*L. wiedii*), leoncillo (*Puma yagouaroundi*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana mexicana*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado temazate (*Mazama americana*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*), mapache (*Procyon lotor*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), coatí (*Nasua narica*), sereque (*Dasyprocta punctata*), el tepezcuintle (*Agouti paca*), así como murciélagos de los géneros *Artibeus*, *Centurio* y *Carollia*. Entre los anfibios y reptiles más representativos se citan *Rhinophrynus dorsalis*, *Triprion petasatus* y *Lithobates berlandieri* que son especies de anfibios con estatus de protección, la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), cocodrilo (*Crocodylus acutus* y *C. moreletii*), y la boa (*Boa constrictor*). Además, en las playas se reporta la anidación de tortugas marinas.

Durante los trabajos de caracterización del sistema ambiental ejecutados entre diciembre de 2014 y marzo de 2015, se registró la presencia de cuatro especies de anfibios, 13 especies de reptiles, 76 de aves y 12 de mamíferos en los diferentes ecosistemas dentro del área de estudio (cuadro siguiente). El grupo más diverso y abundante fue el de las aves, con 72.4% de las especies y 70.4% de los registros, seguido por los reptiles y mamíferos y por último, los anfibios. El ecosistema que presentó la mayor riqueza de especies fue el de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con un total de 72 especies, gracias al aporte de las aves (65%), mientras que la menor riqueza se registró en el manglar con 27 especies.

Número de especies y ejemplares por especie de fauna silvestre registradas en el sistema ambiental, por ecosistema. Diciembre 2014 a marzo de 2015. Abreviaturas: No E = número de especies. No R = número de registros. VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

Taxa	VSA/SMQ		SBP		VM		VU		No. Total		Porcentaje	
	No E	No R	No E	No R	No E	No R	No E	No R	No E	No R	No E	No R
Anfibios	4	7							4	7	3.8	1.1
Reptiles	10	27	5	13	2	3	4	15	13	58	12.4	9.0
Aves	47	206	34	84	23	42	31	119	76	451	72.4	70.4
Mamíferos	11	69	7	28	2	3	4	25	12	125	11.4	19.5
Totales	72	309	46	133	27	48	39	159	105	649	100.0	100.0

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

La abundancia relativa de los ejemplares por especie en cada grupo y ecosistema se estimó con la siguiente fórmula:

A.R.= (Número de registros para la especie "X"/Número de registros de la especie más abundante) X 100

Como complemento, las categorías de abundancia se establecieron de acuerdo con lo propuesto para aves por Petingill (1969):

Abundante.- De 90 hasta 100% de abundancia relativa.

Común.- De 65 a 89% de abundancia relativa.

Frecuente.- De 31 a 64% de abundancia relativa.

Escasa.- De 10 a 30% de abundancia relativa.

Rara.- De 1 a 9% de abundancia relativa.

Los anfibios únicamente se registraron en el ecosistema vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, asociados a cenotes, pero ello es reflejo de la temporada en que se realizaron los trabajos de caracterización y es posible que durante la temporada lluviosa pueda obtenerse un mayor registro de especies y de ejemplares por especie. Por otra parte, los reptiles estuvieron presentes en todos los ecosistemas, con un total de 13 especies, de las cuales la mayoría corresponden al ecosistema vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, seguido del ecosistema de dunas costeras. Al igual que para los anfibios, la temporada de muestreo influye en el resultado y se anticipa un número mayor de especies, entre las que cabría esperar tortugas marinas y otras especies de serpientes. En el siguiente cuadro se presenta el listado de las especies registradas y su abundancia relativa por ecosistema.

Especies y abundancia relativa de las especies de anfibios y reptiles en el sistema ambiental, por ecosistema, registradas entre diciembre 2014 y marzo de 2015. Se indica la categoría de abundancia relativa (CT) propuesta para aves por Petingill (1969): R=Rara; E=Escasa; F=Frecuente; C=Común; A=Abundante. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

No	ORDEN/ESPECIE	REGISTROS/ABUNDANCIA RELATIVA / TIPO DE VEGETACIÓN														
		SMQ			SBP			VM			VU			TOTAL SA		
		No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT
	ANFIBIOS															
1	<i>Incilius valliceps</i>	1	33	F										1	33	F

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

No	ORDEN/ESPECIE	REGISTROS/ABUNDANCIA RELATIVA / TIPO DE VEGETACIÓN														
		SMQ			SBP			VM			VU			TOTAL SA		
		No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT
2	<i>Rhinella marina</i>	2	67	C									2	67	C	
3	<i>Lithobates berlandieri</i>	1	33	F									1	33	F	
4	<i>Trachycephalus venulosus</i>	3	100	A									3	100	A	
	<b>Total anfibios</b>	7											7			
	<b>REPTILES</b>															
1	<i>Ameiva undulata</i>	3	25	E									3	13	E	
2	<i>Basiliscus vittatus</i>	2	17	E	3	50	F	2	100	A	3	50	F	10	43	F
3	<i>Boa constrictor</i>	1	8	R									1	4	R	
4	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>				2	33	F						2	9	R	
5	<i>Coniophanes imperialis</i>				1	17	E						1	4	R	
6	<i>Ctenosaura similis</i>	12	100	A	6	100	A				5	83	C	23	100	A
7	<i>Drymobius margaritiferus</i>	1	8	R	1	17	E						2	9	R	
8	<i>Kinosternon leucostomum</i>	1	8	R				1	50	F			2	9	R	
9	<i>Leptophis ahaetulla</i>	1	8	R									1	4	R	
10	<i>Leptophis mexicanus</i>	1	8	R									1	4	R	
11	<i>Norops rodriguezi</i>	4	33	F									4	17	E	
12	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	4	33	F							1	17	E	5	22	E
13	<i>Sceloporus cozumelae</i>										6	100	A	6	26	E
	<b>Total reptiles</b>	27			13			3			15			58		

Para el caso de las aves, los resultados obtenidos señalan que la mayor diversidad se encuentra en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia donde se registró el 61.8% de todas las especies, seguido de la selva baja perennifolia por el número de especies, pero la vegetación de dunas costeras por el número de ejemplares por especie. Las especies mejor representadas en cada ecosistema fueron *Setophaga palmarum* en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia; *Melanerpes pygmaeus* en la selva baja perennifolia; *Ardea herodias* en la vegetación de manglar; y *Hirundo rustica* en la vegetación de duna costera. Un aspecto importante de este monitoreo es que entre las especies más abundantes se encuentran aves migratorias, como es el caso de *Setophaga palmarum* y la Golondrina migratoria (*Hirundo rústica*), que registran los valores más elevados considerando el total de las especies. Posteriormente le siguen en abundancia las especies residentes cenizote tropical (*Mimus gilvus*) y la chachalaca (*Ortalis vetula*). Es con base en estos resultados que destaca la importancia que tienen la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y la vegetación de duna costera como sitios de paso

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

para las aves migratorias y la necesidad de evitar mayores afectaciones a los hábitats remanentes a fin de mantener su presencia. En el siguiente cuadro se presenta el listado de las especies registradas y su abundancia relativa por ecosistema.

Especies y abundancia relativa de las especies de aves en el sistema ambiental, por ecosistema, registradas entre diciembre 2014 y marzo de 2015. Se indica la categoría de abundancia relativa (CT) propuesta para aves por Petingill (1969): R=Rara; E=Escasa; F=Frecuente; C=Común; A=Abundante. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras (incluye la avifauna marina asociada).

No	ORDEN/ESPECIE	REGISTROS/ABUNDANCIA RELATIVA / TIPO DE VEGETACIÓN														
		SMQ			SBP			VM			VU			TOTAL SA		
		No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT
1	<i>Amazilia candida</i>	1	6	R	1	13	E							2	8	R
2	<i>Amazilia rutila</i>	1	6	R							1	6	R	2	8	R
3	<i>Amazona albifrons</i>	3	17	E	2	25	E							5	19	E
4	<i>Amblycercus holosericeus</i>	1	6	R										1	4	R
5	<i>Anas discors</i>							3	75	C	3	19	E	6	23	E
6	<i>Anhinga anhinga</i>							1	25	E	1	6	R	2	8	R
7	<i>Aramides cajanea</i>							2	50	F				2	8	R
8	<i>Aratinga nana</i>				1	13	E							1	4	R
9	<i>Ardea alba</i>							2	50	F				2	8	R
10	<i>Ardea herodias</i>				3	38	F	4	100	A	1	6	R	8	31	F
11	<i>Arenaria interpres</i>										11	69	C	11	42	F
12	<i>Arremonops chloronotus</i>	1	6	R										1	4	R
13	<i>Bubulcus ibis</i>							2	50	F				2	8	R
14	<i>Buteo nitidus</i>	2	11	E										2	8	R
15	<i>Butorides virescens</i>				1	13	E				1	6	R	2	8	R
16	<i>Calidris alba</i>										8	50	F	8	31	F
17	<i>Calidris pusilla</i>										4	25	E	4	15	E
18	<i>Cathartes aura</i>	4	22	E	2	25	E	1	25	E	2	13	E	9	35	F
19	<i>Columbina passerina</i>	8	44	F	3	38	F				6	38	F	17	65	C
20	<i>Columbina talpacoti</i>	4	22	E										4	15	E
21	<i>Coragyps atratus</i>	6	33	F	1	13	E							7	27	E
22	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	3	17	E				2	50	F	1	6	R	6	23	E
23	<i>Cyanocompsa parellina</i>	2	11	E										2	8	R
24	<i>Cyanocorax yncas</i>	6	33	F	2	25	E							8	31	F
25	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	5	28	E	2	25	E	2	50	F				9	35	F
26	<i>Dives dives</i>	12	67	C	1	13	E	2	50	F				15	58	F
27	<i>Dumetella carolinensis</i>				1	13	E							1	4	R
28	<i>Egretta thula</i>							2	50	F				2	8	R

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

No	ORDEN/ESPECIE	REGISTROS/ABUNDANCIA RELATIVA / TIPO DE VEGETACIÓN														
		SMQ			SBP			VM			VU			TOTAL SA		
		No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT
29	<i>Egretta caerulea</i>							2	50	F				2	8	R
30	<i>Egretta rufescens</i>							1	25	E				1	4	R
31	<i>Fregata magnificens</i>										6	38	F	6	23	E
32	<i>Glauucidium brasilianum</i>	1	6	R										1	4	R
33	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	1	6	R	1	13	E							2	8	R
34	<i>Hirundo rustica</i>										16	100	A	16	62	F
35	<i>Icterus auratus</i>	3	17	E	6	75	C				1	6	R	10	38	F
36	<i>Icterus cucullatus</i>	3	17	E							1	6	R	4	15	E
37	<i>Icterus gularis</i>	4	22	E	5	63	F							9	35	F
38	<i>Icterus mesomelas</i>	2	11	E										2	8	R
39	<i>Icterus prothemelas</i>	3	17	E	4	50	F							7	27	E
40	<i>Jacana spinosa</i>							1	25	E				1	4	R
41	<i>Leucophaeus pipixcan</i>										2	13	E	2	8	R
42	<i>Megarynchus pitangua</i>	2	11	E	1	13	E							3	12	E
43	<i>Melanerpes aurifrons</i>	9	50	F	2	25	E	2	50	F				13	50	F
44	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	4	22	E	8	100	A				1	6	R	13	50	F
45	<i>Mimus gilvus</i>	8	44	F	6	75	C	3	75	C	9	56	F	26	100	A
46	<i>Momotus momota</i>	1	6	R										1	4	R
47	<i>Mycteria americana</i>				1	13	E							1	4	R
48	<i>Myiarchus crinitus</i>	1	6	R										1	4	R
49	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	1	6	R	1	13	E							2	8	R
50	<i>Myiozetetes similis</i>	4	22	E	2	25	E							6	23	E
51	<i>Nyctidromus albicollis</i>										1	6	R	1	4	R
52	<i>Ortalis vetula</i>	14	78	C	4	50	F	2	50	F	6	38	F	26	100	A
53	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	1	6	R										1	4	R
54	<i>Pandion haliaetus</i>							1	25	E	1	6	R	2	8	R
55	<i>Passerina ciris</i>	1	6	R										1	4	R
56	<i>Patagioenas flavirostris</i>	11	61	F	3	38	F							14	54	F
57	<i>Pelecanus occidentalis</i>										7	44	F	7	27	E
58	<i>Phalacrocorax auritus</i>							1	25	E	2	13	E	3	12	E
59	<i>Piaya cayana</i>	1	6	R							2	13	E	3	12	E
60	<i>Piculus rubiginosus</i>	1	6	R										1	4	R
61	<i>Pitangus sulphuratus</i>	8	44	F	2	25	E				5	31	F	15	58	F
62	<i>Protonotaria citrea</i>				1	13	E							1	4	E
63	<i>Psilorhinus morio</i>	11	61	F										11	42	F

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

No	ORDEN/ESPECIE	REGISTROS/ABUNDANCIA RELATIVA / TIPO DE VEGETACIÓN														
		SMQ			SBP			VM			VU			TOTAL SA		
		No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT
64	<i>Quiscalus mexicanus</i>	14	78	C							12	75	C	26	100	A
65	<i>Rupornis magnirostris</i>	1	6	R	1	13	E							2	8	R
66	<i>Saltator atriceps</i>	1	6	R										1	4	R
67	<i>Setophaga magnolia</i>	2	11	E	2	25	E				1	6	R	5	19	E
68	<i>Setophaga palmarum</i>	18	100	A	5	63	F				2	13	E	25	96	A
69	<i>Setophaga petechia</i>										1	6	R	1	4	R
70	<i>Tringa solitaria</i>							1	25	E				1	4	R
71	<i>Tringa melanoleuca</i>				2	25	E	1	25	E				3	12	E
72	<i>Trogon melanocephalus</i>	1	6	R										1	4	R
73	<i>Tyrannus melancholicus</i>	8	44	F	4	50	F				3	19	E	15	58	F
74	<i>Vireo magister</i>	1	6	R				3	75	C	1	6	R	5	19	E
75	<i>Vireo olivaceus</i>				1	13	E	1	25	E				2	8	R
76	<i>Zenaida asiatica</i>	6	33	F	2	25	E							8	31	F
	<b>Total aves</b>	206			84			42			119			451		

Entre los mamíferos, la mayor riqueza de especies y abundancia se registró en el ecosistema vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con 11 de las 12 especies registradas y un total de 69 registros. El mayor número de ejemplares con 26.1% lo aportó el coatí (*Nasua narica*) lo que obedece a su estrategia de formar grupos familiares numerosos, seguido del murciélago frugívoro *Artibeus jamaicensis* con 15.9%. En la selva baja perennifolia se registró abundantemente, además del coatí, a la ardilla (*Sciurus yucatanensis*). Destaca el mapache (*Procyon lotor*) porque se registró en todos los ambientes. En el siguiente cuadro se presenta el listado de las especies registradas y su abundancia relativa por ecosistema.

Especies y abundancia relativa de las especies de mamíferos en el sistema ambiental, por ecosistema, registradas entre diciembre 2014 y marzo de 2015. Se indica la categoría de abundancia relativa (CT) propuesta para aves por Petingill (1969): R=Rara; E=Escasa; F=Frecuente; C=Común; A=Abundante. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

No	ORDEN/ESPECIE	REGISTROS/ABUNDANCIA RELATIVA / TIPO DE VEGETACIÓN														
		SMQ			SBP			VM			VU			TOTAL SA		
		No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT
1	<i>Agouti paca</i>	2	11	E										2	2	R
2	<i>Artibeus jamaicensis</i>	11	61	F	6	67	C				12	100	A	29	29	E
3	<i>Conepatus</i>	1	6	R										1	1	R

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

No	ORDEN/ESPECIE	REGISTROS/ABUNDANCIA RELATIVA / TIPO DE VEGETACIÓN														
		SMQ			SBP			VM			VU			TOTAL SA		
		No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT
	<i>semistriatus</i>															
4	<i>Dasyprocta punctata</i>	6	33	F	3	33	F							9	9	R
5	<i>Didelphis virginiana</i>	5	28	E	2	22	E				4	33	F	11	11	E
6	<i>Nasua narica</i>	18	100	A	9	100	A				6	50	F	33	100	A
7	<i>Odocoileus virginianus</i>	8	44	F	3	33	F							11	11	R
8	<i>Pecari tajacu</i>				3	33	F	2	100	A				5	5	R
9	<i>Procyon lotor</i>	4	22	E	2	22	E	1	50	F	3	25	E	10	10	E
10	<i>Sciurus deppei</i>	5	28	E										5	5	R
11	<i>Sciurus yucatanensis</i>	8	44	F	8	89	C							16	16	R
12	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	6	R										1	1	R
	<b>Total mamíferos</b>	69			36			3			25			133		

Con la finalidad de contar con parámetros ecológicos de la similitud de diversidad de los ecosistemas (Nique – Álvarez, M., 2011) se utilizaron el índice cualitativo de Sorensen (IS) que utiliza la riqueza de especies y el índice cuantitativo de Sorensen modificado por Bray y Curtis (CN) que utiliza el número de registros. También se utilizó el Índice de Shannon – Wiener (H') para conocer la diversidad de las comunidades de grupos de vertebrados, toda vez que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de un área (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Este índice se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0.5 y 5.0, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos (Magurran, 1988). Empleando el índice de Equitatividad (E) se pueden transformar los valores obtenidos en una escala de valores de 0 a 1, para una mejor comprensión de la diversidad.

Las fórmulas empleadas se indican a continuación:

Índice de Sorensen:  $IS = (2 C / (A + B)) * 100$

Dónde: C = Número de especies comunes en ambos sitios

A = Número de especies en el sitio A

B = Número de especies en el sitio B

Índice de Sorensen modificado por Bray y Curtis:  $CN = 2 jN / aN + bN$

Dónde:  $jN$  = Número de individuos del sitio con abundancia menor

$aN$  = Número de individuos en el sitio A

$bN$  = Número de individuos en el sitio B

Índice de Diversidad de Shannon – Wiener:  $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log p_i$

Dónde:  $S$  = número de especies

$p_i$  = proporción de individuos de la especie “i” respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i):  $n_i / N$

$n_i$  = número de individuos de la especie “i”

$N$  = Total de individuos de todas las especies

$\ln$  = logaritmo natural (base 10)

Equitatividad o equidad:  $E = J = \frac{H'}{H_{\max}}$

Dónde:  $H_{\max} = \ln S$

$S$  = Número de especies

Los parámetros ecológicos de la similitud de diversidad de los ecosistemas para el área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II se indican enseguida.

Con el Índice de Sorensen (IS) se observa que para los reptiles la similitud mayor entre especies se encuentra entre la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) y la vegetación de duna costera (VU); para aves y mamíferos la similitud mayor es entre VSA/SMQ y selva baja perennifolia (SBP); y considerando a todo el ensamble de vertebrados terrestres existe una mayor similitud de especies entre la VSA/SMQ y SBP que entre los otros ecosistemas, con un gradiente VSA/SMQ-SBP-VU-VM relacionado con la complejidad mayor a menor de la estructura vertical de la vegetación. Sin embargo, dentro de este patrón, a nivel de grupos de vertebrados, existen diferencias en función de la movilidad de la fauna que determina las variaciones en similitud observada.

Cálculo del Índice de Sorensen (IS) por grupo taxonómico y el total por cada tipo de vegetación en el área de estudio para el análisis del sistema ambiental definido para el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II. Abreviaturas: VSA/SMQ =

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

ANFIBIOS	VSA/SMQ	SBP	VM	VU	REPTILES	VSA/SMQ	SBP	VM	MC
VSA/SMQ	100%				VSA/SMQ	100%			
SBP					SBP	37.5%	100%		
VM					VM	30.8%	28.6%	100%	
VU					VU	53.3%	22.2%	33.3%	100%

AVES	VSA/SMQ	SBP	VM	MC	MAMÍFEROS	VSA/SMQ	SBP	VM	MC
VSA/SMQ	100%				VSA/SMQ	100%			
SBP	64.2%	100%			SBP	73.7%	100%		
VM	22.9%	31.6%	100%		VM	15.4%	40.0%	100%	
VU	35.9%	36.9%	37.0%	100%	VU	53.3%	66.7%	33.3%	100%

TOTAL	VSA/SMQ	SBP	VM	MC
VSA/SMQ	100%			
SBP	61.0%	100%		
VM	22.2%	32.9%	100%	
VU	39.6%	46.6%	36.4%	100%

Al calcular el Índice de Sorensen modificado por Bray y Curtis (CN) se observa que la mayor similitud en el número de registros, en todos los casos, se encuentra entre la selva baja perennifolia (SBP) y la vegetación de duna costera (VU). Esta condición del ensamble general de los vertebrados terrestres, muestra que el gradiente VSA/SMQ-SBP-VU-VM relacionado con la complejidad mayor a menor de la estructura vertical de la vegetación observado para el número de especies, no se mantiene cuando se trata del número de organismos.

Cálculo del Índice de Sorensen modificado por Bray y Curtis (CN) por grupo taxonómico y el total por cada tipo de vegetación en el área de estudio para el análisis del sistema ambiental definido para el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

ANFIBIOS	VSA/SMQ	SBP	VM	VU
VSA/SMQ	1.00			
SBP		1.00		
VM			1.00	
VU				1.00

REPTILES	VSA/SMQ	SBP	VM	MC
VSA/SMQ	1.00			
SBP	0.7	1.00		
VM	0.2	0.4	1.00	
VU	0.7	0.9	0.3	1.00

AVES	VSA/SMQ	SBP	VM	MC
VSA/SMQ	1.00			
SBP	0.6	1.00		
VM	0.3	0.7	1.00	
VU	0.7	0.8	0.5	1.00

MAMÍFEROS	VSA/SMQ	SBP	VM	MC
VSA/SMQ	1.00			
SBP	0.7	1.00		
VM	0.1	0.2	1.00	
VU	0.5	0.8	0.2	1.00

TOTAL	VSA/SMQ	SBP	VM	MC
VSA/SMQ	1.00			
SBP	0.6	1.00		
VM	0.3	0.5	1.00	
VU	0.7	0.9	0.5	1.00

Entre los anfibios se registró una diversidad baja ( $H' = 0.555$ ) y una equidad media ( $E = 0.400$ ). Pero los datos son demasiado pocos para poder hacer inferencias objetivas sobre la diversidad de este grupo. Tampoco se puede comparar la diversidad entre ecosistemas ya que sólo se registraron individuos de este grupo en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Cálculo del índice de diversidad ( $H'$ ) y Equitatividad ( $E$ ) para las especies de anfibios y por tipo de vegetación en el área de estudio para el análisis del sistema ambiental definido para el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

ESPECIE	SMQ	SBP	VM	VU	TOTAL
<i>Incilius valliceps</i>	0.121				0.121
<i>Lithobates berlandieri</i>	0.158				0.158
<i>Rhinella marina</i>	0.155				0.155
<i>Trachycephalus venulosus</i>	0.121				0.121
<b>Total de registros</b>	<b>7</b>				<b>7</b>
<b>Total de especies</b>	<b>4</b>				<b>4</b>
<b><math>H' =</math></b>	<b>0.555</b>				<b>0.555</b>
<b><math>H_{max} =</math></b>	<b>1.386</b>				<b>1.386</b>
<b><math>E=H'/H_{max} =</math></b>	<b>0.400</b>				<b>0.400</b>

La diversidad obtenida para la herpetofauna es mayor en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia que en el resto de las comunidades, registrando la más baja en la vegetación de manglar. La equidad es similar en todas las comunidades vegetales, siendo ligeramente más alta en la vegetación de dunas costeras, pero considerada baja en todos los casos, incluso a pesar de las diferencias en la riqueza de especies entre la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (10) y los otros ambientes (5, 2 y 3). La equitatividad baja indica que hay alta dominancia y una baja distribución de los recursos ecológicos del hábitat entre las especies. Como se aprecia en el cuadro siguiente, *Ctenosaura similis* es muy abundante en los ecosistemas vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y selva baja perennifolia, en proporción de 3 a 1 y de 2 a 1, respectivamente; lo que explica el resultado, toda vez que esta especie concentra los recursos del hábitat y de esta manera no favorece una distribución más equitativa de ellos.

Cálculo del índice de diversidad ( $H'$ ) y Equitatividad ( $E$ ) para la herpetofauna por tipo de vegetación en el área de estudio para el análisis del sistema ambiental definido para el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

ESPECIE	SMQ	SBP	VM	VU	TOTAL
<i>Ameiva undulata</i>	0.106				0.067
<i>Basiliscus vittatus</i>	0.084	0.147	0.117	0.140	0.132
<i>Boa constrictor</i>	0.053				0.030
<i>Cnemidophorus angusticeps</i>		0.125			0.050
<i>Coniophanes imperialis</i>		0.086			0.030
<i>Ctenosaura similis</i>	0.157	0.155		0.159	0.159
<i>Drymobius margaritiferus</i>	0.053	0.086			0.050
<i>Kinosternon leucostomum</i>	0.053		0.159		0.050
<i>Leptophis ahaetulla</i>	0.053				0.030
<i>Leptophis mexicanus</i>	0.053				0.030
<i>Norops rodriguezi</i>	0.123				0.080
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	0.123			0.078	0.092
<i>Sceloporus cozumelae</i>				0.159	0.102
<b>Total de registros</b>	27	13	3	15	58
<b>Total de especies</b>	10	5	2	3	13
<b><math>H'</math> =</b>	0.857	0.598	0.276	0.536	0.904
<b><math>H_{max}</math> =</b>	2.303	1.609	0.693	1.099	2.565
<b><math>E=H'/H_{max}</math> =</b>	0.372	0.372	0.399	0.488	0.352

Los resultados obtenidos para la avifauna señalan que la mayor diversidad se encuentra en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, seguida de la selva baja perennifolia, el manglar y la vegetación de dunas costeras; sin

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

embargo, los rangos de variación son muy bajos entre los diferentes tipos de vegetación y en todos los casos se puede concluir que la diversidad es media. En el caso de la equitatividad, los valores más altos son para la selva baja perennifolia y la vegetación de manglar, lo que indica que en estos ambientes se tiene una distribución más homogénea de los recursos ecológicos que implica una utilización más equitativa de los organismos.

Cálculo del índice de diversidad ( $H'$ ) y Equitatividad (E) para las especies de aves por tipo de vegetación en el área de estudio para el análisis del sistema ambiental definido para el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

ESPECIE	SMQ	SBP	VM	VU	TOTAL
<i>Amazilia candida</i>	0.011	0.023			0.010
<i>Amazilia rutila</i>	0.011			0.017	0.010
<i>Amazona albifrons</i>	0.027	0.039			0.022
<i>Amblycercus holosericeus</i>	0.011				0.006
<i>Anas discors</i>			0.082	0.040	0.025
<i>Anhinga anhinga</i>			0.039	0.017	0.010
<i>Aramides cajanea</i>			0.063		0.010
<i>Aratinga nana</i>		0.023			0.006
<i>Ardea alba</i>			0.063		0.010
<i>Ardea herodias</i>		0.052	0.097	0.017	0.031
<i>Arenaria interpres</i>				0.096	0.039
<i>Arremonops chloronotus</i>	0.011				0.006
<i>Bubulcus ibis</i>			0.063		0.010
<i>Buteo nitidus</i>	0.020				0.010
<i>Butorides virescens</i>		0.023		0.017	0.010
<i>Calidris alba</i>				0.079	0.031
<i>Calidris pusilla</i>				0.050	0.018
<i>Cathartes aura</i>	0.033	0.039	0.039	0.030	0.034
<i>Columbina passerina</i>	0.055	0.052		0.065	0.054
<i>Columbina talpacoti</i>	0.033				0.018
<i>Coragyps atratus</i>	0.045	0.023			0.028
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	0.027		0.063	0.017	0.025
<i>Cyanocompsa parellina</i>	0.020				0.010
<i>Cyanocorax yncas</i>	0.045	0.039			0.031
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	0.039	0.039	0.063		0.034
<i>Dives dives</i>	0.072	0.023	0.063		0.049
<i>Dumetella carolinensis</i>		0.023			0.006
<i>Egretta thula</i>			0.063		0.010
<i>Egretta caerulea</i>			0.063		0.010
<i>Egretta rufescens</i>			0.039		0.006
<i>Fregata magnificens</i>				0.065	0.025

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ESPECIE	SMQ	SBP	VM	VU	TOTAL
<i>Glaucidium brasilianum</i>	0.011				0.006
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	0.011	0.023			0.010
<i>Hirundo rustica</i>				0.117	0.051
<i>Icterus auratus</i>	0.027	0.082		0.017	0.037
<i>Icterus cucullatus</i>	0.027			0.017	0.018
<i>Icterus gularis</i>	0.033	0.073			0.034
<i>Icterus mesomelas</i>	0.020				0.010
<i>Icterus prothemelas</i>	0.027	0.063			0.028
<i>Jacana spinosa</i>			0.039		0.006
<i>Leucophaeus pipixcan</i>				0.030	0.010
<i>Megarynchus pitangua</i>	0.020	0.023			0.014
<i>Melanerpes aurifrons</i>	0.059	0.039	0.063		0.044
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	0.033	0.097		0.017	0.044
<i>Mimus gilvus</i>	0.055	0.082	0.082	0.085	0.071
<i>Momotus momota</i>	0.011				0.006
<i>Mycteria americana</i>		0.023			0.006
<i>Myiarchus crinitus</i>	0.011				0.006
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	0.011	0.023			0.010
<i>Myiozetetes similis</i>	0.033	0.039			0.025
<i>Nyctidromus albicollis</i>				0.017	0.006
<i>Ortalis vetula</i>	0.079	0.063	0.063	0.065	0.071
<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	0.011				0.006
<i>Pandion haliaetus</i>			0.039	0.017	0.010
<i>Passerina ciris</i>	0.011				0.006
<i>Patagioenas flavirostris</i>	0.068	0.052			0.047
<i>Pelecanus occidentalis</i>				0.072	0.028
<i>Phalacrocorax auritus</i>			0.039	0.030	0.014
<i>Piaya cayana</i>	0.011			0.030	0.014
<i>Piculus rubiginosus</i>	0.011				0.006
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0.055	0.039		0.058	0.049
<i>Protonotaria citrea</i>		0.023			0.006
<i>Psilorhinus morio</i>	0.068				0.039
<i>Quiscalus mexicanus</i>	0.079			0.100	0.071
<i>Rupornis magnirostris</i>	0.011	0.023			0.010
<i>Saltator atriceps</i>	0.011				0.006
<i>Setophaga magnolia</i>	0.020	0.039		0.017	0.022
<i>Setophaga palmarum</i>	0.092	0.073		0.030	0.070
<i>Setophaga petechia</i>				0.017	0.006
<i>Tringa solitaria</i>			0.039		0.006
<i>Tringa melanoleuca</i>		0.039	0.039		0.014
<i>Trogon melanocephalus</i>	0.011				0.006
<i>Tyrannus melancholicus</i>	0.055	0.063		0.040	0.049
<i>Vireo magister</i>	0.011		0.082	0.017	0.022
<i>Vireo olivaceus</i>		0.023	0.039		0.010
<i>Zenaida asiatica</i>	0.045	0.039			0.031
<i>Amazilia candida</i>	0.011	0.023			0.010
<b>Total de registros</b>	<b>206</b>	<b>84</b>	<b>42</b>	<b>119</b>	<b>451</b>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ESPECIE	SMQ	SBP	VM	VU	TOTAL
Total de especies	47	34	23	31	76
H' =	1.500	1.435	1.320	1.309	1.675
Hmax =	3.850	3.526	3.135	3.434	4.331
E=H'/Hmax =	0.389	0.407	0.421	0.381	0.387

Para el caso de los mamíferos, la vegetación de selva presenta los mayores valores de diversidad ( $H'$  VSA/SMQ = 0.923;  $H'$  SBP = 0.832), mientras que la vegetación de manglar presenta la más baja. En las selvas la heterogeneidad del hábitat aunada a la distribución en el tiempo del uso del espacio, ofrece la oportunidad de una mayor presencia de especies y ejemplares que otros ambientes menos heterogéneos como son el manglar y la vegetación de duna costera. No obstante, la equitatividad registrada es todos los casos similar, ligeramente mayor para la selva baja perennifolia.

Cálculo del índice de diversidad ( $H'$ ) y Equitatividad ( $E$ ) para las especies de mamíferos por tipo de vegetación en el área de estudio para el análisis del sistema ambiental definido para el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

ESPECIE	SMQ	SBP	VM	VU	TOTAL
<i>Agouti paca</i>	0.045				0.027
<i>Artibeus jamaicensis</i>	0.127	0.130		0.153	0.144
<i>Conepatus semistriatus</i>	0.027				0.016
<i>Dasyprocta punctata</i>	0.092	0.090			0.079
<i>Didelphis virginiana</i>	0.083	0.070		0.127	0.090
<i>Nasua narica</i>	0.152	0.151		0.149	0.150
<i>Odocoileus virginianus</i>	0.108	0.090			0.090
<i>Pecari tajacu</i>		0.090	0.117		0.054
<i>Procyon lotor</i>	0.072	0.070	0.159	0.110	0.085
<i>Sciurus deppei</i>	0.083				0.054
<i>Sciurus yucatanensis</i>	0.108	0.145			0.111
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0.027				0.016
<b>Total de registros</b>	69	36	3	25	133
<b>Total de especies</b>	11	7	2	4	12
<b>H' =</b>	0.923	0.835	0.276	0.540	0.914
<b>Hmax =</b>	2.398	1.946	0.693	1.386	2.485
<b>E=H'/Hmax =</b>	0.385	0.429	0.399	0.389	0.368

Por otra parte, al interior del predio del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II, entre diciembre de 2014 y marzo de 2015, se llevó a cabo la caracterización de la fauna silvestre en todos los tipos de vegetación presentes, con los siguientes resultados. La riqueza de especies se estableció en 56, de las cuales 36 son aves,

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

nueve son mamíferos, ocho son reptiles y tres anfibios. El ecosistema que presentó la mayor riqueza de especies y la mayor abundancia, fue el de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con un total de 40 especies y 150 registros, siendo las aves el grupo más conspicuo.

Número de especies y ejemplares por especie de fauna silvestre registradas en el predio del proyecto, por ecosistema. Diciembre 2014 a marzo de 2015. Abreviaturas: No E = número de especies. No R = número de registros. VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

Taxa	VSA/SMQ		SBP		VM		VU		No. Total		Porcentaje	
	No E	No R	No E	No R	No E	No R	No E	No R	No E	No R	No E	No R
Anfibios	3	11							3	11	5.4	3.7
Reptiles	7	13	2	3	0	0	3	9	8	25	14.3	8.4
Aves	23	79	5	7	9	17	17	67	36	170	64.3	57.0
Mamíferos	7	47	5	21	3	5	4	19	9	92	16.1	30.9
Totales	40	150	12	31	12	22	24	95	56	298	100.0	100.0

Los anfibios únicamente se registraron al interior de un cenote dentro del ecosistema vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia; mientras que los reptiles estuvieron presentes en tres de los cuatro ambientes, faltando sólo en el manglar. En el siguiente cuadro se presenta el listado de las especies registradas y su abundancia relativa por ecosistema.

Especies y abundancia relativa de las especies de anfibios y reptiles en el predio del proyecto, por ecosistema, registradas entre diciembre 2014 y marzo de 2015. Se indica la categoría de abundancia relativa (CT) propuesta para aves por Petingill (1969): R=Rara; E=Escasa; F=Frecuente; C=Común; A=Abundante. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

No	ORDEN/ESPECIE	REGISTROS/ABUNDANCIA RELATIVA / TIPO DE VEGETACIÓN															
		SMQ			SBP			VM			VU			TOTAL SA			
		No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	
	ANFIBIOS																
1	<i>Incilius valliceps</i>	1	17	E											1	17	E
2	<i>Lithobates berlandieri</i>	4	67	C											4	67	C
3	<i>Trachycephalus venulosus</i>	6	100	A											6	100	A
	<b>Total anfibios</b>	11													11		
	REPTILES																
1	<i>Ameiva undulata</i>	1	25	E											1	11	E

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

No	ORDEN/ESPECIE	REGISTROS/ABUNDANCIA RELATIVA / TIPO DE VEGETACIÓN														
		SMQ			SBP			VM			VU			TOTAL SA		
		No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT
2	<i>Basiliscus vittatus</i>	2	50	F	1	50	F				2	50	F	5	56	F
3	<i>Ctenosaura similis</i>	4	100	A	2	100	A				3	75	C	9	100	A
4	<i>Drymobius margaritiferus</i>	1	25	E										1	11	E
5	<i>Leptophis ahaetulla</i>	1	25	E										1	11	E
6	<i>Norops rodriguezii</i>	2	50	F										2	22	E
7	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	3	75	F										3	33	F
8	<i>Sceloporus cozumelae</i>										4	100	A	4	44	F
	<b>Total reptiles</b>	13			3						9					

Para la avifauna, la mayor riqueza de especies se registró en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (63.9%), seguida de la vegetación de dunas costeras con 47.2%. Al igual que para el sistema ambiental las aves migratorias registraron alta abundancia, sin embargo, la mayor abundancia en la zona de selvas la presentó la chachalaca (*Ortalis vetula*), que es una especie local; en tanto que la costa se registró igual número de *Hirundo rustica* y *Quiscalus mexicanus*, una migratoria y otra local, pero adaptada a la presencia humana, lo que dice mucho de las características del sitio del proyecto y de los efectos de los desarrollos turísticos que lo flanquean. En el siguiente cuadro se presenta el listado de las especies registradas y su abundancia relativa por ecosistema.

Especies y abundancia relativa de las especies de aves en el sitio del proyecto, por ecosistema, registradas entre diciembre 2014 y marzo de 2015. Se indica la categoría de abundancia relativa (CT) propuesta para aves por Petingill (1969): R=Rara; E=Escasa; F=Frecuente; C=Común; A=Abundante. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras (incluye la avifauna marina asociada).

No	ORDEN/ESPECIE	REGISTROS/ABUNDANCIA RELATIVA / TIPO DE VEGETACIÓN														
		SMQ			SBP			VM			VU			TOTAL SA		
		No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT
1	<i>Amazona albifrons</i>	2	25	E										2	14	E
2	<i>Aramides cajanea</i>							1	33	F				1	7	R
3	<i>Aratinga nana</i>	4	50	F										4	29	E
4	<i>Ardea alba</i>							2	67	C				2	14	E
5	<i>Ardea herodias</i>							2	67	C				2	14	E
6	<i>Arenaria interpres</i>										4	44	F	4	29	E
7	<i>Buteo nitidus</i>	1	13	E										1	7	R
8	<i>Calidris alba</i>										8	89	C	8	57	F
9	<i>Cathartes aura</i>	2	25	E										2	14	E

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

No	ORDEN/ESPECIE	REGISTROS/ABUNDANCIA RELATIVA / TIPO DE VEGETACIÓN														
		SMQ			SBP			VM			VU			TOTAL SA		
		No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT
10	<i>Coragyps atratus</i>	1	13	E										1	7	R
11	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	7	88	C	1	33	F	2	67	C				10	71	C
12	<i>Dives dives</i>	4	50	F				1	33	F				5	36	F
13	<i>Fregata magnificens</i>										2	22	E	2	14	E
14	<i>Hirundo rustica</i>										9	100	A	9	64	F
15	<i>Icterus auratus</i>	4	50	F	1	33	F				1	11	E	6	43	F
16	<i>Icterus cucullatus</i>	6	75	C							1	11	E	7	50	F
17	<i>Icterus gularis</i>	3	38	F										3	21	E
18	<i>Icterus mesomelas</i>	1	13	E										1	7	R
19	<i>Icterus prothemelas</i>	2	25	E										2	14	E
20	<i>Melanerpes aurifrons</i>	5	63	F										5	36	F
21	<i>Mimus gilvus</i>	3	38	F	1	33	F	2	67	C	6	67	C	12	86	C
22	<i>Myiozetetes similis</i>	4	50	F										4	29	E
23	<i>Nyctidromus albicollis</i>										1	11	E	1	7	R
24	<i>Ortalis vetula</i>	8	100	A	3	100	A	2	67	C				13	93	A
25	<i>Patagioenas flavirostris</i>	2	25	E										2	14	E
26	<i>Pelecanus occidentalis</i>										3	33	F	3	21	E
27	<i>Phalacrocorax auritus</i>										2	22	E	2	14	E
28	<i>Piaya cayana</i>	1	13	E							2	22	E	3	21	E
29	<i>Pitangus sulphuratus</i>	2	25	E	1	33	F				3	33	F	6	43	F
30	<i>Quiscalus mexicanus</i>	4	50	F							9	100	A	13	93	A
31	<i>Setophaga palmarum</i>	6	75	C							8	89	C	14	100	A
32	<i>Setophaga petechia</i>										3	33	F	3	21	E
33	<i>Tringa melanoleuca</i>							2	67	C				2	14	E
34	<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	25	E										2	14	E
35	<i>Vireo magister</i>							3	100	A	1	11	E	4	29	E
36	<i>Zenaida asiatica</i>	5	63	F							4	44	F	9	64	F
	<b>Total aves</b>	79			7			17			67			170		

Entre los mamíferos, la mayor riqueza de especies y abundancia se registró en el ecosistema vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con siete de las nueve especies registradas y un total de 47 registros. El mayor número de ejemplares con 51.1% lo aportó el coatí (*Nasua narica*), ya que se contabilizaron 24 de

los 47 registros para este grupo. Además, su presencia también fue la mayor en la selva baja perennifolia (11 de los 21 registros, 52.4%) y la vegetación de duna costera (6 de 19 registros, 31.6%). Destaca que al interior del predio se registró venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con presencia en todo el predio, salvo la costa; así como jabalí de collar (*Pecari tajacu*), que se observó en los humedales. En el siguiente cuadro se presenta el listado de las especies registradas y su abundancia relativa por ecosistema.

Especies y abundancia relativa de las especies de mamíferos en el sitio del proyecto, por ecosistema, registradas entre diciembre 2014 y marzo de 2015. Se indica la categoría de abundancia relativa (CT) propuesta para aves por Petingill (1969): R=Rara; E=Escasa; F=Frecuente; C=Común; A=Abundante. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

No	ORDEN/ESPECIE	REGISTROS/ABUNDANCIA RELATIVA / TIPO DE VEGETACIÓN																	
		SMQ			SBP			VM			VU			TOTAL SA					
		No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT	No	AR	CT			
1	<i>Agouti paca</i>	1	4	R													1	1	R
2	<i>Artibeus jamaicensis</i>	5	21	E									8	100	A		13	13	E
3	<i>Dasyprocta punctata</i>	7	29	E													7	7	R
4	<i>Didelphis virginiana</i>	3	13	E									2	25	E		5	5	R
5	<i>Nasua narica</i>	24	100	A	11	100	A						6	75	C		41	100	A
6	<i>Odocoileus virginianus</i>	5	21	E	1	9	R	1	50	F							7	7	R
7	<i>Pecari tajacu</i>				2	18	E	2	100	A							4	4	R
8	<i>Procyon lotor</i>				2	18	E	2	50	F	3	38	F				7	7	R
9	<i>Sciurus yucatanensis</i>	2	8	R	5	45	F										7	7	R
	<b>Total mamíferos</b>	47			21			5					19				92		

Por otra parte, los parámetros ecológicos registrados para la fauna silvestre al interior del predio del proyecto, se presentan enseguida.

Con el Índice de Sorensen (IS) se observa que para los reptiles la similitud mayor se encuentra entre la selva baja perennifolia y la vegetación de duna costera con 80.0% de similitud, mientras que entre los otros tipos de vegetación sólo alcanza 40.0 y 44.4%. Entre las aves, la mayor similitud de especies se registró entre la selva baja perennifolia y la vegetación de manglar (42.9%), y de manera semejante entre la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y la vegetación de dunas costeras (40.0%) y entre la primera y la selva baja perennifolia (35.7%). En los demás casos la similitud de especies fue menor a 28%. En el caso de los mamíferos, se registró alta similitud entre los tipos de vegetación de selva (73.7%) y entre la selva baja perennifolia y la vegetación de dunas costeras (66.7%).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

En el análisis general se obtuvo alta similitud entre la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y la selva baja perennifolia, con 88.5%; seguida de la selva baja perennifolia y la vegetación de manglar con similitud de 50.0%.

Cálculo del Índice de Sorensen (IS) por grupo taxonómico y el total por cada tipo de vegetación en el área de estudio para el predio del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

ANFIBIOS	VSA/SMQ	SBP	VM	VU	REPTILES	VSA/SMQ	SBP	VM	MC
VSA/SMQ	100%				VSA/SMQ	100%			
SBP					SBP	44.4%	100%		
VM					VM			100%	
VU					VU	40.0%	80.0%		100%

AVES	VSA/SMQ	SBP	VM	MC	MAMÍFEROS	VSA/SMQ	SBP	VM	MC
VSA/SMQ	100%				VSA/SMQ	100%			
SBP	35.7%	100%			SBP	73.7%	100%		
VM	18.8%	42.9%	100%		VM	15.4%	40.0%	100%	
VU	40.0%	27.3%	15.4%	100%	VU	53.3%	66.7%	33.3%	100%

TOTAL	VSA/SMQ	SBP	VM	MC
VSA/SMQ	100%			
SBP	88.5%	100%		
VM	26.9%	41.7%	100%	
VU	43.8%	50.0%	16.7%	100%

Al calcular el Índice de Sorensen modificado por Bray y Curtis (CN), se observa que la mayor similitud en el número de registros, está entre la vegetación de manglar y la selva baja perennifolia, y entre la vegetación de duna costera y la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, obteniendo en ambos casos un valor de 0.8. Este valor sólo fue sobrepasado en el caso de las aves, con un registro de similitud de 0.9 entre la vegetación de dunas costeras y la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia; y en el caso de los mamíferos con un

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

registro de similitud de 1.0 entre la vegetación de dunas costeras y la selva baja perennifolia. Estos resultados indican semejanzas en los registros de fauna silvestre dentro de los tipos de vegetación hallados en la propiedad.

Cálculo del Índice de Sorensen modificado por Bray y Curtis (CN) por grupo taxonómico y el total por cada tipo de vegetación en el predio del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

ANFIBIOS	VSA/SMQ	SBP	VM	VU	REPTILES	VSA/SMQ	SBP	VM	MC
VSA/SMQ	1.00				VSA/SMQ	1.00			
SBP		1.00			SBP	0.4	1.00		
VM			1.00		VM			1.00	
VU				1.00	VU	0.8	0.5		1.00

AVES	VSA/SMQ	SBP	VM	MC	MAMÍFEROS	VSA/SMQ	SBP	VM	MC
VSA/SMQ	1.00				VSA/SMQ	1.00			
SBP	0.2	1.00			SBP	0.6	1.00		
VM	0.4		1.00		VM	0.2	0.4	1.00	
VU	0.9			1.00	VU	0.6	1.0	0.4	1.00

TOTAL	VSA/SMQ	SBP	VM	MC
VSA/SMQ	1.00			
SBP	0.3	1.00		
VM	0.3	0.8	1.00	
VU	0.8	0.5	0.4	1.00

En lo que respecta a la diversidad de los taxa, en los apartados siguientes se presentan los resultados obtenidos.

Entre los anfibios se registró una diversidad baja ( $H' = 0.398$ ) y una equidad también baja ( $E = 0.362$ ), lo que era de esperarse con tan pocos registros, ya que únicamente se registraron algunos ejemplares al interior de un cenote que se observó en la comunidad de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. No se descarta la posibilidad que en la temporada lluviosa se registre un número más abundante de especies y ejemplares por especie tomando en consideración la presencia de humedales al interior del predio.

Cálculo del índice de diversidad ( $H'$ ) y Equitatividad ( $E$ ) para las especies de anfibios y por tipo de vegetación en el predio del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

ESPECIE	SMQ	SBP	VM	VU	TOTAL
<i>Incilius valliceps</i>	0.095				0.095
<i>Lithobates berlandieri</i>	0.160				0.160

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ESPECIE	SMQ	SBP	VM	VU	TOTAL
<i>Trachycephalus venulosus</i>	0.144				0.144
Total de registros	11				11
Total de especies	3				3
H' =	0.398				0.398
Hmax =	1.099				1.099
E=H'/Hmax =	0.362				0.362

La diversidad obtenida para la herpetofauna es baja en todos los ambientes, pero es más alta en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia que en el resto. Lo anterior se debe tanto a la baja riqueza de especies como a su baja abundancia, lo que puede indicar que el predio no presenta condiciones adecuadas para soportar poblaciones importantes de reptiles. Es de resaltarse que al interior de la vegetación con manglar no se observó un solo registro de este grupo de vertebrados.

Cálculo del índice de diversidad (H') y Equitatividad (E) para la herpetofauna por tipo de vegetación en el predio del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

ESPECIE	SMQ	SBP	VM	VU	TOTAL
<i>Ameiva undulata</i>	0.086				0.056
<i>Basiliscus vittatus</i>	0.125	0.159		0.145	0.140
<i>Ctenosaura similis</i>	0.158	0.117		0.159	0.160
<i>Drymobius margaritiferus</i>	0.086				0.056
<i>Leptophis ahaetulla</i>	0.086				0.056
<i>Norops rodriguezi</i>	0.125				0.088
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	0.147				0.110
<i>Sceloporus cozumelae</i>				0.157	0.127
Total de registros	13	3		9	25
Total de especies	7	2		3	8
H' =	0.812	0.276		0.461	0.793
Hmax =	1.946	0.693		1.099	2.079
E=H'/Hmax =	0.417	0.399		0.419	0.381

Las aves fue el grupo mejor representado en el predio con 36 especies, la mayoría observadas en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y la vegetación de dunas costeras, pero hay que señalar que se contabilizaron en los registros especies en tránsito y especies migratorias. En cualquier caso, los resultados indican que el predio presenta una diversidad baja para este grupo faunístico.

Los resultados obtenidos para la avifauna señalan que la mayor diversidad se encuentra en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (H' = 1.225), seguida de la vegetación de dunas costeras (H' = 1.121), vegetación de manglar (H' = 0.934) y la selva baja perennifolia (H' = 0.641). Al estimar la equitatividad

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

resulta que los valores son muy semejantes en todos los casos, con la mayor en la vegetación de manglar, que indica que este ambiente presenta una mayor homogeneidad en cuanto al uso de los recursos y aprovechamiento del hábitat por las aves.

Cálculo del índice de diversidad (H') y Equitatividad (E) para las especies de aves por tipo de vegetación en el predio del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

ESPECIE	SMQ	SBP	VM	VU	TOTAL
<i>Amazona albifrons</i>	0.040				0.023
<i>Aramides cajanea</i>			0.072		0.013
<i>Aratinga nana</i>					0.038
<i>Ardea alba</i>			0.109		0.023
<i>Ardea herodias</i>			0.109		0.023
<i>Arenaria interpres</i>				0.073	0.038
<i>Buteo nitidus</i>	0.024				0.013
<i>Calidris alba</i>				0.110	0.062
<i>Cathartes aura</i>	0.040				0.023
<i>Coragyps atratus</i>	0.024				0.013
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	0.093	0.121	0.109		0.072
<i>Dives dives</i>	0.066		0.072		0.045
<i>Fregata magnificens</i>				0.046	0.023
<i>Hirundo rustica</i>				0.117	0.068
<i>Icterus auratus</i>	0.066	0.121		0.027	0.051
<i>Icterus cucullatus</i>	0.085			0.027	0.057
<i>Icterus gularis</i>	0.054				0.031
<i>Icterus mesomelas</i>	0.024				0.013
<i>Icterus prothemelas</i>	0.040				0.023
<i>Melanerpes aurifrons</i>	0.076				0.045
<i>Mimus gilvus</i>	0.054	0.121	0.109	0.094	0.081
<i>Myiozetetes similis</i>	0.066				0.038
<i>Nyctidromus albicollis</i>				0.027	0.013
<i>Ortalis vetula</i>	0.101	0.158	0.109		0.085
<i>Patagioenas flavirostris</i>	0.040				0.023
<i>Pelecanus occidentalis</i>				0.060	0.031
<i>Phalacrocorax auritus</i>				0.046	0.023
<i>Piaya cayana</i>	0.024			0.046	0.031
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0.040	0.121		0.060	0.051
<i>Quiscalus mexicanus</i>	0.066			0.117	0.085
<i>Setophaga palmarum</i>	0.085			0.110	0.089
<i>Setophaga petechia</i>				0.060	0.031
<i>Tringa melanoleuca</i>			0.109		0.023
<i>Tyrannus melancholicus</i>	0.040				0.023
<i>Vireo magister</i>			0.133	0.027	0.038
<i>Zenaida asiatica</i>	0.076			0.073	0.068

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ESPECIE	SMQ	SBP	VM	VU	TOTAL
Total de registros	79	7	17	67	170
Total de especies	23	5	9	17	36
H' =	1.225	0.641	0.934	1.121	1.431
Hmax =	3.135	1.609	2.197	2.833	3.584
E=H'/Hmax =	0.391	0.398	0.425	0.396	0.399

Para el caso de los mamíferos, la vegetación de selva y la de dunas costera presenta los mayores valores de diversidad, aunque son bajos en todos los casos. La abundancia relativa del coatí (*Nasua narica*) respecto de las otras especies “jala” los resultados a la baja por que esta especie concentra la mitad de todos los registros en la selva y un tercio de éstos en la vegetación de dunas costeras. En todos los casos la equitatividad registrada es similar, del orden de 0.3, que indica que hay alta dominancia en pocas especies, por lo que no hay equilibrio en el uso de los recursos.

Cálculo del índice de diversidad (H') y Equitatividad (E) para las especies de mamíferos por tipo de vegetación en el predio del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II. Abreviaturas: VSA/SMQ = vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. SBP = selva baja perennifolia. VM = vegetación de manglar. VU = vegetación de dunas costeras.

ESPECIE	SMQ	SBP	VM	VU	TOTAL
<i>Agouti paca</i>	0.036				0.021
<i>Artibeus jamaicensis</i>	0.104			0.158	0.120
<i>Dasyprocta punctata</i>	0.123				0.085
<i>Didelphis virginiana</i>	0.076			0.103	0.069
<i>Nasua narica</i>	0.149	0.147		0.158	0.156
<i>Odocoileus virginianus</i>	0.104	0.063			0.085
<i>Pecari tajacu</i>		0.097	0.159		0.059
<i>Procyon lotor</i>		0.097	0.159	0.127	0.085
<i>Sciurus yucatanensis</i>	0.058	0.148			0.085
Total de registros	47	21	5	19	92
Total de especies	7	5	3	4	9
H' =	0.649	0.553	0.318	0.546	0.766
Hmax =	1.946	1.609	1.099	1.386	2.197
E=H'/Hmax =	0.334	0.344	0.290	0.394	0.349

#### 4.2.3. Medio socioeconómico

El área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental forma parte del corredor turístico Riviera Maya, el cual abarca desde Puerto Morelos hasta Tulum, con 130 Km de longitud. En esta zona no se registran poblados o asentamientos humanos, pero existen al menos 24 desarrollos turísticos hoteleros, en su mayoría de la categoría 5 estrellas, que en conjunto cuentan con 8,212 cuartos hoteleros, que representan 19.55% de la oferta de cuartos hoteleros en la Riviera Maya, que de acuerdo con SEDETUR contaba al término de 2014 con 394 hoteles con 42,011 cuartos hoteleros.

Complejos turísticos ubicados a lo largo del sistema ambiental.

Nombre del complejo turístico	Número de habitaciones	Tipo
Grand Velas Riviera Maya	539 habitaciones	Cinco Diamantes AAA*
Fairmont Mayakoba	401 habitaciones	Cuatro Diamantes AAA*
Blue Diamond Riviera Maya	540 habitaciones	5 estrellas
Blue Bay Grand Esmeralda	979 habitaciones	5 estrellas
Hacienda Tres Ríos	273 habitaciones	5 estrellas
El Dorado Maroma	99 habitaciones	5 estrellas
El Dorado Royal	476 habitaciones	Cuatro Diamantes AAA*
El Dorado Casitas Royal	412 habitaciones	Cinco Diamantes AAA*
Iberostar Grand Hotel Paraíso	310 habitaciones	5 estrellas
Iberoestar Paraíso del Mar	388 habitaciones	5 estrellas
Iberostar Paraíso Beach	424 habitaciones	5 estrellas
Iberostar Paraíso Maya Hotel	432 habitaciones	5 estrellas
Iberostar Paraíso Lindo	446 habitaciones	5 estrellas
Valentín Imperial Maya	540 habitaciones	5 estrellas
Banya Tree Mayakoba	117 villas	5 estrellas
Rosewood Mayakoba	130 habitaciones	5 estrellas
Secrets Capri Riviera Cancun	290 habitaciones	Cuatro Diamantes AAA*
Ocean Maya Royal by H10	320 habitaciones	5 estrellas
Catalonia Playa Maroma	400 habitaciones	5 estrellas
Hotel Amarte	24 bungalows	5 estrellas
The Grand Bliss Riviera Maya	30 habitaciones	5 estrellas
Mayan Palace Riviera Maya	402 habitaciones	Cuatro Diamantes AAA*
Ocean Breeze Riviera Maya	98 habitaciones	5 estrellas
Grand Luxxe Riviera Maya	142 villas	5 estrellas

De acuerdo con los indicadores turísticos emitidos por SEDETUR para 2014, la Riviera Maya reportó una afluencia de 4,400,222 turistas, cifra que representa 43.41% del total de turistas registrados para Quintana Roo en ese año; así como una ocupación hotelera de 84.90%, con estancia promedio de 6.2 días –la mayor del estado- y una derrama económica de 2,772.14 mdd, con un gasto promedio por visitante por estancia de \$630 dólares. Estas cifras marcan un incremento medio de 5.8% a las cifras reportadas por SEDETUR para 2013, lo que indica que la tendencia es ascendente.

En este contexto, el número de cuartos como factor de conversión, los hoteles presentes en el sistema ambiental pudieron haber tenido una afluencia de 860,123 turistas que significaron una derrama económica anual de 541.88 mdd. En este mismo

tenor, la oferta de cuartos hoteleros que incorporará el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II, con sus 152 departamentos, suponiendo que se mantengan los promedios de ocupación hotelera, estancia y gasto promedio, puede representar un incremento en 17,596 turistas al año y podría aspirar a generar 11.09 mdd anuales.

Al comparar estos datos hipotéticos con los indicadores económicos de SEDETUR, se aprecia que ello representa un incremento de sólo 0.4%, por lo que no es significativo al nivel del Destino Turístico.

La dinámica poblacional del Municipio de Solidaridad donde está ubicado el proyecto, se caracteriza entre otros factores, por ser una de las de más alta tasa de crecimiento poblacional en el país, particularmente, en su ciudad cabecera Playa del Carmen. Este municipio es un atractivo para la migración y la inmigración debido a sus bellezas naturales y la cantidad de empleos que oferta fundamentalmente en el sector terciario.

La población de Playa del Carmen en el año 1990 era de apenas 3,098 habitantes y para el año 2010 su población ya era aproximadamente de 159,310 (INEGI). Se estima que en la actualidad la población de Playa del Carmen, cabecera municipal del Municipio de Solidaridad donde se localiza el proyecto en estudio es de aproximadamente 200,000 habitantes.

#### **4.3. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO**

El cambio de uso del suelo que se solicita es de 3.138 hectáreas, toda vez que el proyecto se desarrollará en buena medida en la superficie del predio que carece de vegetación. Esta situación, es en sí misma una medida de minimización de la afectación al territorio y por ende a los servicios ambientales asociados a éste, por causa del proyecto.

Para determinar cuáles serán los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo con motivo del cambio de uso de suelo que se solicita, se utilizó como criterio de selección de dichos servicios ambientales la definición contenida en la fracción XXXVII del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en donde se define servicios ambientales como: “los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento al impacto de fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la

biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación entre otros”.

Asimismo, se parte de que, de acuerdo con la CNEC (2008), los servicios ambientales que se reconocen para los ecosistemas presentes en el área de estudio son los siguientes:

- Son la fuente de provisión de agua a todos los pobladores y actividades productivas que se realizan en la zona costera y sus inmediaciones.
- Son zona de refugio para especies de fauna.
- Proporcionan bienes en forma de materia prima de recursos forestales maderables y no maderables utilizados en la construcción de diversas obras y edificaciones en los centros de población y desarrollos turísticos.
- Permiten la existencia de sitios dedicados a la recreación por medio de una gama amplia de actividades al aire libre, que incluyen desde recorridos en bicicletas hasta con vehículos automotores o visita a cuerpos de agua (cenotes) donde se ofrecen posibilidades de observación de la naturaleza.
- A nivel regional contribuyen con otras comunidades vegetales arboladas en la regulación climática y de gases atmosféricos, principalmente como fuente de captura de carbono y mantenimiento de la calidad microclimática y confort ambiental.

Los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo debido al desarrollo del proyecto que se propone, se analizan en función del grado de afectación que podría darse como resultado de la ejecución del cambio de uso del suelo solicitado. Para valorar la disponibilidad de los servicios ambientales en la superficie que ocupa el predio, se considera la disponibilidad del recurso forestal en el sitio y en comparación con el área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental. Es por ello que se deben de tomar en consideración los siguientes datos respecto del diseño del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II.

- Superficie total del predio: 15.23 hectáreas, mismas que equivalen a 0.52% del área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental.
- Superficie solicitada de cambio de uso de suelo forestal: 3.138 hectáreas, que sumadas a las 2.192 hectáreas carentes de vegetación, hacen 5.33 hectáreas equivalentes a 35% del predio.
- Superficie de conservación de terrenos naturales: 9.9 hectáreas, equivalentes a 65% de la superficie del predio.

- Tipo de vegetación a afectar por el cambio de uso de suelo forestal que se solicita: vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.
- Tipo de vegetación a conservar como terrenos naturales: selva baja subperennifolia, vegetación de manglar y vegetación de duna costera.
- Naturaleza del proyecto: turístico mixto, hotelero-habitacional, congruente con la vocación de uso del suelo que establece el Programa de Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, unidad de gestión ambiental 17, con límite de aprovechamiento hasta 35% de la superficie del territorio.

Considerando lo anterior, la naturaleza del proyecto, características, ubicación y extensión de las obras que el proyecto implica, se concluye que la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales que se requiere para su construcción y operación del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II, no pondrá en riesgo ningún servicio ambiental dentro de su área de influencia.

Al respecto, se hace la anotación que ni la LGEEPA ni la LGDFS o sus reglamentos definen el concepto riesgo, por lo que se toma la definición de “riesgo” establecida en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), que a la letra dice Riesgo.- Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares.

Con este marco de referencia y considerando las características bióticas, abióticas y socioeconómicas del Sistema Ambiental descritas en capítulos anteriores en este estudio, se realizó la determinación de los servicios ambientales que proporciona el predio en el que se pretende llevar a cabo el cambio de uso del suelo en terreno forestal, con énfasis en la interacción de tres componentes: a) el medio biótico, b) el medio físico y c) el medio socioeconómico, en el que se involucran las actividades antrópicas desarrolladas en el entorno de los predios aledaños. Los tres componentes o grupos de componentes, constituyen el ecosistema y de sus interacciones resultan los flujos de materia y energía que originan los servicios ambientales. En su conjunto, el ecosistema desarrolla y mantiene biodiversidad, regulación del ciclo hidrológico, permite la infiltración y recarga de acuíferos, protege la estructura y productividad del suelo, y se mantienen los ciclos biogeoquímicos, entre otras valiosas funciones.

Así, los principales servicios ambientales que pudieran afectarse por el cambio de uso del suelo que requiere el proyecto son Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; Provisión de agua en calidad y cantidad; Protección y

recuperación de suelos; Captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; y Paisaje y recreación. A continuación se presentan argumentos sobre cada uno de los servicios ambientales mencionados y se hace una breve descripción de los criterios por los cuales se identifica la importancia de éstos y el grado posible de afectación de los mismos, que tendría lugar como consecuencia de la autorización de cambio de uso del suelo que se persigue.

#### **4.3.1. Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida**

La diversidad biológica siempre ha sido, es y será, usada por el hombre. Hoy el reto es que el uso de la biodiversidad y el territorio en donde se distribuye, se realice con procedimientos que aseguren su protección y conservación. Es sabido, que la biodiversidad regional está dada por la diversidad existente en cada hábitat (tanto natural como inducido) presente en un paisaje y por las tasas de recambio de especies entre uno y otro hábitat o entre un estado de uso y otro.

En ecología, el término paisaje se utiliza para designar unidades geográficas en las que, a pesar de la existencia de una cierta heterogeneidad interna (por ejemplo diferentes tipos de vegetación o distintos estados sucesionales de los mismos), las principales variables ambientales (por ejemplo, la temperatura, la humedad, la precipitación u otras) no cambian significativamente dentro del área de la propia unidad geográfica, la cual muestra una historia geomorfológica y biogeográfica común (Sánchez et al., 2000). Este concepto necesariamente considera la presencia del ser humano. En este sentido, en la zona del proyecto existen diversos tipos de vegetación en distintos niveles de perturbación o conservación, en los que se distribuyen especies de vida silvestre (microorganismos, hongos, flora, fauna, etc.). Dicho con otras palabras, la biodiversidad que existe en el predio del proyecto es reflejo de la existente en toda la región.

En general, la Península de Yucatán es menos diversa que otras regiones de México, aunque presenta atributos taxonómicos y filogenéticos que la caracterizan de otras zonas del país, Centro y Sur América. Por ejemplo, presenta pocas especies endémicas, baja riqueza de especies restringidas y un mayor número de especies con intervalos de distribución amplios, por lo que la probabilidad de que se registre las mismas especies en dos sitios es elevada (Arita y Vázquez-Domínguez, 2003). La Península también se caracteriza por su baja diversidad beta (tasas de recambio de especies entre un hábitat y otro o entre un estado de uso y otro), lo cual ha sido explicado como resultado de la topografía homogénea, la falta de barreras geográficas y la baja heterogeneidad de hábitats (Vázquez-Domínguez y Arita, 2010).

En este contexto, para analizar si la ejecución del cambio de uso del suelo ocasionará efectos significativos al sistema ambiental de protección a la biodiversidad de los ecosistemas y formas de vida, en el área de aprovechamiento propuesta en el proyecto se registraron 55 especies de flora que representan el 2.39% del total registrado para la Península de Yucatán, la cual es de 2,300 especies de flora; y el 3.06% del Estado de Quintana Roo con 1,800 especies (Valdez-Hernández e Islebe, 2011).

En la superficie del predio del proyecto existe un reducido número de especies con respecto al reconocido para la Península de Yucatán o el Estado de Quintana Roo, como consecuencia de la relación especie-área ya que el predio cuenta únicamente con 15.227 hectáreas. Por tal motivo, la valoración sobre que el cambio de uso de suelo dentro del predio del proyecto tendrá un efecto reducido sobre la riqueza de flora y fauna, no solo se motiva con el bajo número de especies registrado, sino fundamentalmente en los siguientes hechos:

Existen pocas especies endémicas; no se presentan especies restringidas; todas las especies tienen intervalos de distribución amplios; las especies registradas también están presentes en muchos otros sitios de la Península y el Estado de Quintana Roo, los cuales incluyen diferentes tipos de vegetación algunas incluso se establecen en hábitats naturales e inducidos.

La superficie en la que eventualmente será removida la vegetación para la ejecución de este proyecto 3.138 hectáreas, representa una fracción insignificante del total de la selva mediana subperennifolia del Estado de Quintana Roo, estimada en 2,898,051 hectáreas. Comparada sólo con la cobertura vegetal de este tipo de vegetación en el área definida para el análisis del sistema ambiental, la superficie de remoción representa 0.75%.

En el diseño del proyecto se privilegió el uso de áreas degradadas para favorecer la conservación y continuidad de áreas naturales, en hasta 9.9 hectáreas, que corresponden a 65% del predio.

Es importante mencionar que conservar las 9.9 hectáreas de terrenos naturales, representa disponibilidad de espacio para la presencia de refugios (madrigueras, sitios de anidación, etc.), y alimento para las especies silvestres que soportan la presencia humana; así como para privilegiar algunos parámetros de las poblaciones (migración, inmigración, natalidad, estructura de sexos, etc.) que favorecen la reproducción entre individuos y la permanencia de las principales variables ambientales (humedad, temperatura, etc.).

En lo que se refiere a las especies enlistadas la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, es importante señalar que se han previsto acciones para prevenir y mitigar los impactos a sus poblaciones, independientemente que el diseño del proyecto no comprometa su sobrevivencia por la baja intervención del predio y el alto porcentaje de conservación de espacios naturales. Adicionalmente, se debe reconocer que las especies de flora y fauna en alguna categoría de riesgo de acuerdo con esta Norma y que podrían ser susceptibles de afectación, son relativamente comunes en la región y están ampliamente representadas en el área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental y la cuenca hidrológico forestal.

Como resultado del análisis de las características de las especies de flora y fauna silvestres y su distribución, así como de la extensión y ubicación del predio del proyecto, se concluye que la ejecución del cambio de uso del suelo que se solicita no tendrá implicaciones perceptibles sobre la unidad de gestión ambiental UGA 17, establecida como límite del sistema ambiental definido para el proyecto.

#### **4.3.2. Provisión de agua en calidad y cantidad**

Para contextualizar el servicio ambiental hídrico es importante resaltar sus características en el Estado, en la cuenca y en la zona del predio. Quintana Roo dispone en promedio de 6,187.2 hectómetros cúbicos ( $\text{hm}^3$ ) de agua al año. El volumen de agua concesionada es de aproximadamente 459.8  $\text{hm}^3$ , de los cuales casi el 20% se destinan para abastecimiento público. Las aguas superficiales para éste uso es poco significativo ya que representa sólo el 0.2% de la extracción anual (el resto proviene de fuentes subterráneas) (Herrera, 2011).

La zona del proyecto se ubica en la región hidrológica Yucatán Norte y particularmente en la Cuenca Quintana Roo (32-A). Dicha cuenca ocupa el 31% del Estado, tiene una precipitación de 800 a 1500 mm, un rango de escurrimiento de 0 a 5% y en general se reconoce que el agua subterránea está sin contaminar y con excelente calidad. La unidad geohidrológica está formada por material consolidado con rendimiento alto mayor a 40 litros por segundo (lps) y es la más extensa en Quintana Roo con el 76% de la superficie Estatal (Herrera y Heredia, 2011).

Al nivel de Cuenca, la disponibilidad del recurso según el Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos y se modifica para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009, encontrando que el área de interés

forma parte del acuífero Península de Yucatán, el cual cuenta con una disponibilidad media anual de agua subterránea (DAS) de 5,005 millones de metros cúbicos. Y, a pesar del incremento en el consumo de agua en los últimos años, no se aprecia disminución en el nivel estático del agua subterránea y se acepta que las previsiones del incremento de la demanda futura de agua se pueden satisfacer si se mantienen las medidas de protección del acuífero (CONAGUA, 2012).

La operación del proyecto demandará agua, la cual será obtenida del subsuelo previa obtención de la autorización de la SEMARNAT y de la CONAGUA. Para el abasto de agua potable se proyecta la construcción de un sistema de desalación diseñado para producir hasta 1,499 m<sup>3</sup>/día de agua permeada con una calidad menor de 300 mg/l, mediante el proceso de osmosis inversa, aunque para la operación normal del proyecto se estima una demanda diaria del orden de 1,200 m<sup>3</sup>. La fuente de agua de alimentación se considera agua de pozo con una salinidad máxima de 36,000 mg/l de sólidos disueltos totales a una temperatura de 25° C que se obtendrá del subsuelo a 30 m de profundidad. La extracción del agua que se requiere es posible y no compromete la cantidad de agua disponible en la región de acuerdo con el estudio geohidrológico realizado<sup>4</sup>, ya que se tiene una buena capacidad de aporte de agua subterránea en el predio, del orden de 20 lps o 1,728 m<sup>3</sup>/día, de calidad salobre entre 7,500 y 10,000 ppm de sólidos disueltos totales.

La capacidad de infiltración de un suelo es la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que ésta dependerá de la intensidad de la lluvia, tipo de suelo, uso del suelo, cubierta vegetal y humedad inicial. Parte del agua suele quedar retenida en el follaje de vegetación, una más se ubica en la capa no saturada de suelo y está disponible para ser absorbida por las plantas en la franja de penetración de las raíces o para ser evaporada por la acción de la energía solar sobre la superficie del terreno. Otra fracción del agua que se infiltra puede alcanzar la zona saturada del sistema acuífero, una vez superada la capacidad de campo del suelo (Ortiz-Ortiz, 1990; Mishra, 2003).

Dado que el desarrollo del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II implica el sellamiento del suelo en una superficie de 4.427 hectáreas –huella de desplante de todas las obras-, la infiltración de agua al acuífero podría verse alterada en algún grado. Para determinar el grado de afectación se presenta la estimación del cálculo de infiltración, así como la metodología empleada, considerando la totalidad de la

---

<sup>4</sup> Perforaciones Precisas de Quintana Roo, S.A. de C.V., 2015. Estudio Geohidrológico Garza Blanca.

superficie de cambio de uso del suelo que se solicita y no sólo aquella que llevará sello – lo anterior para no subestimar la afectación.

El coeficiente de escurrimiento se estimó a través de la aplicación del método propuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales. Este método parte de valores de k, que son valores que dependen del tipo de suelo y su uso. Para este caso, los suelos pueden clasificarse como tipo “A” que pertenece a los “suelos permeables”, y con un uso de suelo clasificado como “Bosque, cubierto en más del 75%” antes de la ejecución del proyecto; y como “Bosque, cubierto del 50 al 75%” ya que después de ejecutado el proyecto se conservará en condiciones naturales 65% de la superficie del predio. En este contexto, los valores de K en cada caso son:

Sin proyecto: Bosque cubierto más del 75% = 0.07

Con proyecto: Bosque cubierto del 50 al 75% = 0.12

Debido a que el valor de k es menor que 0.15 para estimar el coeficiente de escurrimiento aplica la ecuación

$$Ce = k (P-250)/2,000$$

Donde: Ce = Coeficiente de escurrimiento

K = Constante de tipo y uso de suelo

P = Precipitación anual en mm

Para el caso particular del sitio del proyecto se tiene que la precipitación reportada como media anual por la Estación meteorológica de Playa del Carmen (Servicio Meteorológico Nacional), para el período 1981-2010 es de 1,331.2 mm. Por tanto, sustituyendo los datos en la ecuación en cada caso se tiene:

Sin proyecto: Bosque cubierto más del 75%

$$Ce = (0.07) (1,331.2 \text{ mm} - 250) / 2,000 = 0.038$$

Con proyecto: Bosque cubierto del 50 al 75%

$$Ce = (0.12) (1,331.2 \text{ mm} - 250) / 2,000 = 0.065$$

El volumen medio anual de escurrimiento natural en el área de afectación se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen anual de escurrimiento natural en Mm}^3 = (\text{Precipitación anual de la cuenca en m}) * (\text{Área de afectación en Km}^2) * (\text{Coeficiente de escurrimiento})$$

Sustituyendo los datos en las fórmulas en cada caso se tiene:

Sin proyecto: Bosque cubierto más del 75%

$$\text{VolEsc} = (1.331 \text{ m}) (0.053 \text{ Km}^2) (0.038) = 0.003 \text{ Mm}^3$$

Con proyecto: Bosque cubierto del 50 al 75%

$$\text{VolEsc} = (1.331 \text{ m}) (0.053 \text{ Km}^2) (0.065) = 0.005 \text{ Mm}^3$$

En relación con la infiltración, la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse mediante la ecuación que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - E$$

- donde: I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés ( $\text{m}^3$ )  
P: Precipitación media anual en el área de interés ( $\text{m}^3$ ), calculada con el valor de la precipitación anual en m por la superficie del área de interés en  $\text{Km}^2$   
E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés en  $\text{m}^3$

Con lo que la infiltración se obtiene de la siguiente forma:

Sin proyecto: Bosque cubierto más del 75%

$$\text{Infiltración} = (0.071 \text{ m}^3) - (0.240 \text{ m}^3) = 0.169 \text{ m}^3$$

Con proyecto: Bosque cubierto del 50 al 75%

$$\text{Infiltración} = (0.071 \text{ m}^3) - (0.461 \text{ m}^3) = 0.390 \text{ m}^3$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, en caso de realizarse el cambio de uso de suelo solicitado para el proyecto la infiltración en el sitio disminuirá su captación de agua en un volumen aproximado de 0.221 m<sup>3</sup> anuales, lo que no es significativo, ni siquiera al nivel del predio. Amén de lo anterior, se ha previsto dotar de pozos pluviales a la sección del predio que llevará relleno –condohotel playa- y favorecer el libre escurrimiento de las aguas al subsuelo a través de las áreas verdes proyectadas. Por lo tanto, se puede concluir que la ejecución del proyecto no comprometerá la cantidad del agua captada en la cuenca y que se infiltra al subsuelo.

Por otra parte, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no tanto con su cantidad. Esto se debe a la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos, que favorecen la infiltración del agua de lluvia, pero también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático.

A efecto de prevenir afectaciones a la calidad del agua por causa del desarrollo del proyecto, éste incluye en su diseño medidas para mitigar los efectos negativos que pudieran presentarse por llevar a cabo el cambio de uso de suelo y que pudieran afectar la calidad del agua, mismos que a continuación se describen:

Se proporcionarán suficientes instalaciones de sanitarios portátiles y de baños conectados a fosa séptica para el personal que labore en el predio a lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción, con el objeto de no afectar el manto freático por la defecación y micción al aire libre.

El manejo y disposición final de las aguas residuales que se capten en los sanitarios portátiles, correrá a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que se celebre para la prestación de dicho servicio. Además, para la prestación de este servicio se seleccionará a una empresa que cuente con las debidas autorizaciones municipales y estatales.

El manejo y disposición final de las aguas residuales que se capten en las fosas sépticas prefabricadas correrá a cargo de la empresa que se contrate para su desazolve, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que se celebre para la prestación de dicho servicio. Además, para la prestación de este servicio se seleccionará a una empresa que cuente con las debidas autorizaciones municipales y estatales.

Se colocarán depósitos temporales para residuos sólidos urbanos (cartón, papel, unícel, plásticos, aluminio, etc.), para evitar el esparcimiento de basura en el predio. Así como áreas de acopio para el almacenamiento temporal de residuos de manejo especial y peligrosos, con las debidas medidas de seguridad para prevenir escurrimientos y fugas.

Se evitará el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo, mediante la debida señalización, capacitación del personal que haga uso de sustancias potencialmente contaminantes y supervisión.

El proyecto incluye la dotación de una red sanitaria propia y la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales que operará durante toda la vida útil del proyecto, de tal suerte que no se verterán aguas negras o grises al suelo o a las áreas naturales.

De conformidad con la normatividad aplicable, se tiene previsto llevar a cabo los monitoreos de calidad del agua tratada antes de su uso como agua de riego o inyección al subsuelo, de tal manera que estas actividades no representen posibles agentes de contaminación.

Se ha previsto el uso de detergentes biodegradables, así como agroquímicos y pesticidas de media y baja toxicidad que estén permitidos por la CICOPLAFEST, de tal suerte que no se comprometerá la calidad del suelo y subsuelo.

#### **4.3.3. Protección y recuperación de suelos**

La vegetación es fundamental para controlar la erosión superficial. Se reconoce que los suelos de la Península de Yucatán presentan un nivel de degradación leve en comparación con el resto del territorio nacional. Particularmente, el área del proyecto presenta una vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, desarrollada sobre suelos Leptosoles, muy fértiles, con susceptibilidad baja a la erosión a pesar de ser poco profundos (Tello 2011).

Si bien, la eliminación de la vegetación forestal afectará a este servicio ambiental de forma puntual en la superficie de remoción proyectada (3.138 hectáreas), en términos de erosión, significa que la remoción de la vegetación podrá originar una pérdida de suelo forestal para convertirse en suelo útil con fines de urbanización.

Con la finalidad de demostrar que la remoción de la vegetación no provocara la erosión de los suelos de manera significativa en el predio del proyecto, se empleó el modelo de ecuación universal de pérdida de suelos con los resultados que se explican enseguida. Es importante aclarar que dicha ecuación fue diseñada a partir de datos empíricos en parcelas experimentales agrícolas que cumplían un “cierto tipo” de condiciones y no en función de lo que sería el cambio de uso del suelo forestal, sin embargo, se hace uso de esta fórmula para calcular la erosión potencial.

En el año 2005, se utilizó esta fórmula simplificada adecuada a nuestro país para estimar la erosión del suelo a partir de la ecuación universal de pérdida de suelos (E) (Martínez Méndez, 2005), expresada como sigue:

$$E = (R) (K) (LS) (C) (P)$$

donde: E= Erosión del suelo ton/ha/año  
R= Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm /hr  
K= Erosionabilidad del suelo  
LS= Longitud y grado de pendiente  
C= Factor de vegetación.  
P= Factor de prácticas mecánicas

La erosividad (R) se puede estimar a partir de la precipitación media anual que para la región donde se ubica el predio es de 1,331.2 mm (Estación Meteorológica de Playa del Carmen), que multiplicado por las ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en el estado de Quintana Roo de acuerdo con el mapa y tabla proporcionada por el autor previamente citado es

$$R = 3.7745 (1,331.2) + 0.004540 (1,331.2)^2$$
$$R = 13,069.92 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

La erosionabilidad del suelo (K) se estima a partir de la textura de los suelos presentes y la cantidad de materia orgánica que en el caso de la zona de estudio que soporta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia que corresponde a la vegetación a remover por el cambio de uso del suelo que se solicita, corresponde a Rendzina con Litosol de clase textural fina y fase física lítica correspondiendo un valor de K estimado de 0.025.

La longitud y grado de pendiente se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$LS: (\lambda)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (S) + 0.00138 (S)^2)$$

dónde:  $\lambda$  = Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno

M= Parámetro cuyo valor es 0.5

Considerando la pendiente media del terreno en la zona de cambio de uso del suelo de 5% y sustituyendo en la fórmula se tiene que

$$LS: (340)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (5) + 0.00138 (5)^2) = 1.75$$

Finalmente, considerando el factor de vegetación C de 0.001, es decir, equivalente a bosque con cobertura vegetal 75% y despreciando el factor de prácticas mecánicas, dado que no se trata de un terreno agrícola, se tiene que la erosión potencial es:

$$E= (13,069.92) (0.025) (1.75) (0.001) = 0.57 \text{ ton/ha/año}$$

Lo anterior indica que la remoción de la vegetación que se pretende no provocará la erosión de los suelos de manera significativa en el predio del proyecto pues la erosión estimada en el predio de 0.57 ton/ha/año sería muy inferior a la erosión máxima permisible México, la cual es de 10 ton/ha/año. Por lo que queda demostrado que la erosión estimada por el desarrollo del proyecto no es significativa y por lo tanto bajo este supuesto el proyecto se considera viable.

Amén de lo anterior, como medida para no minimizar la erosión de los suelos del sitio del proyecto, cabe señalar que las promoventes plantean medidas de prevención y mitigación para atenuar los posibles impactos sobre el suelo, como la remoción gradual de la vegetación conforme al calendario de obra, permitiendo reducir la exposición del suelo desnudo y por tanto vulnerable a la erosión; recuperación de tierra vegetal para su aprovechamiento en labores de jardinería y restauración de áreas degradadas; trituración del material vegetal resultante del desmonte para convertirlo en mulch que se empleará como sustrato en áreas de restauración y como mejorador de suelos en áreas verdes jardinadas. De manera complementaria, el rescate y reubicación de plantas que se proyecta, así como la conservación de árboles y palmas en pie, en las áreas que no interfieran con el desplante de las obras proyectadas, propiciará el afianzamiento del suelo y su conservación. Asimismo, la conservación en condiciones naturales del 76.30% de la superficie del terreno con cobertura vegetal permitirá que

los procesos de edafogénesis ocurran, lo que favorece su estructuración y mineralización de la materia orgánica.

#### **4.3.4. Captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales**

Este servicio ambiental se refiere a la extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera a través de la vegetación, por medio del proceso biológico de la fotosíntesis. Los árboles absorben el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico junto con elementos del suelo y aire; la cantidad de CO<sub>2</sub> que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

Aproximadamente del 42 al 50 % de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muere, emite la misma cantidad de carbono que capturó. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura.

Los índices de captura de carbono varían de acuerdo al tipo de árbol, suelos, topografía y prácticas de manejo. La acumulación de carbono, llega eventualmente a un punto de saturación, a partir del cual la captura de carbono resulta imposible. El punto de saturación se presenta cuando los árboles alcanzan su madurez y desarrollo completo.

Considerando que la superficie en la que se removerá completa o parcialmente la vegetación corresponde a la 3.138 hectáreas, afectando vegetación forestal correspondiente a un estado de sucesión secundaria, se asume que la afectación a este servicio ambiental será de baja magnitud al nivel del predio y de muy baja intensidad al nivel del área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental. En efecto, la superficie que será afectada con el cambio de uso de suelo propuesto es equivalente a 0.75% de la cobertura vegetal con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en el área del sistema ambiental, por lo que no le representa merma significativa.

Por otra parte, en México existen estimaciones sobre el potencial de captura de carbono empleando diferentes supuestos. Por ejemplo, se ha estimado que se pueden captar de 35 a 54 millones de toneladas de carbono por año si se mantuvieran las áreas naturales protegidas durante un período de 100 años (Bellón, et al., 1993). Otros han calculado la pérdida de carbono por cambio de uso del suelo en selvas bajas y

medianas en 91.25 toneladas de carbono por hectárea (T C/ha) al convertirlas para la agricultura (Adger, et al., 1995). Incluso se ha sugerido que 6.1 millones de hectáreas de bosques y selvas tienen un potencial de capturar entre 348.3 a 714.9 millones de toneladas de carbono (Trexler y Haugen, 1995). Para Quintana Roo, se ha estimado la captura de carbono para las selvas presentes en la entidad, en una magnitud de 1,858,724 toneladas de CO<sub>2</sub> por año (Torres y Guevara, 2002). Considerando que el Estado tiene una superficie de 50,843 Km<sup>2</sup> de los cuales 67.44% es ocupada por selvas –alta y mediana subperennifolia; mediana caducifolia y subcaducifolia; baja caducifolia y subcaducifolia y baja subperennifolia- (Thomassiny y Chan, 2011), es posible que se capture aproximadamente 54.20 toneladas de CO<sub>2</sub> por año/Km<sup>2</sup>.

Para la estimación de la masa vegetal que se acumula en bosques y selvas se han desarrollado diversas metodologías, las principales se basan en inventarios de árboles en pie, inventarios de la vegetación rastrera (mantillo), medición de biomasa muerta (necromasa) y medición de biomasa en raíces y suelo (Husch, 2001).

Las técnicas de estimación de la biomasa viva están basadas en estadísticas sobre la densidad de la vegetación y peso por especie. La estimación de biomasa en raíces es más compleja, ya que requiere del muestreo por especie y tipo de suelo además de no tener factores estadísticos aplicables. La estimación de carbono en suelos es la parte más difícil, ya que, dependiendo del tipo de suelo, se requiere de análisis químicos de mayor o menor sensibilidad. Las técnicas más reconocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch, 2001).

La precisión de las estimaciones de biomasa es de crítica importancia, porque los modelos determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera y son muy sensibles a estas estimaciones (Brown y Lugo, 1986). Derivado de esto, el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea (volumen del árbol en m<sup>3</sup>), se calculó por el método de IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) como se indica a continuación:

$$CCC = V_r \times F_d \times FCC$$

donde: CCC= Coeficiente de captura de carbono

V<sub>r</sub>= Volumen real en m<sup>3</sup>

F<sub>d</sub>= Factor densidad

FCC= Factor de captura de carbono

Para efectos de cálculo se consideró el Volumen total árbol por hectárea (55.59 m<sup>3</sup>/ha) obtenido en el inventario forestal del predio, el factor de densidad para latifoliadas de 0.60 calculado por Ordoñez (2001). El factor de contenido de carbono considerado fue de 0.45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) calculado por Ordoñez (2001). Por tanto, sustituyendo en la fórmula se tiene:

$$CCC = (55.59) (0.60) (0.45) = 15.009$$

Extrapolando el resultado a la superficie de cambio de uso del suelo con cobertura vegetal que se solicita (3.138 hectáreas) se obtiene 47.098 ton, que es la cantidad de carbono que se ha almacenado en la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo. Esta cifra no es significativa al nivel de la cuenca hidrológico forestal considerando la extensión de ésta, ni tampoco al nivel del área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental si se considera que en las 416.94 hectáreas con este tipo de vegetación pueden haber almacenadas 6,257.97 ton de carbono.

#### **4.3.5. Paisaje y recreación**

El concepto de paisaje –extensión de terreno que se ve desde un sitio<sup>5</sup>- se utiliza de manera diferente por varios campos de estudio, aunque todos los usos del término llevan implícita la existencia de un sujeto observador y de un objeto observado (el terreno), del que se destacan fundamentalmente sus cualidades visuales y espaciales. Así un mismo paisaje (agente estático del binomio) puede ser entendido y calificado de formas diferentes, en función del observador (agente dinámico del binomio) y se puede hablar del paisaje geográfico, artístico, cultural, natural, urbano, etc. Por tanto, el valor del paisaje depende del sujeto observador, es decir, de su percepción, la cual está matizada por factores sociales y personales.

Según ciertos autores (Bernáldez, 1985; Kaplan, 1987) el paisaje se aprecia por su potencial en recursos (agua, comida, etc.), pero otras características (belleza, valor simbólico, etc.), son valoradas de forma desigual según características propias de los sujetos, como son la edad, sexo, el nivel de estudios, lugar de residencia, el nivel socioeconómico e incluso aspectos relacionados con la personalidad. Así, el aprecio o preferencia por determinados paisajes frente a otros tiene como base reacciones de origen biológico, social y personal ante el carácter figurado o simbólico de determinados elementos de la escena (Bernáldez, op. cit.; Bourassa, 1990).

---

<sup>5</sup> Definición del Diccionario de la lengua española, RAE, 2001.

El paisaje, como componente del medio ambiente, es objeto de protección por parte de diversas leyes e instituciones nacionales e internacionales, porque los ecosistemas se integran en formas caprichosas generando espacios para la recreación y el disfrute y su belleza constituye uno de los servicios ambientales más evidentes para el ser humano.

De acuerdo con la SEMARNAT y Hombre Naturaleza, A.C. (2003), el servicio ambiental que aporta la belleza escénica es fundamental para el equilibrio del ser humano. Además, se vincula con la conservación de las áreas naturales –tanto las protegidas por la ley ambiental como aquellas que no lo están-, en la medida en que puede generar un encadenamiento de actividades productivas que fomenten el desarrollo comunitario sobre bases de sustentabilidad. Desde este punto de vista, el predio de interés no tiene valor escénico de importancia y por tanto no tiene valor paisajístico como componente del medio ambiente.

Desde otra perspectiva, para estimar la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento de un proyecto se puede considerar la fragilidad del paisaje evaluándola desde dos enfoques, uno estrictamente ecológico, contemplado en las metodologías de ordenamiento territorial y de gestión que consideran a la fragilidad del paisaje con los mismos criterios utilizados para la fragilidad ecológica, denominada fragilidad ecológica del paisaje (FEcP); y el otro, de tipo más arquitectónico, que considera la fragilidad del paisaje como la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él y se denomina como fragilidad estética del paisaje (FEsP).

La fragilidad ecológica del paisaje permite una evaluación del impacto visual y se emplea para establecer áreas donde es necesario mantener los más posible la estética paisajística de la zona, que desde los lugares transitados conserva un aspecto lo menos perturbado posible, y al mismo tiempo conservar las áreas de mayor interés ecológico, tanto las que se deben de mantener como tales para respetar las legislación vigente, como área de que complementen las áreas conservadas con efectos de amortiguamiento de las actividades antrópicas.

La fragilidad estética del paisaje se orienta a medir qué tanto se pueden absorber las obras o proyectos sin alterar la calidad paisajística. Sin embargo, este enfoque encierra la dificultad de encontrar una sistemática objetiva para medirlo, si bien casi todos los modelos coinciden en tres apartados, la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje. Así, los factores que integran la fragilidad estética en los ambientes naturales son biofísicos (suelo, vegetación, cromatismo, entre otros), morfológicos

(cuenca visual, altura relativa, entre otros) y la frecuentación humana. La fragilidad estética del paisaje puede entenderse como la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. En otras palabras, es el grado de deterioro de la calidad visual ante cambios en sus propiedades como forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual (Escribano, et al., 1991), entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad visual paisajística menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Dadas las características de ubicación del terreno que se desea desarrollar, se optó por el método de fragilidad estética del paisaje para valorar el posible efecto del desarrollo del proyecto sobre el paisaje.

La fragilidad estética del paisaje en un ambiente natural, como una selva o una laguna, pondera la altura de la vegetación y su continuidad, así como la orografía del terreno como los elementos visuales a considerar; en tanto que en un ambiente urbano, la altura de los edificios, sus formas arquitectónicas y diseños, así como su continuidad constituyen los elementos visuales de interés. En este tenor se considera que una selva o bosque bien conservado tienen una fragilidad estética baja mientras que los cultivos o áreas abiertas como las lagunas tienen fragilidad estética alta. Ello obedece a que una obra que no rebase el dosel arbóreo sería más visible en un área abierta que en una cerrada y por tanto las primeras son más vulnerables o frágiles que las segundas. En un área urbana una calle dominada por residencias de uno o dos niveles de altura no sería más frágil estéticamente que otra que presentara edificios de ocho o más niveles, ya que la fragilidad en este caso no descansa en la amplitud de la visual, sino en la homogeneidad arquitectónica y en la armonización de las obras entre sí y el diseño urbano.

El predio de interés en la actualidad presenta dos condiciones, en la zona costera hay áreas abiertas, sin cobertura vegetal, es decir, con fragilidad estética alta; mientras que la zona de selva se conserva la vegetación natural por lo que se tiene una fragilidad estética baja. La costa presenta alto interés paisajístico y de hecho constituye uno de los criterios de selección del predio para el desarrollo del proyecto, pues se pretende aprovechar la calidad del paisaje del mar Caribe y su litoral, con fines turísticos. La zona de selva, carece en sí misma de valor paisajístico, tanto por las afectaciones en la calidad de estructura y composición naturales, como por la ausencia de pendientes, escarpes o pináculos que ofrezcan puntos de observación del paisaje, así como de elementos biológicos, geográficos o antropogénicos que puedan considerarse de interés para su observación y disfrute.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Desde el punto de vista de la recreación, de nueva cuenta la zona costera del terreno aporta algún grado de interés por su colindancia con el mar, mientras que la zona de selva carece de importancia o valor, porque corresponde a vegetación secundaria.

Para estimar el papel “mimético” que puede tener el proyecto de interés en el paisaje de la zona se ponderó la capacidad de acogida o recepción de éste dentro del área de influencia del proyecto utilizando los factores altura de los edificios, diseño arquitectónico, contraste cromático y usos permanentes a los cuales se les asignó los valores de capacidad de acogida o recepción indicados en el siguiente cuadro. El método se inspiró en Escribano, op cit. y MOPT, 1993. El contraste o comparación se realizó considerando la totalidad del área de estudio definida para analizar el sistema ambiental.

Factores para evaluar la capacidad de acogida paisajística del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II y valoración de dicha capacidad con base en la imagen objetivo del proyecto.

Factor	Característica	Capacidad de acogida		Valor proyecto
		Nominal	Númérico	
Altura edificios	Similitud elevada, menos de 1 piso de diferencia o 4.0 m.	Alto	3	2
	Similitud media, hasta 2 niveles de diferencia o 8 m.	Medio	2	
	Similitud baja, tres o más niveles de diferencia o más de 8 m.	Bajo	1	
Diseño arquitectónico	Materiales, formas y volumen del edificio homogéneo a los existentes.	Alto	3	3
	Uso de los materiales o formas o volumen.	Medio	2	
	Materiales, formas y volumen del edificio completamente distintos al entorno.	Bajo	1	
Contraste cromático	Colores iguales a los existentes en los alrededores. El edificio propuesto no se distingue de los existentes.	Alto	3	2
	Colores semejantes a los existentes. Hay diferencias perceptibles, pero no disonantes.	Medio	2	
	Fuerte contraste en colores. El edificio propuesto se destaca notoriamente	Bajo	1	
Usos permanentes	Los usos previstos son iguales a los existentes	Alto	3	3
	Los usos previstos son semejantes a los existentes.	Medio	2	
	Los usos previstos son diferentes a los existentes.	Bajo	1	
sumatoria				10

Con base en los indicadores y valores asignados la capacidad de acogida del proyecto se estimó en 83% (10 de 12), de lo que se deduce que la fragilidad del paisaje es baja y que el proyecto no afectará la imagen urbana de la zona ni del área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental del proyecto.

#### **4.3.6. Mecanismos preventivos que favorecerán el mantenimiento de los servicios ambientales restantes**

En cuanto a los servicios ambientales relacionados con: la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; y la modulación o regulación climática; se considera que no se verán afectados porque como se ha mencionado, este proyecto contempla diferentes mecanismos preventivos que favorecerán el mantenimiento integral de los servicios ambientales, entre los que se encuentran:

Conservación de 65% de la cobertura vegetal del terreno, como áreas naturales, incluyendo los ecosistemas con mayor fragilidad como son el manglar, la duna costera y la selva baja perennifolia. Esta medida permite la conservación de corredores biológicos y sitios de anidación, percha, descanso, alimentación y refugio de la fauna silvestre; así como la conservación del germoplasma de la flora nativa.

Ejecución de un programa de rescate de especies de flora silvestre en las áreas de intervención y reubicación en las áreas verdes jardinadas, lo que favorece la disponibilidad de refugio y alimento para la vida silvestre, aún dentro de las áreas de aprovechamiento.

Desplante del proyecto detrás de la duna costera y conservación de la misma para favorecer la continuidad de los servicios ambientales que ocurren en esta sección del predio, así como para mantener esta barrera natural de protección frente a fenómenos naturales.

Ejecución de un plan de manejo de residuos sólidos para minimizar el posible impacto ambiental derivado de su generación y manejo.

Infraestructura para el manejo adecuado de los residuos líquidos, incluyendo su debido tratamiento.

#### **4.4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

El proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II pretende llevar a cabo el cambio de uso del suelo en 3.138 hectáreas de terreno con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, y el resto corresponde a terrenos forestales sin cobertura vegetal actualmente. La intención es el desarrollo de un proyecto turístico mixto, hotelero-habitacional, con un total de 150 departamentos de tres recámaras cada uno, con uso hotelero, un spa, dos restaurantes adicionales a los proyectados en

el condohotel de playa, así como la infraestructura de apoyo y obra complementaria necesarios para brindar un servicio turístico de primer nivel.

El área de influencia del proyecto, delimitada a partir de la unidad de gestión ambiental establecida por el Programa de ordenamiento ecológico local del municipio de Solidaridad, comprende una zona con desarrollos turísticos y comerciales semejantes al proyecto que se desea desarrollar, que forma parte del Destino turístico Riviera Maya.

Las características geológicas que prevalecen en este sistema ambiental lo definen como una estructura relativamente joven, de origen sedimentario con formaciones rocosas sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una losa caliza consolidada con fracciones en proceso de consolidación. Presenta un relieve de planicies ligeramente onduladas, con numerosas cavidades de disolución, lo que favorece el drenaje subterráneo; asimismo, presenta una cuenca endorreica en la que se desarrolla vegetación de manglar y selva baja perennifolia, aprovechando que el volumen de precipitación anual permite conservar áreas inundables todo el año, casi siempre.

En el sistema ambiental de este proyecto son evidentes los procesos de urbanización. Existen principalmente fraccionamientos turísticos y comerciales, así como vialidades en operación que atraviesan perpendicularmente el área para conectar los desarrollos establecidos preferentemente en la costa con la carretera federal 307. Sin embargo, es necesario reconocer que aún existen grandes extensiones con vegetación de selva y de dunas costeras en proceso de recuperación y manglares, que se conservan en parte por las medidas de control que emanan de la legislación ambiental y en parte por su resiliencia.

La vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia que se requiere remover para ejecutar el proyecto, está bien representada en el sistema ambiental, donde ocupa 14.26% de la superficie del territorio. Esta comunidad vegetal se desarrolla sobre suelos jóvenes ligeramente planos y con buen drenaje, presenta los individuos de mayor talla y la mayor riqueza de especies en comparación con los demás tipos de vegetación de este municipio. Además, la selva mediana subperennifolia, en sus diferentes estadios de conservación, es el tipo de vegetación más extenso en el municipio de Solidaridad. Por ello, es en este tipo de vegetación donde los instrumentos de planeación ambiental y urbano vigentes permiten el establecimiento de proyectos productivos. En el sistema ambiental de interés se permite el aprovechamiento de hasta 35% de los predios; parámetro con el cual es congruente el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II.

A pesar de la urbanización registrada en la zona, se carece de servicios de abasto y distribución de agua potable, así como de una red de drenaje para la captación y el tratamiento de aguas residuales, por lo que las promoventes han incluido en el diseño del proyecto la infraestructura necesaria para suplir estas carencias. La extracción de agua se hará del subsuelo aprovechando la disponibilidad del recurso en la cuenca hidrológica de la que se alimenta el sistema ambiental definido, sin comprometer la disponibilidad del recurso ya que los estudios específicos revelan que por debajo de este circula un volumen del orden de 20 lps o 1,728 m<sup>3</sup>/día, de calidad salobre entre 7,500 y 10,000 ppm de sólidos disueltos totales, mientras que el proyecto demandará la extracción de 1,200 m<sup>3</sup>/día. Esta extracción no compromete la vegetación en las áreas inundables dentro del predio, ya que estas se abastecen de agua pluvial, la cual conservan gracias a la impermeabilidad del sustrato donde se desarrollan. La inyección del agua tratada al subsuelo o por filtración desde las áreas verdes cuando se utilicen para riego, no comprometen la calidad del sistema ambiental porque la inyección se hará mediante pozos profundos que desfogarán a profundidades entre 75 y 100 m; mientras que las aguas tratadas que se utilicen para riego cumplirán con los parámetros de calidad que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996.

El proyecto que se pretende no compromete los servicios ambientales registrados al nivel del sistema ambiental ni al nivel del predio. Y toda vez que su diseño se ajusta a los límites de aprovechamiento establecidos para el territorio no incrementará la tensión que existe sobre los recursos naturales en la zona.

## **CAPÍTULO 5: IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

De acuerdo con Conesa Fernández-Vítora (1997) y Gómez Orea (1999), el proceso de evaluación del impacto ambiental inicia con la identificación de las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término se procede a valorar los impactos para determinar su grado de significancia y, por último, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

El propósito de la evaluación del impacto ambiental, según el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es establecer 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. Adicionalmente, en la valoración del impacto ambiental se debe considerar la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y la capacidad de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos.

Como lo indica el artículo 35 de la Ley, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

### **5.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTOS**

Enseguida se presenta un análisis de las acciones vinculadas a la ejecución del proyecto y que podrían tener efecto adverso sobre los ecosistemas y sus recursos naturales.

Acciones que modifican el uso del suelo

Se entiende por “usos” los fines particulares a que podrán dedicarse determinadas zonas, áreas o predios de una región dada; en tanto que los “destinos” son los fines públicos que a se prevea dedicar determinadas zonas, áreas o predios de una región dada. En conjunto ambos determinan la utilización del suelo y para que sean legalmente aplicables, deben estar plasmados en los instrumentos de planeación

ambiental y/o urbana que establecen las leyes mexicanas y haber sido publicados oficialmente.

Como se señaló en el Capítulo 3 de este documento el uso del suelo en el predio de interés está determinado en el Programa de ordenamiento ecológico local del municipio de Solidaridad (POEL-MS) que asigna a la Unidad de Gestión Ambiental 17, denominada Corredor turístico Punta Brava – Xcalacoco, una política ambiental de Conservación, vocación de uso del suelo Turística y los usos de suelo condicionados Turístico, Ecoturístico, Suburbano, UMA's, Deportivo, Parque Recreativo, Comercial, Equipamiento, Reserva Natural y Marina; asimismo, está determinado por el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (PDU-S) que ubica al predio de interés en la Zona Turística (ZT), donde el uso de suelo es Turístico.

En este contexto, el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II no modifica el uso de suelo establecido en los instrumentos de planeación aplicables, toda vez que el uso que se pretende dar al predio es para el desarrollo de un condohotel, el cual está considerado como turístico mixto, hotelero-habitacional, en la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo.

En otro contexto, el REIA de la LGEEPA define cambio de uso de suelo como la “modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.” (Artículo 3, fracción I); y en este sentido, el proyecto si causará la modificación de uso del suelo pues para su ejecución se removerán total o parcialmente 3.138 hectáreas de vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia –lo que representa 20.6% de la superficie del predio, con objeto de destinarlos a la construcción de un proyecto turístico mixto, hotelero-habitacional, con su respectivo equipamiento. Sin embargo, toda vez que el proyecto de desarrollo propuesto es congruente con los lineamientos de aprovechamiento del suelo establecidos en la unidad de gestión ambiental que es aplicable al predio y se satisfacen los procedimientos jurídicos que establece la propia LGEEPA para solicitar y obtener la autorización de cambio de uso del suelo, esta acción no causará impacto ambiental significativo o daño grave al ambiente.

A mayor abundancia, el criterio CE-27 del POEL-MS establece como umbral de aprovechamiento el 35% del territorio y el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II, pretende justamente aprovechar el 35% de la superficie total del predio, por lo que se cumple a cabalidad con el límite de cambio aceptable establecido en el instrumento de política ambiental vigente.

### Acciones que implican emisión de contaminantes

Las actividades de desmonte proyectadas implican el empleo de maquinaria y vehículos de combustión interna que durante su operación liberan al ambiente gases contaminantes. Sin embargo, la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006 exceptúa los vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera, por lo que este impacto potencial se excluye de la evaluación.

El empleo de maquinaria y equipo conlleva el riesgo de derrame de combustibles, lubricantes, grasas y aceites, todos los cuales son potencialmente contaminantes y aunque no se esperan volúmenes elevados que puedan representar un riesgo de impacto significativo, es necesaria la implementación de medidas de mitigación que prevengan esta situación, durante el almacenamiento y despacho de hidrocarburos, mismas que se han previsto, según se describió en el Capítulo 2 de este documento. En este mismo sentido, para el manejo de sustancias riesgosas durante las etapas de preparación del sitio y construcción, deberán aplicarse medidas de prevención de impactos al ser almacenadas y manipuladas, reduciendo al mínimo los posibles derrames al suelo, zonas inundables y áreas en las que se expondrá el acuífero.

Durante la construcción también existirá el riesgo potencial de contaminación del suelo y del agua por efecto de fecalismo al aire libre. Aunque la persistencia en el medio de este tipo de contaminación es relativamente baja, se asocia con afecciones a las vías respiratorias y enfermedades gastrointestinales y la proliferación de fauna nociva por lo que será necesario implementar acciones para captar y tratar adecuadamente estos desechos como está previsto en el plan de ejecución de obra descrito en el Capítulo II de este documento.

Durante la construcción de los pozos de extracción proyectados se deberán observar las especificaciones establecidas en el numeral 6.2 de la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Los pozos pluviales y los de inyección deberán serán construidos conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007 que es aplicable en todo el territorio nacional a las personas que ejecuten obras o actividades para la infiltración mediante disposición de aguas pluviales y escurrimientos superficiales al suelo y subsuelo en obras o conjunto de obras que tengan una capacidad mayor a 60 litros por segundo.

Durante la operación de los distintos componentes que incluye el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II –condohoteles, restaurantes, spa, obras de apoyo y complementarias-, se anticipa el manejo de sustancias riesgosas incluidas en el Listado de Actividades Riesgosas para el Estado de Quintana Roo -gas LP, diésel, gasolina, acetileno-, la operación de fuentes fijas –calentadores, generadores de vapor-, la operación de una planta de tratamiento de aguas residuales y de una planta desaladora, así como la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos; por lo que será necesaria la implementación de controles y procedimientos que aseguren que no se emitan contaminantes al ambiente por arriba de los límites máximos permitidos en la normatividad aplicable. No se anticipa en los procesos de operación el manejo de sustancias altamente riesgosas incluidas en el primer y segundo listados de actividades altamente riesgosas.

De igual manera, durante el control de fauna nociva y el manejo de las áreas verdes deberán emplearse únicamente sustancias que estén permitidas por la CICOPRAFEST, para minimizar el riesgo de contaminación del suelo, las áreas inundables y el acuífero.

#### Acciones derivadas del almacenamiento de residuos

Las actividades vinculadas a la remoción de la vegetación darán lugar a residuos vegetales y material de despalme, mismos que serán almacenados temporalmente en el predio ya que se ha previsto su aprovechamiento como abono para el enriquecimiento de áreas verdes dentro del predio. Para el almacenamiento de estos residuos se utilizarán áreas desprovistas de vegetación, autorizadas para su aprovechamiento por lo que no se anticipan impactos al ambiente derivados de la generación y almacenamiento temporal de estos residuos. De cualquier forma, deberá incorporarse al programa de vigilancia ambiental del proyecto un indicador que dé cuenta de la forma de almacenamiento de estos residuos, observando que no se haga sobre áreas con vegetación natural.

Durante la construcción el almacenamiento de los residuos deberá hacerse conforme al Plan de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial elaborado para el proyecto, en el que se prevé el uso de áreas desprovistas de vegetación, autorizadas para su aprovechamiento, para el acopio temporal de residuos y el uso de cercas o mallas para prevenir la dispersión. Como se indicó en el Capítulo II de este documento se ha previsto el uso de tapias perimetrales en las áreas de aprovechamiento para prevenir impactos a las áreas que conservarán su vegetación natural, así como la dotación de infraestructura y señalización para el acopio temporal de los residuos de

obra que se generen. También está prevista la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos.

El proyecto incluye en su diseño dotar al desarrollo de espacios adecuados para el almacenamiento de residuos durante toda la vida útil del proyecto. Incorpora una cámara fría para recibir residuos orgánicos y sanitarios, así como aceites comestibles usados y grasas; una cámara seca para recibir residuos inorgánicos mezclados; un área de acopio de subproductos reciclables –vidrio, aluminio, plástico, papel y cartón-; y un almacén temporal de residuos peligrosos. Todos estos espacios se habilitarán en el edificio de apoyo proyectado en el área de servicios del desarrollo. No obstante, una vez que tenga lugar el inicio de operaciones del proyecto propuesto, para asegurar el manejo integral de los residuos, deberá elaborarse y someterse al arbitraje de la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo un Plan de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial conforme a la legislación estatal aplicable.

Asimismo, las empresas promoventes deberán autodeterminarse como generadoras de residuos peligrosos y darse de alta ante la SEMARNAT, como lo establece la regulación aplicable. Se anticipa que el establecimiento será catalogado como pequeño generador, por lo que no se necesitará la elaboración de un plan de manejo de residuos peligrosos; sin embargo, deberá implementarse el uso de una bitácora de control de acceso y salida de residuos peligrosos del almacén temporal de residuos peligrosos proyectado, y deberá establecerse un convenio con un recolector autorizado de residuos peligrosos a fin de asegurar su correcta disposición.

En el programa anual de capacitación deberán incluirse cursos y talleres orientados al manejo integral de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos.

#### Acciones que implican sobreexplotación de recursos

Sobreexplotar un recurso significa aprovecharlo o utilizarlo más allá de su capacidad de recuperación o reversión natural. Y aunque el desarrollo de las obras proyectadas implica el aprovechamiento de 3.138 hectáreas de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, ello no puede considerarse como sobreexplotación del recurso, toda vez que esta extensión representa 43.42% de la cobertura vegetal de este tipo de vegetación dentro del predio y 0.75% de la existente en el área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental.

Asimismo, el aprovechamiento de 5.33 hectáreas de terreno necesarias para la ejecución del proyecto no puede considerarse como una sobreexplotación porque esta superficie está dentro del rango permisible de aprovechamiento del territorio que establece el Programa de ordenamiento ecológico local del Municipio de Solidaridad como límite de cambio aceptable, el cual es de 35% (criterio CE-27).

La operación del proyecto demandará agua, la cual será obtenida del subsuelo previa obtención de la autorización de la SEMARNAT y de la CONAGUA. Para el abasto de agua potable se proyecta la construcción de un sistema de desalación diseñado para producir hasta 1,499 m<sup>3</sup>/día de agua permeada con una calidad menor de 300 mg/l, mediante el proceso de osmosis inversa, aunque para la operación normal del proyecto se estima una demanda diaria del orden de 1,200 m<sup>3</sup>. La fuente de agua de alimentación se considera agua de pozo con una salinidad máxima de 36,000 mg/l de sólidos disueltos totales a una temperatura de 25° C que se obtendrá del subsuelo a 30 m de profundidad. La extracción del agua que se requiere es posible y no compromete la cantidad de agua disponible en la región de acuerdo con el estudio geohidrológico realizado, ya que se tiene una buena capacidad de aporte de agua subterránea en el predio, del orden de 20 lps o 1,728 m<sup>3</sup>/día, de calidad salobre entre 7,500 y 10,000 ppm de sólidos disueltos totales; ubicándose el área recomendable para la perforación de los dos pozos de aprovechamiento proyectados a una profundidad de 30 m en los primeros 20 m de la sección oeste del predio, en su colindancia con la carretera federal 307; mientras que los dos pozos de rechazo o descarga previstos deben contar con una profundidad de 100 m, siendo la mejor ubicación para su localización una franja de 50 m de ancho ubicada en la parte más baja del terreno libre de procesos de anegación, fuera de los límites de la vegetación de manglar y de selva baja perennifolia que se desarrollan sobre terrenos inundables.

A mayor abundamiento, en términos de disponibilidad de agua se revisó el Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos y se modifica para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009, encontrando que el área de interés forma parte del acuífero Península de Yucatán, el cual cuenta con una disponibilidad media anual de agua subterránea (DAS) de 5,005 millones de metros cúbicos, por lo que se asevera que con el aprovechamiento que se persigue no se causará la sobre explotación del acuífero.

Acciones que implican subexplotación de recursos

La subexplotación de un recurso ocurre cuando éste no se aprovecha o su aprovechamiento se hace por debajo de su umbral de capacidad de explotación. Para el proyecto que nos ocupa, el territorio es el recurso que se debe considerar y la capacidad de explotación es la que está determinada por el ordenamiento ecológico, ya que de acuerdo con la LGEEPA, artículo 3, fracción XXIV éste es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. En este contexto, el Programa de ordenamiento ecológico local del Municipio de Solidaridad, establece en su criterio de regulación general CG-25 que la superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes; y el criterio específico CE-27 aplicable al predio de interés señala que la superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35% del predio.

En este contexto, toda vez que el predio de interés se ubica en una unidad de gestión ambiental considerada apta para el desarrollo turístico –ya que su vocación de uso del suelo es Turística- y cuenta con una capacidad de explotación determinada –límite de cambio aceptable de 35%-, no aprovecharlo para el establecimiento de una actividad productiva debe ser considerado como subexplotación del recurso “territorio” y conlleva la pérdida de recursos económicos, sin justificar la inversión en costo ambiental, equipamiento e infraestructura, que han erogado el Gobierno del Estado de Quintana Roo y el Municipio de Solidaridad para propiciar el desarrollo de la región.

#### Acciones que actúan sobre el medio abiótico

Las obras proyectadas causarán el sellamiento total o parcial del suelo en 5.33 hectáreas del terreno, es decir, en 35% de su superficie, pero ello no tendrá efecto alguno en la disminución de la capacidad de infiltración de agua en el acuífero, pues se mantendrá permeable el 65% del predio, cuando la normatividad aplicable establece un mínimo de 40%. Además, de acuerdo con los resultados obtenidos en el cálculo del coeficiente de infiltración con y sin proyecto, se asevera que en caso de realizarse el cambio de uso de suelo solicitado para el proyecto la infiltración en el sitio disminuirá su

captación de agua en un volumen aproximado de 0.221 m<sup>3</sup> anuales, lo que no es significativo, ni siquiera al nivel del predio. Amén de lo anterior, se ha previsto dotar de pozos pluviales a la sección del predio que llevará relleno –condohotel playa- y favorecer el libre escurrimiento de las aguas al subsuelo a través de las áreas verdes proyectadas. Por lo tanto, se puede concluir que la ejecución del proyecto no comprometerá la cantidad del agua captada en la cuenca y que se infiltra al subsuelo.

Con base en los resultados del estudio geohidrológico realizado para el sitio del proyecto se puede aseverar que la extracción de agua del subsuelo no causará aumento en la intrusión de la cuña salina en el área del proyecto.

El efecto del proyecto sobre el suelo, en términos de erosión, no es significativo, ya que de acuerdo con los resultados obtenidos mediante la ecuación universal de pérdida de suelo, tras la remoción de la vegetación que se pretende, suponiendo que las áreas de aprovechamiento en el predio queden expuestas, se causará una erosión estimada en el predio de 0.57 ton/ha/año, que es muy inferior a la erosión máxima permisible México, la cual es de 10 ton/ha/año.

#### Acciones que actúan sobre el medio biótico

Con el desmonte y despalme de las áreas de aprovechamiento necesarias para el desarrollo del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II se anticipa la pérdida de cobertura vegetal en 3.138 hectáreas de terreno que corresponden a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Esta afectación, en relación con la extensión de la cobertura vegetal dentro del predio, para este tipo de vegetación, representa una merma de 43.42% y al nivel del sistema ambiental es de apenas 0.75% por lo que no implica la pérdida de poblaciones naturales, ni significa poner en riesgo las especies que resultarán afectadas, ni siquiera a aquellas que están incluidas en alguna categoría de riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, toda vez que se conservará 56.58% de este tipo de vegetación dentro del predio; sin embargo, debe reconocerse que habrá alguna afectación. Por ello, como se indicó en el Capítulo 2 de este documento, las promoventes han considerado como parte del plan de ejecución del proyecto, la aplicación de medidas preventivas orientadas a minimizar la afectación sobre las poblaciones de flora y fauna, consistentes en acciones de rescate de flora nativa, ahuyentamiento de la fauna silvestre, uso de barreras físicas para la protección de las áreas naturales no incluidas en las áreas de aprovechamiento, entre otras.

Por diseño, el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II aprovechará las áreas sin vegetación presentes en el predio favoreciendo la preservación de las áreas naturales dentro del mismo. La superficie del terreno que conservará su cobertura natural es de 9.9 hectáreas, cifra que representa 65.00% de la superficie del predio. La conservación de estos espacios naturales asegura la preservación de las poblaciones naturales de flora y fauna presentes en el predio, así como de los procesos ecológicos que soportan su existencia, lo que actuará favorablemente sobre el medio biótico de la región. Para dar cuenta de ello se propone la implementación de un Programa de monitoreo de fauna silvestre a lo largo de la vida útil del proyecto, a través del cual podrá obtenerse información valiosa sobre la conservación de la integridad funcional de los ecosistemas y, en su caso, detectar oportunamente situaciones que deban corregirse.

Es importante señalar que la ejecución del proyecto no causará la pérdida de biodiversidad en la cuenca hidrológico-forestal, porque tanto en el predio como en el ecosistema del área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental se presenta una composición florística similar. De hecho, utilizando con fines comparativos sólo los datos obtenidos del inventario forestal en el predio y en el sitio de referencia, se tiene que 15 de las 18 especies que se encuentran en el área en la que tendría lugar la remoción de la vegetación en el predio están presentes en la cuenca. Las especies *Bursera simaruba*, *Lysiloma latisiliquum*, *Amyris sylvatica*, *Metopium brownei*, *Caesalpinia gaumeri*, *Lonchocarpus xuul*, *Guettarda combsii* y *Tabebuia chrysantha* tienen menor valor de importancia en el predio que en la cuenca y, analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en el predio y en la cuenca y que poseen mayor representatividad en la cuenca. Las especies *Piscidia piscipula*, *Vitex gaumeri*, *Chloroleucon mangense*, *Mariosousa dolichostachya*, *Vachellia pennatula*, *Gliricidia sepium*, *Sabal yapa* y *Ficus cotinifolia* presentan un valor de importancia mayor en el predio que en la cuenca. Sin embargo, al analizar los componentes del valor de importancia para estas especies se obtiene que aunque en el predio hay mayor densidad, frecuencia y dominancia que en la cuenca, los valores son cercanos en casi todos los casos –varianza menor a 3%-; solo observando diferencias importantes para las especies *Chloroleucon mangense*, *Piscidia piscipula*, *Sabal yapa* y *Vitex gaumeri*, lo que puede explicarse en razón del tamaño de la muestra o el azar, pero no se interpreta como afectación a la biodiversidad porque se trata de especies relativamente comunes en las selvas del norte de Quintana Roo. Las especies *Sideroxylon salicifolium*, *Pouteria reticulata* y *Thrinax radiata* no se registraron en el inventario forestal en el sitio de referencia, pero sí están registradas en el inventario

general de especies presentes en la cuenca por lo que no existe razón para suponer que el cambio de uso del suelo que se proyecta implique su afectación.

En otro orden de ideas, también deberá vigilarse la legal procedencia de los residuos naturales y forestales que se ocupen en cualquiera de las etapas de desarrollo del proyecto, recomendándose que se incorpore al Programa de vigilancia ambiental.

La ejecución del proyecto implica el acceso a la playa de hasta 1,064 huéspedes de manera simultánea, lo que puede representar afectación del área potencial de anidación de tortugas marinas; sin embargo, existe evidencia contundente en el litoral quintanarroense que los desarrollos turísticos no han menguado significativamente las poblaciones de tortugas en el Caribe mexicano y que éstas continúan arribando a playas con desarrollos hoteleros adyacentes. No obstante, se requerirá tomar acciones preventivas para mitigar el posible efecto sobre estos quelonios, ya que se trata de especies protegidas en la normatividad ambiental mexicana y en tratados internacionales signados por México.

Asimismo, en la conformación y manejo de áreas verdes jardinadas deberá evitarse la introducción de flora exótica invasiva y malezas señaladas por la CONABIO, con objeto de no comprometer la estructura y composición de la flora local. Para asegurar que la conformación de jardines no altere el ecosistema natural se elaboró un Programa de reforestación y jardinería que privilegia el uso de flora nativa al interior de la propiedad. El origen de las plantas que se utilizarán será las propias áreas de aprovechamiento propuestas en las que se ha previsto la ejecución de un rescate selectivo de vegetación.

Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje

No se anticipa que el paisaje pueda verse afectado con el desarrollo del proyecto, pues como se evidenció en el Capítulo 4 de este documento la capacidad de acogida del proyecto en el sitio propuesto es de 83% (10 de 12 usando el método de Escribano, et al., 1991 y MOPT, 1993). Adicionalmente, se incorporará al desarrollo turístico una zona del predio que carece de cobertura vegetal, lo que mejorará la imagen actual del predio.

Acciones que repercuten sobre las infraestructuras

Las obras proyectadas –condohoteles, restaurantes y spa- operarán dentro de los estándares de capacidad de abasto en la región de energía eléctrica, gas, combustibles

y otros insumos –alimentos y bebidas-; así como dentro de la capacidad de recepción y disposición de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos, por lo que no representará una carga para la infraestructura pública. Su ejecución no implica la construcción de nuevas infraestructuras o la ampliación de las existentes, por lo que será una carga para el erario público.

Las empresas promoventes tendrán a su cargo y a su coste, el abasto y distribución interna de agua potable; la recolección y el tratamiento de las aguas residuales; y la recolección interna de los residuos sólidos dentro de las instalaciones.

Independientemente de lo anterior, y aunque el volumen de generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se espera pueda ser insignificante en comparación con el volumen total de residuos que recibe el Ayuntamiento para su disposición final, existe la posibilidad de contribuir a minimizar el problema de manejo de estos residuos en el municipio, mediante acciones que tiendan a reducir el volumen de residuos a generar, la segregación y recuperación de subproductos reciclables y su disposición a través de terceros autorizados, por ello en atención a la legislación local se deberá contar con un Plan de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial para cada etapa proyecto.

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

La inversión de 1,000 millones de pesos que las promoventes estiman necesaria para consolidar el proyecto tendrá un impacto favorable en la economía local y estatal, por su contribución en la creación de empleos temporales, fortalecimiento del comercio local y aporte en la consolidación del destino turístico. Además, se espera que una vez que entre en operación el proyecto se capten ingresos anuales del orden de 177.28 millones de pesos, de los cuales, al menos el 80% se emplearán para la compra de insumos y el pago de sueldos, salarios, servicios, derechos, aprovechamientos e impuestos.

Vistas de manera aislada, la aportación económica inicial y la permanente durante la operación del proyecto, pueden percibirse abundantes; sin embargo, en el contexto económico del Destino turístico Riviera Maya y aún de la ciudad de Playa del Carmen, son cantidades bajas, tanto que la captación anual de ingresos apenas representa 0.40% de la captación que por concepto de turismo se genera anualmente en el Destino. Por ello, se asevera que no es significativa y que las obras proyectadas no tendrán un impacto tal que modifique el entorno social, económico o cultural.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

No obstante, si bien el proyecto será poco significativo en términos de la derrama regional o estatal, será muy importante para las familias que dependerá de esta actividad, así como para los proveedores de bienes y servicios vinculados a la operación de los hoteles, restaurantes y centros de salud y belleza.

**Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente**

No se anticipa el incumplimiento voluntario de la normatividad ambiental vigente, sin embargo, será necesaria la vigilancia y supervisión ambiental de los procesos remoción de la vegetación, construcción y operación del inmueble para velar que las promoventes se apeguen a los términos y condicionantes que impongan las autoridades correspondientes, informándoles además de las contingencias que pudieran llegar a presentarse y de las medidas a ser aplicadas para prevenir, mitigar o corregir impactos al ambiente.

Identificación de las acciones susceptibles de causar impactos adversos al ambiente durante la etapa de construcción y su posible efecto sobre éste si no se desarrolla el proyecto en los términos planteados o no se aplican las medidas de prevención o mitigación proyectadas, así como su posibilidad de ocurrencia<sup>6</sup> y grado de significancia<sup>7</sup>.

Acciones concretas del proyecto	Posible efecto sobre el ambiente	Posibilidad de ocurrencia	Grado de significancia
Remoción de la vegetación en la superficie de aprovechamiento	Reducción de la cobertura vegetal en el predio	Alta	Bajo
	Pérdida de biodiversidad	Baja	Bajo
	Disminución del área de distribución de especies en categoría de protección	Alta	Bajo
	Erosión del suelo	Baja	Bajo
Despalme de la superficie de aprovechamiento	Pérdida de suelo	Alta	Bajo
Generación y manejo de residuos vegetales y de despalme	Daño a la flora y fauna en áreas de conservación	Baja	Bajo
Generación y manejo de aguas residuales durante la construcción	Contaminación del agua y del suelo	Baja	Bajo
	Proliferación de fauna nociva	Baja	Bajo
	Pérdida de calidad y valor	Baja	Bajo

<sup>6</sup> Posibilidad alta indica una posibilidad igual o mayor al 75 % de que ocurra y por tanto cierta. Posibilidad baja indica una posibilidad igual o menor a 25 % de que ocurra y por tanto incierta.

<sup>7</sup> Grado de significancia alto significa que causa daño grave al ecosistema o desequilibrio ecológico grave o impacto ambiental significativo o relevante. Grado de significancia bajo significa que aun causando daño ambiental, este no se puede considerar como daño grave al ecosistema, ni desequilibrio ecológico grave, ni impacto ambiental significativo o relevante. Definiciones con base en el REIA de la LGEEPA.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Acciones concretas del proyecto	Posible efecto sobre el ambiente	Posibilidad de ocurrencia	Grado de significancia
	escénico del paisaje		
Generación y manejo de residuos de obra	Pérdida de calidad y valor escénico del paisaje	Baja	Bajo
Manejo de sustancias riesgosas durante la construcción	Contaminación del agua y del suelo	Baja	Bajo
	Daño a la flora y fauna en áreas de conservación	Baja	Bajo
Empleo de maquinaria y vehículos	Contaminación de la atmósfera	Alta	Bajo

Identificación de las acciones susceptibles de causar impactos adversos al ambiente durante la etapa de operación y su posible efecto sobre éste si no se desarrolla el proyecto en los términos planteados o no se aplican las medidas de prevención o mitigación proyectadas, así como su posibilidad de ocurrencia y grado de significancia.

Acciones concretas del proyecto	Posible efecto sobre el ambiente	Posibilidad de ocurrencia	Grado de significancia
Generación y manejo de aguas residuales durante la operación	Contaminación del agua y del suelo	Baja	Bajo
	Proliferación de fauna nociva	Baja	Bajo
	Pérdida de calidad y valor escénico del paisaje	Baja	Bajo
Extracción de agua del subsuelo	Reducción en la disponibilidad del recurso hídrico	Baja	Bajo
	Intrusión de la cuña salina	Baja	Bajo
Generación y manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos	Contaminación del agua y del suelo	Baja	Bajo
	Pérdida de calidad y valor escénico del paisaje	Baja	Bajo
	Proliferación de fauna nociva	Baja	Bajo
	Daño a la vida silvestre	Baja	Bajo
	Afectación a la infraestructura pública	Baja	Bajo
Manejo de sustancias riesgosas durante la operación	Contaminación del agua y del suelo	Baja	Bajo
	Daño a la flora y fauna en áreas de conservación	Baja	Bajo
Uso de fuentes fijas	Contaminación de la atmósfera	Baja	Bajo
Control sanitario	Daño a la flora y fauna	Baja	Bajo
Conformación de áreas jardinadas	Alteración de la estructura y composición de la flora y fauna silvestre	Alta	Bajo
Uso de la playa	Alteración de sitios potenciales de anidación de tortugas marinas	Alta	Bajo
Ocupación del predio	Alteración de la estructura y composición de la flora y fauna silvestre	Alta	Bajo

## 5.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES DEL ENTORNO SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS

Considerando los componentes ambientales presentes en el predio y su área de influencia descritos en el Capítulo 4 de este documento, así como las características del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II descritas en el Capítulo 2, se establece que los componentes ambientales susceptibles de recibir impactos adversos son el acuífero, el suelo, las áreas inundables, la atmósfera, la flora nativa, la fauna silvestre, la playa y el paisaje; mientras que los impactos potenciales benéficos recaerían en la población local, el destino turístico, el comercio organizado local y regional y los prestadores de servicios turísticos en la región.

En el predio se desarrolla vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, vegetación de manglar y vegetación de duna costera; pero las obras y actividades que se proyectan únicamente afectarán parcialmente la superficie del predio con vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia pues el resto de los ecosistemas se incorpora al proyecto, por diseño, como áreas de conservación. No obstante, deberán establecerse los controles adecuados para delimitar las áreas de trabajo y salvaguardar la integridad de las áreas a conservar.

Para la vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia se identificaron 55 especies de flora y 40 especies de fauna silvestre que de manera temporal o permanente hacen uso de los recursos del predio. Salvo los anfibios que se localizaron al interior del cenote que se incorpora a las áreas de conservación, algunos ejemplares de todas estas especies serán afectados por la remoción de la vegetación, pero entre éstas, resultan más sensibles seis especies incluidas en la categoría Amenazada por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, a saber, las palmas chit (*Thrinax radiata*), *Pseudophoenix sargentii* (kuka) y nacax (*Coccothrinax readii*), el maculix (*Tabebuia chrysantha*), la *Beaucarnea pliabilis* (despeinada) y la iguana (*Ctenosaura similis*).

El suelo y el subsuelo, las áreas inundables y aún el acuífero, son también factores susceptibles de recibir impactos que podrían surgir de un manejo inadecuado de los combustibles y otros hidrocarburos que se requieren para la operación de la maquinaria que se empleará para el desmonte y despalme de las áreas de aprovechamiento en el predio. Asimismo, son vulnerables a las aguas residuales que podrían verterse sin un manejo adecuado de las mismas; al fecalismo al aire libre y la micción que puede presentarse si no se dota de la infraestructura adecuada y suficiente al personal y sin el

debido control del mismo; a los residuos sólidos que pueden acumularse o dispersarse si no se incorporan medidas adecuadas de prevención y mitigación.

En síntesis, los factores del medio susceptibles de recibir impactos derivados de las acciones del proyecto están representadas mediante un árbol de acciones o mapa conceptual como lo indica el cuadro siguiente. A la derecha de cada componente ambiental se ha asignado un valor de importancia estimado a partir de su relevancia en el sistema ambiental, determinado con base en la experiencia del equipo técnico responsable de este manifiesto, siguiendo los criterios de Conesa Fernández-Vítora-Vítora (1997) y soportado en la caracterización ambiental del sistema ambiental descrito en este documento.

Elementos del ambiente susceptibles de recibir impactos ambientales. Se indican los elementos del ambiente susceptibles de recibir impactos, agrupados en dos sistemas: físico y socioeconómico.

Entorno	Sistema	Subsistema	Componente Ambiental	Factor ambiental que puede afectarse	UIP
Entorno	Medio físico	Medio abiótico	Agua	Calidad	100
			Suelo	Calidad	100
			Atmósfera	Calidad	50
		Medio biótico	Flora	Cobertura	100
				Importancia	200
			Fauna	Importancia	200
	Medio perceptual	Paisaje	Calidad y valor escénico	50	
	Medio socioeconómico	Medio sociocultural	Población	Dinámica poblacional	50
		Medio económico	Economía	Sector construcción	50
				Destino turístico	50
		Sector público	50		
SUMA UIP					1,000

### **5.3. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES**

Siguiendo la metodología propuesta por Conesa Fernández-Vítora-Vítora (1997), se enlistan, describen y valoran los impactos ambientales potenciales identificados para las actividades vinculadas a la remoción de la vegetación, construcción de las obras proyectadas y la operación del inmueble, considerando el conjunto de las obras proyectadas para el desarrollo del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II.

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

### Remoción total o parcial de la vegetación

Aunque para la ejecución del proyecto se prevé ocupar una superficie de aprovechamiento de 5.33 hectáreas, para el desarrollo de las obras y actividades proyectadas sólo se requieren remover total o parcialmente hasta 3.138 hectáreas de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, lo que implica una afectación de 43.42% de la superficie de este tipo de vegetación en el predio por lo que la intensidad del impacto sería medio ( $IN = 2$ ) al nivel del predio, pero de extensión puntual ( $EX = 1$ ), considerando que esta superficie representa 0.75 % de la cobertura de este ecosistema en el área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental.

Este impacto ocurrirá de manera inmediata en el área de desmonte que se intervenga, sin embargo, como el desmonte será gradual de acuerdo con las etapas de desarrollo proyectadas y señaladas en el cronograma de obra, el momento de manifestación del impacto ocurrirá en un período de tiempo entre 1 y 5 años, por lo que se considera de medio plazo ( $MO = 2$ ).

Por otra parte la persistencia de este impacto será permanente ( $PE = 4$ ), ya que una vez que se ejecute el desmonte se pretende continuar con el desarrollo de las obras autorizadas, por tanto, se trata también de un impacto irreversible por medios naturales ( $RV = 4$ ), aunque mitigable en algún grado mediante la ejecución del rescate selectivo de vegetación previsto; la conservación de 56.58% de este tipo de vegetación en el predio y un total de 65.0% de la superficie del predio en áreas de conservación en condiciones naturales, la conservación de árboles y palmas adultos que no interfieran directamente con el desplante de las obras, la trituración del material resultante del desmonte para su empleo como enriquecedor de suelo en áreas verdes públicas, y la gradualidad de la intervención, con lo que se permitirá que la fauna se desplace fuera de las áreas de aprovechamiento.

A este impacto se le asigna un valor de recuperabilidad ( $MC$ ) de 4, ya que sería posible hacer retornar el predio a su condición actual mediante la aplicación de un programa de restauración ambiental, aunque sólo se lograría en el largo plazo. Se trata de un impacto sin sinergismo o con sinergismo simple ( $SI = 1$ ), relacionado con la exposición temporal del suelo, pero cuyo efecto sobre el ambiente no se incrementa por otras acciones. También es un impacto sin efectos acumulativos al nivel del predio ( $AC = 1$ ) ya que una vez que ocurre la reducción de la cobertura vegetal ya no se incrementa el efecto sobre el ecosistema.

Este impacto se presentará de manera irregular o discontinua (PR = 1) durante el proceso de desarrollo de las obras proyectadas, ya que como se ha indicado la remoción de la vegetación será gradual, según necesidad de avance de obra. Se trata de un impacto directo ya que su efecto –la reducción de la cubierta vegetal- es consecuencia de la actividad proyectada –la remoción de la vegetación-, por lo que se le asigna un valor de 4 a este parámetro (EF).

Con base en lo anterior, se concluye que el valor de importancia del impacto se estima en -29 (impacto potencial adverso moderado), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (2) + 2 (1) + 2 + 4 + 4 + 1 + 1 + 4 + 1 + 4) = - 29.$$

#### Afectación a especies en alguna categoría de riesgo

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 incluye en su listado de especies con alguna categoría de riesgo a cinco especies de flora nativa y una de fauna silvestre, presentes en el predio, que podrían resultar afectadas con el desarrollo del proyecto. Se trata de las palmas chit (*Thrinax radiata*), kuka (*Pseudophoenix sargentii*) y nacax (*Coccothrinax readii*), el maculix (*Tabebuia chrysantha*), la despeinada (*Beaucarnea pliabilis*) y la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), todas ellas en la categoría de Amenazada.

Como parte del proyecto los promoventes incluyen la aplicación de medidas de mitigación orientadas en particular a minimizar el impacto sobre estas especies, por lo que aunque sólo se removerá el 3.138 hectáreas de la cobertura vegetal del predio y un alto porcentaje de los ejemplares de estas especies serán rescatados de manera previa y serán reintroducidos en las propias áreas verdes del desarrollo, salvaguardado al menos su germoplasma; por ello al nivel del predio se considera que la afectación tendrá una intensidad baja (IN = 1) y por su área de influencia será puntual (EX = 1).

La afectación a estas especies será a lo largo del proceso de desmonte, que podría durar hasta nueve años (MO = 2), pero una vez que ocurra será permanente en el sitio de aprovechamiento (PE = 4), aunque podría ser reversible en el mediano plazo (RV = 2) y con la posibilidad de mitigación con la aplicación de los programas de rescate de flora y fauna, de reforestación y jardinería y de supervisión ambiental (MC = 4). Sin embargo, se reconoce que es poco probable que ocurra el retorno a las condiciones naturales, toda vez que la vida útil del proyecto es de 75 años.

Este impacto no es acumulativo al nivel del predio puesto que la afectación sólo podría tener lugar una vez (AC = 1). Tampoco se considera con sinergia (SI = 1). La regularidad de su manifestación será irregular o discontinua (PR = 1) porque el desmonte de las áreas autorizadas será gradual, conforme al avance de las etapas proyectadas. Respecto a la relación causa-efecto, se califica este impacto como indirecto (EF = 1), ya que no es la intensión de los promoventes afectar a estas especies en particular, pues su presencia en el área de aprovechamiento es incidental.

Con base en lo anterior, se concluye que el valor de importancia del impacto, tanto para las especies de flora como para la de fauna, se estima en -21 (impacto potencial adverso moderado), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + 2 + 4 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4) = - 21.$$

#### Pérdida de suelo en las áreas de aprovechamiento

El suelo es hábitat de gran número de organismos y soporta el desarrollo de la vegetación, por lo que su pérdida es un impacto que requiere valoración. Para el desarrollo del proyecto, despreciando que dentro de las áreas de aprovechamiento se conservarán zonas sin desmontar y despaltar, podría tener lugar el despalme de hasta 3.138 hectáreas del predio, luego su relleno y por último la nivelación y compactación, por lo que en esta superficie se perderá la capa de suelo presente.

Al nivel del predio la intensidad del impacto es medio (IN = 2), pero al nivel del área de influencia se trata de un impacto puntual (EX = 1) en su magnitud. Su manifestación será en el medio plazo (MO = 2), por que las actividades de despalme serán graduales a lo largo de un período estimado en hasta nueve años, de acuerdo con el cronograma de obra señalado por las promoventes. El efecto será permanente (PE = 4) y es irreversible (RV = 4) considerando el tiempo que toma la formación de suelo de manera natural. Se trata también de un impacto sinérgico (SI = 2) pues al retirar el suelo se perderá también la flora y fauna epigea asociada, así como microorganismos que se desarrollan en su interior.

Se han previsto acciones para recuperar parte de la tierra vegetal en las áreas a aprovechar, pero la mayor parte terminará en un sitio de tiro y servirá como relleno de bancos abandonados, donde eventualmente se volverá a consolidar (MC = 4). Respecto de la relación causa-efecto, se considera un impacto directo (EF = 4), ya que las obras proyectadas requieren necesariamente el despalme del área de

aprovechamiento para poder ejecutarse. Este impacto no tendrá un incremento progresivo y por tanto no será acumulable ( $AC = 1$ ). Su manifestación será discontinua, conforme a las necesidades de avance de las obras proyectadas, ya que al igual que el desmonte, el despalme será gradual ( $PR = 1$ ).

Con base en lo anterior, se concluye que el valor de importancia del impacto se estima en -30 (impacto potencial adverso moderado), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3(2) + 2(1) + 2 + 4 + 4 + 2 + 1 + 4 + 1 + 4) = -30.$$

Riesgo de contaminación por fecalismo al aire libre

Se estima que los trabajadores que se emplearán durante la construcción de las obras generarán unos 10,000 Kg de heces fecales y excrementos por mes, que representan un riesgo potencial de contaminación por fecalismo al aire libre o por vertimiento sobre el terreno natural, con repercusiones sobre la salud humana, el suelo, áreas inundables y el acuífero. Sin embargo, se ha previsto la instalación de baños provisionales a razón de uno por cada 20 trabajadores, así como instalaciones conectadas a fosa séptica, por lo que no se anticipa un riesgo real, ni significativo.

Considerando la baja permanencia en el medio de las heces fecales, su baja penetración y por ende escasa posibilidad de alcanzar el acuífero, las áreas inundables o el mar, así como su restricción al interior de las áreas de aprovechamiento en el predio –dado que éstas estarán delimitadas con malla ciclónica limitando el desplazamiento de los trabajadores hacia áreas no autorizadas para su aprovechamiento o fuera del predio- se califica este impacto como de baja intensidad ( $IN = 1$ ) y extensión puntual ( $EX = 1$ ).

Este impacto sólo puede presentarse durante el proceso constructivo de las obras, por lo que su efecto podría manifestarse desde el inicio de la obra y durante los diez años que durará esta etapa ( $MO = 4$ ). Por otra parte, la persistencia de este impacto será temporal ( $PE = 1$ ), pues aunque se podría presentar durante todo el proceso constructivo, la permanencia del efecto es menor a un año o fugaz. Se trata de un impacto reversible en un corto plazo ( $RV = 1$ ), dado que las heces fecales y excrementos son biodegradables y se considera que se degraden en el tiempo que duren las obras. Dado que se prevé la instalación de letrinas portátiles que serán utilizadas por los trabajadores, el impacto es totalmente recuperable, pero ante la

imposibilidad de asegurar que todos ellos harán uso de las letrinas se le asigna un valor de recuperabilidad en el corto plazo (MC = 2).

Se trata de un impacto con sinergismo simple (SI = 1), relacionado con afectaciones a la salud, pero cuyo efecto no se incrementa por otras acciones. También es un impacto indirecto (EF = 1) porque sólo ocurrirá si no se utilizan los baños provisionales. Su efecto puede ser acumulativo (AC = 4) pudiendo tener un incremento progresivo, pero que será controlado mediante una supervisión ambiental adecuada. Este impacto se presentará de manera irregular o discontinua (PR = 1) durante el proceso constructivo. Sin embargo, este impacto no afectará el ambiente porque es mitigable y se han previsto acciones para ello.

Con base en lo anterior, se concluye que el valor de importancia del impacto se estima en -20 (impacto adverso irrelevante), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1 + 2) = -20.$$

#### Afectación del terreno por manejo inadecuado de residuos sólidos

Durante la construcción del proyecto se generarán residuos propios de la construcción, en un volumen no determinado a priori pero que normalmente es abundante en obras de las dimensiones que se proyectan. Estos escombros son normalmente inocuos para el ambiente en el sentido que no son contaminantes, sin embargo, pueden representar afectaciones a la flora y paisaje natural por disposición inadecuada y dispersión. También pueden representar riesgo de daño para la fauna ya que la composición de estos residuos incluye elementos punzocortantes.

Debido al volumen de residuos esperado se asigna una intensidad baja a esta acción (IN = 1). Por otra parte, estos residuos serán dispuestos en un área del proyecto dentro del área de aprovechamiento que se autorice y designada para tal fin, para luego ser trasladados al relleno sanitario de Playa del Carmen, por lo que el área de influencia de este impacto será puntual (EX = 1). El impacto se manifestará en corto plazo (MO = 4), es decir, una vez que inicien las obras y sólo durante el proceso de construcción del proyecto, es decir, de manera temporal (PE = 2). Se considera como un impacto reversible (RV = 1) y recuperable (MC = 1), ya que las posibles afectaciones al medio son nulas en el momento en que se impide su dispersión y se hace un buen manejo de los residuos al interior de la obra. Sin embargo, se trata de una situación que requiere supervisión para evitar que se presente o se minimicen sus efectos, y que debe

supeditarse a lo indicado en el plan de manejo de residuos del proyecto que se ha elaborado.

El efecto que tiene este impacto sobre el ambiente se considera indirecto (EF = 1), puesto que no depende de la ejecución de las obras proyectadas sino de un inadecuado manejo al interior de la obra. Es un impacto sinérgico (SI = 2) y acumulativo (AC = 4) que puede desencadenar en afectaciones mayores al ambiente sin un adecuado manejo, dado que está con la degradación del paisaje, pero al estar destinados a un confinamiento controlado su efecto no se magnifica. La frecuencia de este impacto será continua (PR = 4) durante toda la etapa constructiva.

El valor de importancia de este impacto es -24, por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante, que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + 4 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2 + 4 + 4) = -24.$$

Riesgo de contaminación al ambiente por manejo inadecuado de sustancias peligrosas y sus residuos

Durante el proceso constructivo se almacenarán en el predio diversas sustancias potencialmente peligrosas como combustibles (diésel, gasolina), aceites, hidrocarburos y otras sustancias, que pueden, en caso de derrame accidental, contaminar el ambiente y representan un riesgo de incendio debido a su inflamabilidad y explosividad. Por ello, se requiere almacenar estas sustancias de acuerdo con la normatividad aplicable y tomar en cuenta las medidas de prevención que establece protección civil. También se espera la generación de residuos como estopas, trapos, envases, brochas, etc., mismos que deberán ser tratados como residuos peligrosos para evitar que se dispongan en el relleno sanitario en donde pueden dar lugar a contaminación.

En caso de un derrame accidental o imprudencial el impacto será de baja intensidad (IN = 1) y su área de influencia será parcial (EX = 2), puesto que en ningún momento se almacenarán grandes volúmenes de estas sustancias. No obstante, se considera un impacto potencial crítico (+4) debido a la naturaleza de estas sustancias y la vecindad de las obras con áreas sensibles como humedales y la playa. En caso de ocurrencia, el momento de manifestación del efecto sería inmediato o en el corto plazo (MO = 4), aunque su persistencia sería temporal (PE = 2). El efecto ambiental sería reversible por medios naturales pero ocurriría en el mediano plazo (RV = 2), ya que la naturaleza de

los materiales permitiría, con el tiempo, su reintegración al ciclo de la materia. El efecto puede ser minimizado con la adecuada aplicación de tecnologías y es posible lograr un saneamiento en el medio plazo (MC = 2).

La relación causa-efecto es indirecta (EF = 1) por que el riesgo de afectación al ambiente no está relacionado con el desarrollo del proyecto, sino con un factor de riesgo propio del proceso de construcción de un proyecto de esta envergadura. Se trata de un impacto simple en su efecto acumulativo (AC = 1), pero se considera con sinergia media (SI = 2) ya que puede desencadenar en otros efectos adversos sobre el ambiente; además se presentará de manera impredecible en el tiempo, estando latente durante todo el tiempo que dure la construcción (PR = 1).

Considerando lo anterior, el valor de importancia de este impacto potencial es de -24 por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante, que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (1) + 2 (2) + 4 + 4 + 2 + 2 + 2 + 1 + 2 + 1 + 1) = -24.$$

#### Derrama económica en la región

El proyecto dará lugar a empleos temporales durante el proceso constructivo de la obra, que beneficiará a la población local y regional, durante el tiempo que dure la obra; asimismo, demandará la prestación de servicios y hará compras que beneficiarán a algunas empresas locales y regionales así como a otras nacionales. La ejecución del proyecto también implica el pago de derechos, aprovechamientos e impuestos, con beneficios al sector público. Considerado la generación de empleos temporales en función de la PEA del municipio Solidaridad o la inversión proyectada respecto de la que se genera cada año en el Destino turístico, es un impacto de intensidad baja (IN = 1), pero su extensión se considera parcial (EX = 2) porque se considera que su ámbito de influencia será, por lo menos, regional.

Este impacto tendrá un efecto positivo sobre los trabajadores que se contraten o sobre las empresas a las que se les compre sus productos y servicios, y el efecto se presentará durante el proceso constructivo de las obras o en ciertas etapas de ésta, por lo que se manifestará en un corto plazo (MO = 4) y será temporal (PE = 2), dado que su efecto sólo permanecerá durante el proceso constructivo de las obras. La creación de empleos temporales, renta de maquinaria o adquisición de materiales de obra 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 (SI = 2). La relación causa efecto es directa (EF = 4) puesto que los beneficios se generan a partir de la inversión prevista para el desarrollo del proyecto. Sin embargo, se considera como un impacto simple (AC = 1), dado que las contrataciones se realizarán previas al inicio de obras y sólo durante la duración de estas, presentándose una fluctuación en el número de trabajadores que dependerá del avance de obra y de sus necesidades, por lo tanto esta acción no realizará de manera continua o reiterada. La creación de empleos temporales repercutirá de manera directa sobre los trabajadores favoreciendo su nivel de vida, pero ha de considerarse primero la contratación de personas y empresas con residencia en el municipio o al menos la región norte de Quintana Roo, para que haya un beneficio tangible en el ámbito regional.

El valor de importancia de este impacto es +20, por lo que se trata de un impacto positivo irrelevante, que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + SI + AC + EF)$$

$$I = \pm (3 (1) + 2 (2) + 4 + 2 + 2 + 1 + 4) = +20.$$

Por ser este un impacto de naturaleza positiva no se consideraron las características reversibilidad y recuperabilidad.

### **5.3.2. Etapa de operación**

Contaminación atmosférica por emisión de contaminantes de las fuentes fijas

La emisión de contaminantes a la atmósfera es un impacto ambiental potencial, de naturaleza negativa, derivado del uso de las calderas y generadores de vapor que son fuentes fijas de competencia estatal que emplean diésel como combustible y emiten residuos contaminantes como resultado de su proceso de combustión interna.

Se trata de un impacto potencial cuyo grado de destrucción se califica como bajo (IN = 1) puesto que se anticipa que el equipo cumplirá con las normas técnicas de calidad operará dentro de los estándares de generación de emisiones permitidas a la atmósfera. Además, el tipo de emisiones generadas, dióxido y monóxido de carbono, son de relativamente baja toxicidad, se liberarán en cantidades por debajo del umbral permitido por la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011 y lo harán en espacios abiertos no clasificados como críticos.

El área de influencia de las emisiones se restringe a unos pocos metros desde su origen por lo que debe calificarse como de efecto puntual ( $EX = 1$ ), sin embargo, el momento en que se manifiesta es inmediato ( $MO = 4$ ), toda vez que las emisiones tienen lugar en el momento mismo que se enciende el equipo y cesan hasta que se apaga, con una persistencia del efecto fugaz ( $PE = 1$ ), ya que las emisiones se diluyen inmediatamente en el ambiente.

El efecto causado por las emisiones, dado su volumen, es susceptible de revertirse de manera natural en el corto plazo mediante el proceso de fotosíntesis gracias a la gran masa vegetal presente en el sistema ambiental y a la que se conservará al interior de la propiedad después de desarrollado el proyecto ( $RV = 1$ ) y las únicas acciones que se requieren para no alterar la condición natural de la atmósfera es mantener el equipo funcionando dentro de los parámetros establecidos en la Norma, para lo que las empresas implementarán un Programa de mantenimiento preventivo, el uso de una bitácora de control y el monitoreo regular del equipo como parte del proceso operativo del inmueble ( $MC = 1$ ).

El efecto esperado es simple en cuanto a su sinergia ( $SI = 1$ ) y aunque la acción que lo generará se producirá de manera reiterada y constante ( $PR = 4$ ), no tiene efectos acumulativos a escala local ( $AC = 1$ ). La relación causa-efecto es directa ( $EF = 4$ ), ya que el impacto potencial puede presentarse sí y sólo sí se hace uso del equipo y sólo durante el período de tiempo que está encendido.

Con base en lo anterior, se estima que el valor de importancia de este impacto de naturaleza negativa es de - 22 como se muestra en la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = - (3 (1) + 2 (1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 4 + 1) = - 22.$$

Contaminación del suelo, subsuelo o acuífero por efecto de derrames de aguas residuales

Aunque el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II contará con infraestructura para la contención y conducción de aguas residuales no está exento de que llegue a ocurrir una fuga la cual podría alcanzar el acuífero localizado a pocos metros en el subsuelo contaminándolo. En caso de ocurrir causaría un impacto negativo cuyo grado de destrucción sería de intensidad baja ( $IN = 1$ ) considerando de manera comparativa los volúmenes de aguas residuales generados respecto de los del acuífero.

El área de influencia dependerá de cuánto tiempo tarde en detectarse la fuga y de la magnitud de la misma, es decir, del volumen de aguas residuales que llegaran a derramarse. Dado que se cuentan con estrategias para detectar fugas y personal de mantenimiento laborando las 24 horas es poco probable que una fuga accidental de agua residual no sea detectada a las pocas horas de ocurrencia y que su reparación sea inmediata, por lo que se estima que el área de influencia será puntual (EX = 1).

En caso de contacto entre al agua residual y el acuífero la contaminación sería inmediata (MO = 4), sin embargo, la persistencia durará menos de un año por lo que se califica como fugaz (PE = 1). El efecto será reversible y recuperable de manera natural en el corto plazo ya que el volumen de aguas residuales se diluirá en el volumen del acuífero (RV = 1), sin necesidad de aplicar medidas de saneamiento ambiental (MC = 1).

No se considera un impacto sinérgico (SI = 1), ni acumulable (AC = 1) pues no se anticipa el incremento progresivo de la manifestación del efecto toda vez que no persistirá de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Tampoco hay una relación de causa-efecto directa de este impacto potencial con la operación del hotel (EF = 1), ya que su ocurrencia sería accidental o fortuita (PR = 1).

Con base en lo anterior, se estima que el valor de importancia de este impacto de naturaleza negativa irrelevante es de -16 como se muestra en la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = - (3 (1) + 2 (1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) = -16.$$

Contaminación del suelo, subsuelo o acuífero por efecto de derrames de sustancias contaminantes

Como parte de los procesos de aseo y limpieza y de mantenimiento que demandará el inmueble en su conjunto, se almacenarán y utilizarán sustancias potencialmente peligrosas como son lubricantes, desinfectantes, pinturas, solventes, entre otros. Si bien se contará con la infraestructura correcta para el almacenamiento de estas sustancias y el personal estará capacitado para su empleo correcto, eventualmente podrían presentarse condiciones que dieran lugar al derrame accidental de alguna de estas sustancias alcanzando el suelo y subsuelo al interior del predio y contaminándolo.

En caso de ocurrir esta situación causaría un impacto negativo cuyo grado de destrucción sería de intensidad baja (IN = 1) considerando los volúmenes de sustancias químicas que se utilizan dentro del hotel y el área dispersión no pasaría de unos pocos metros cuadrados, tomando en cuenta la capacidad de infiltración del suelo (EX = 1). La contaminación sería inmediata (MO = 4), la persistencia permanente (PE = 4) y el efecto irreversible (RV = 4), por lo que se requerirían aplicar medidas de saneamiento ambiental (MC = 4), tales como la recuperación del suelo contaminado y su manejo como residuo peligroso.

No se considera un impacto sinérgico (SI = 1), ni acumulable (AC = 1) pues no se anticipa el incremento progresivo de la manifestación del efecto toda vez que no persistirá de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Tampoco hay una relación de causa-efecto directa de este impacto potencial con la operación del hotel (EF = 1), ya que su ocurrencia sería accidental o fortuita (PR = 1).

Con base en lo anterior, se estima que el valor de importancia de este impacto de naturaleza negativa moderado es de -25 como se muestra en la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = - (3 (1) + 2 (1) + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4) = - 25.$$

#### Afectación a la calidad del paisaje por manejo inadecuado de residuos

La contaminación visual dentro del predio y sus inmediaciones por efecto de la acumulación de residuos sólidos es un impacto potencial. Sin embargo, para que este impacto se presente la empresa operadora tendría que dejar de aplicar las buenas prácticas ambientales que deberá incluir como parte de su operación habitual para garantizar la calidad del servicio que ofrecerá a sus huéspedes, por ello se califica de intensidad baja (IN = 1), aunque al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto se estima de medio alcance (EX = 2).

La acumulación de residuos no es una situación que deteriore el paisaje de manera inmediata, aunque el corto plazo es suficiente para que dé lugar a un problema ambiental (MO = 4). Considerando la persistencia de los residuos que se generan en el hotel el efecto podría considerarse permanente (PE = 4), suponiendo que no se lleven a cabo las acciones de aseo y limpieza pertinentes. La reversibilidad del impacto es nula (RV = 4) y deberán hacerse esfuerzos para remediar la situación, pero la capacidad de reversión del impacto por medio de la intervención humana es total, por lo que se asigna un valor de 1 a la recuperabilidad (MC = 1). Se considera un impacto

con sinergismo moderado (SI = 2), pues la acumulación de residuos normalmente da lugar a lixiviados, proliferación de fauna nociva, mal olor y otros efectos que contribuyen a incrementar la percepción de falta de calidad ambiental. En caso de no tener un buen manejo de residuos se anticipa un efecto acumulable (AC = 4). También se considera que no hay una relación de causa-efecto directa de este impacto potencial con la operación del hotel (EF = 1), y que en caso de ocurrir esta sería accidental o fortuita (PR = 1).

Con base en lo anterior, se estima que el valor de importancia de este impacto de naturaleza negativa es de - 28 como se muestra en la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = - (3 (1) + 2 (2) + 4 + 4 + 4 + 2 + 4 + 1 + 1 + 1) = -28.$$

Fortalecimiento económico de la región y del destino turístico

Considerando la oferta de cuartos hoteleros que incorporará el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II, con sus 152 departamentos, suponiendo que se mantengan los promedios de ocupación hotelera, estancia y gasto promedio, puede representar un incremento en 17,596 turistas al año y podría aspirar a generar 11.09 mdd anuales (IN = 2). Al comparar estos datos hipotéticos con los indicadores económicos de SEDETUR, se aprecia que ello representa un incremento de sólo 0.4%, por lo que no es significativo al nivel del Destino Turístico (EX = 1).

El momento de manifestación del impacto tendrá lugar una vez que entre en operación el desarrollo propuesto, por lo que se califica como de medio plazo (MO = 2), aunque su persistencia será permanente (PE = 4). Se trata de un impacto directo (EF = 4) en su relación causa-efecto y que tendrá un efecto acumulativo (AC = 4) y sinérgico moderado (SI = 2), pues la inversión y apertura de nuevas ofertas turísticas en el destino causarán el incremento de turismo en la región lo que tendrá un efecto positivo directo en los prestadores de servicio locales y regionales.

El valor de importancia de este impacto potencial es de +25 por lo que se trata de un impacto positivo moderado, que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + SI + AC + EF + MC)$$

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + 2 + 4 + 4 + 2 + 4 + 4) = +25.$$

Por ser este un impacto de naturaleza positiva no se consideraron las características reversibilidad y recuperabilidad.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Matriz de valoración de impactos ambientales potenciales del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya, sin la aplicación de medidas preventivas o de mitigación.

						IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES															
						ETAPA DE CONSTRUCCIÓN							ETAPA DE OPERACIÓN								
						Reducción de cobertura vegetal	Afectación de especies en categoría de riesgo	Pérdida de suelo	Contaminación ambiental	Pérdida de calidad y valor escénico	Generación de empleo, inversión	TOTAL	Contaminación ambiental	Generación de empleo, inversión	Total	Total efectos permanentes derivados de la remoción de la vegetación		Importancia total			
												ABS	REL			ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL
Entorno	Sistema	Subsistema	Componente Ambiental	Factor ambiental que puede afectarse	UIP																
Entorno	Medio físico	Medio abiótico	Agua	Calidad	100				-44		-44	0.0	-41	-41	-4.1	0	0.0	-41	-4.1		
			Suelo	Calidad	100			-30	-44		-74	-3.0	-41	-41	-4.1	-30	-3.0	-71	-7.1		
			Atmósfera	Calidad	50						0	0.0	-22	-22	-1.1	0	0.0	-22	-1.1		
		Medio biótico	Flora	Cobertura	100	-29					-29	-2.9			0	0.0	-29	-2.9	-29	-2.9	
				Importancia	200		-21					-21	-4.2			0	0.0	0	0.0	0	0.0
			Fauna	Importancia	200		-21				-21	-4.2			0	0.0	0	0.0	0	0.0	
		Medio perceptual	Paisaje	Calidad y valor escénico	50			-24	-27		-51	-1.4	-28	-28	0.0	0	0.0	-28	0.0		
		Medio socioeconómico	Medio sociocultural	Población	Dinámica poblacional		50				20	20	1.0			0	0.0	0	0.0	0	0.0
					Sector construcción		50					20	20	1.0			0	0.0	0	0.0	0
	Medio económico		Economía	Destino turístico		50					0	0.0		25	0	0.0	0	0.0	0	0.0	
				Sector público		50					20	20	1.0			0	0.0	0	0.0	0	0.0
			SUMA UIP				1,000														
	Total						I Abs.	-29	-42	-30	-112	-27	60	-180	-	-132	-132	-	-59	-	-191
I Rel.							-2.9	-8.4	-3.0	-10.0	-1.4	3.0	-	-12.7	-10.7		-	-9.3	-	-5.9	-

## 5.4. DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O CORRECCIÓN DE IMPACTOS POTENCIALES

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.

De acuerdo con Conesa Fernández-Vítora (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; e incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir.

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

Ejecución del programa de rescate de flora

En el predio se desarrollan especies vegetales susceptibles de rescate para ser incorporadas en las áreas verdes ajardinadas del proyecto. Esta medida es de carácter mitigador, encaminada a mitigar la afectación al medio biótico por la reducción de la cobertura vegetal que causará la remoción de la vegetación. Consiste en la sustracción, mantenimiento en vivero y trasplante de individuos de especies vegetales susceptibles de rescate presentes en el predio, en las áreas jardinadas proyectadas.

Esta medida tendrá una intensidad moderada ( $IN = 2$ ) pues de acuerdo con la intensidad de rescate señalada en el Programa de rescate de flora se esperan rescatar un equivalente a 35% de los individuos arbóreos que serían afectados por la remoción. El área de influencia de esta acción es puntual ( $EX = 1$ ) pues se circunscribe al predio de interés que representa un área muy pequeña del ecosistema de referencia. La persistencia del efecto mitigador es fugaz ( $PE = 1$ ) y su reversibilidad es alta o inmediata ( $RV = 1$ ) puesto que el evitar que algunos individuos sean removidos durante la ejecución del proyecto contribuye en poco a revertir el efecto general del desmonte causado por el avance de la mancha urbana.

El valor de importancia de esta medida, +10, se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$M = (3 \text{ (IN)} + 2 \text{ (EX)} + \text{PE} + \text{RV})$$
$$M = (3 \text{ (2)} + 2 \text{ (1)} + 1 + 1) = + 10.$$

#### Recuperación de tierra vegetal

Para minimizar el impacto por la pérdida de suelo se ha previsto la recuperación de tierra vegetal de las áreas de aprovechamiento, para su empleo en las áreas verdes proyectadas. Sin embargo, considerando las dificultades técnicas de obtención del suelo sólo podrán ser recuperados unas pocas decenas de metros cúbicos (IN = 1). El efecto mitigador se considera parcial en cuanto a su extensión, porque aunque la acción de recuperación se circunscribe al predio y específicamente a las áreas de aprovechamiento proyectadas, con ésta se evitará que otras áreas sean afectadas para dotar a las áreas verdes proyectadas del recurso (EX = 2). La persistencia del efecto mitigador es permanente (PE = 4), porque la tierra vegetal recuperada será empleada en labores de jardinería, es decir, que el recurso no perderá su capacidad como microhábitat o soporte de la cubierta vegetal. Sin embargo, la reversibilidad del efecto positivo de esta acción se perderá de manera inmediata (RV = 1) si no se lleva a cabo la recuperación o su empleo en las áreas verdes del proyecto.

Con base en lo anterior, el valor de importancia de esta medida que se obtiene de las características calificadas es +12 y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$M = (3 \text{ (IN)} + 2 \text{ (EX)} + \text{PE} + \text{RV})$$
$$M = (3 \text{ (1)} + 2 \text{ (2)} + 4 + 1) = + 12.$$

#### Aplicación del plan de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial

Esta es una medida tanto preventiva como de mitigación cuya aplicación previene fuertemente la aparición del impacto ambiental potencial (4), evitando que el área de influencia del predio se vea afectada en modo alguno. Dado que no se puede evitar la generación de residuos la presión sobre la infraestructura de servicios de limpia pública sólo pueden atenuarse, por lo que al nivel del área de influencia esta acción es puntual (1). La persistencia del efecto benéfico de esta acción es permanente (4), pero su reversibilidad es inmediata (1) si cesa su aplicación.

De acuerdo con la normatividad local aplicable este Plan de Manejo deberá presentarse ante la SEMA del Gobierno del Estado de Quintana Roo, para su validación. Con base en lo anterior, el valor de importancia de esta medida es de +19,

se obtiene de las características calificadas y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$M = (3 \text{ (IN)} + 2 \text{ (EX)} + \text{PE} + \text{RV})$$

$$M = (3 \text{ (4)} + 2 \text{ (1)} + 4 + 1) = +19$$

#### Ejecución del programa de preservación de fauna silvestre

Esta acción de mitigación está encaminada a minimizar el impacto sobre las poblaciones de fauna silvestre, en particular de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), especie incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de protección Amenazada. Con esta medida se pretende favorecer el desplazamiento de la fauna silvestre a las áreas del predio que se mantendrán en condiciones naturales y, en caso extremo, la captura y traslado de los ejemplares hacia zonas libres de alteración o escasamente alteradas fuera del predio.

La intensidad de esta acción se estima media o moderada (IN = 2) pues no evita la reducción del hábitat ni el traslape de territorios. Su extensión se restringe al predio y a las áreas inmediatamente adyacentes, por lo que se considera parcial (EX = 2). La persistencia de esta acción es fugaz (PE = 1) toda vez que no se incluye el seguimiento de los animales para verificar su supervivencia, y la reversibilidad del efecto mitigador se valora como inmediata (RV = 1). Por tanto el valor de importancia de esta medida es de +12 y se obtiene de las características calificadas, representadas mediante la siguiente ecuación:

$$M = (3 \text{ (IN)} + 2 \text{ (EX)} + \text{PE} + \text{RV})$$

$$M = (3 \text{ (2)} + 2 \text{ (2)} + 1 + 1) = + 12$$

#### Etapas de operación

#### Desarrollo y aplicación de un programa de mantenimiento preventivo anual

El desarrollo contará con un Programa de mantenimiento preventivo anual que estará encaminado a la prevención del mal funcionamiento del equipo, maquinaria, instalaciones e infraestructura operativa del condohotel, mismo que contempla entre otras acciones el mantenimiento preventivo de las calderas, instalaciones de gas, electricidad, hidráulicas, cámaras de residuos, equipo contra incendio, así como el monitoreo de emisiones a la atmósfera, a la calidad del agua residual que se use para riego o se inyecte al subsuelo y de la integridad de las tierras físicas.

Gracias a la aplicación de este programa se podrá prevenir eficazmente la contaminación atmosférica que podría derivarse de la mala calibración u operación de las calderas o la contaminación del suelo y subsuelo, así como del acuífero que podría ocurrir por derrames o fugas accidentales de aguas residuales. También se previenen posibles situaciones de riesgo que podrían derivar en incendios, fugas de gas o de agua, escurrimiento de lixiviados, derrame de combustibles. Para fines cuantitativos se estima una eficiencia de 90 % en la prevención del impacto o riesgo ambiental.

**Desarrollo y aplicación del plan de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial**

Las promoventes deberán contar con un plan de manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, elaborado en los términos de la legislación local; con objeto de promover el manejo integral y la prevención de la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Esta medida, de tipo preventiva, está encaminada a mitigar los impactos ambientales potenciales que puede causar el manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y los peligrosos que se generarán en el condohotel y áreas operativas de apoyo, como parte de su operación diaria.

La implementación de este plan permitirá minimizar el riesgo de afectar a la fauna silvestre por exposición a residuos sólidos de tipo doméstico; reducirá la posibilidad de que ocurran escurrimientos o vertimientos que puedan comprometer la calidad del suelo, subsuelo y acuífero; previene la acumulación de residuos sólidos dentro del área de influencia del hotel salvaguardando la calidad del paisaje y previniendo la generación de malos olores y fauna nociva; previene riesgos a la salud y al ambiente en el manejo de residuos peligrosos; y permitirá cumplir con la normatividad ambiental vigente en materia de residuos, coadyuvando además con los esfuerzos de la autoridad por fomentar el desarrollo sustentable de la zona y reduciendo la presión sobre la infraestructura instalada para la disposición final de residuos sólidos urbanos. Para fines cuantitativos se estima una eficiencia de 90% en la prevención del impacto o riesgo ambiental.

**Desarrollo y aplicación de un programa anual de capacitación**

Las promoventes deberán contar con programa anual de capacitación que incluya desde cursos de inducción a las políticas, procesos y procedimientos del desarrollo, hasta la programación de simulacros para el combate y prevención de incendios,

primeros auxilios, manejo de sustancias riesgosas, manejo de residuos, control de emisiones a la atmósfera, operación de calderas, entre otros.

Mediante la implementación de este plan se inducirán entre los colaboradores buenas prácticas de manejo ambiental y se previenen impactos ambientales que podrían derivarse del manejo inadecuado de sustancias riesgosas, de la disposición incorrecta de residuos sólidos, de manejo especial y los peligrosos, del uso de agroquímicos, insecticidas y pesticidas o del mantenimiento preventivo incorrecto.

#### Desarrollo e implementación de un sistema de gestión ambiental

Las promoventes deberán contar con un sistema de gestión ambiental mediante el cual se consigne la verificación y cumplimiento de los compromisos ambientales ante los tres niveles de gobierno. Gracias a este sistema se podrán tener documentadas y programadas las fechas de aplicación de monitoreos de emisiones a la atmósfera, de la calidad del agua residual y de la medición de tierras físicas; las fechas de renovación de la Licencia de Funcionamiento Ambiental Estatal y del Permiso Ambiental de Operación que otorgue el H. Ayuntamiento de Solidaridad; los calendarios de capacitación externa para cumplir con las diversas Normas de la STPS y SEMARNAT que resulten aplicables; se supervisará que se cuente con los manifiestos de entrega de residuos peligrosos, así como con la bitácora de control de los mismos; se supervisará la existencia del registro de consumo de energéticos y de residuos enviados a reciclaje; entre otras.

De manera indirecta contribuye a la prevención de impactos ambientales potenciales como la pérdida de la calidad del paisaje, afectación del ambiente derivado del manejo incorrecto de sustancias peligrosas o sus residuos, así como por el manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Valoración de los impactos ambientales determinados con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación o compensación ambiental.

						IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES																
						ETAPA DE CONSTRUCCIÓN							ETAPA DE OPERACIÓN									
						Reducción de cobertura vegetal	Afectación de especies en categoría de riesgo	Pérdida de suelo	Contaminación ambiental	Pérdida de calidad y valor escénico	Generación de empleo, inversión	TOTAL	Contaminación ambiental	Generación de empleo, inversión	Total	Total efectos permanentes derivados de la remoción de la vegetación		Importancia total				
												ABS	REL			ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
Entorno	Sistema	Subsistema	Componente Ambiental	Factor ambiental que puede afectarse	UIP																	
Entorno	Medio físico	Medio abiótico	Agua	Calidad	100				-25			-25	0.0	-4.1	-4.1	-0.4		-4.1	-0.4			
			Suelo	Calidad	100			-18	-25			-43	-1.8	-4.1	-4.1	-0.4	-18	-1.8	-22.1	-2.2		
			Atmósfera	Calidad	50							0	0.0	-2.2	-2.2	-0.1			-2.2	-0.1		
		Medio biótico	Flora	Cobertura	100	-29						-29	-2.9		0	0.0	-29	-2.9	-29	-2.9		
				Importancia	200		-11					-11	-2.2		0	0.0			0	0.0		
			Fauna	Importancia	200		-9					-9	-1.8		0	0.0			0	0.0		
	Medio perceptual	Paisaje	Calidad y valor escénico	50			-24	-27			-51	-1.4	-2.8	-2.8	-0.1			-2.8	-0.1			
	Medio socioeconómico	Medio sociocultural	Población	Dinámica poblacional	50					20	20	1.0		0	0.0			0	0.0			
			Medio económico	Economía	Sector construcción	50					20	20	1.0		0	0.0			0	0.0		
				Destino turístico	50						0	0.0		25	25	0.0			25	0.0		
				Sector público	50					20	20	1.0		0	0.0				0	0.0		
	SUMA UIP					1,000																
Total						I Abs.	-29	-20	-18	-74	-27	60	-108	-	-13	25	12	-	-47	-	-35.2	-
Total						I Rel.	-2.9	-4.0	-1.8	-6.2	-1.4	3.0	-	-7.1	-1.1	1.3	-	-1.1	-	-4.7	-	-5.8

## 5.5. VALORACIÓN CUALITATIVA DE LAS ACCIONES IMPACTANTES Y DE LOS FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS

Con base en los análisis previos se determinó que la remoción de la cobertura vegetal para el desarrollo de las obras proyectadas y la ejecución de las obras, pueden dar lugar a ocho impactos ambientales con algún grado de significancia. Estos impactos serán de naturaleza negativa, pero ninguno de ellos se considera crítico o severo, ya que están en el rango de importancia entre -21 y -50 y por tanto se consideran moderados o irrelevantes. También se anticipa tres impactos benéficos, calificados como irrelevantes.

Durante la operación y mantenimiento del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II se anticipan cuatro posibles impactos ambientales negativos, calificados como moderados, y un impacto benéfico moderado. Salvo el impacto al paisaje, todos los demás efectos sobre el ambiente en la etapa de construcción pueden ser mitigados; mientras que en la etapa de operación todos ellos pueden mitigarse.

Siguiendo la metodología propuesta por Conesa Fernández-Vítora (1997) se procedió a la valoración de los impactos potenciales identificados y que resulta del análisis de la remoción de la vegetación 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.

Sin considerar las medidas de mitigación, el balance global de la ejecución del proyecto arroja un valor de importancia negativo  $I = -191$ ,  $IR = -15.2$ ; mientras que con la aplicación de medidas de mitigación se reduce hasta  $I = -35.2$ ,  $IR = -5.8$ , que si bien siguen siendo valores negativos, son bastante más moderados.

La etapa de construcción será la más crítica, pues en ella se anticipa la mayor cantidad de impactos y de mayor significancia. Los valores que arroja el método usado son de  $I = -180$ ,  $IR = -12.7$  sin contar con las medidas de mitigación y de  $I = -108$ ,  $IR = -7.1$  considerándolas. Por otra parte, en la etapa de operación y mantenimiento el valor de importancia de los impactos ambientales esperados es de  $I = +12$ ,  $IR = -1.1$ .

## 5.6. CONCLUSIONES

El impacto ambiental que causará el desarrollo del proyecto no puede considerarse significativo en el marco contextual que establece la Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente y su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental toda vez que las obras y actividades proyectadas se ajustan a los lineamientos ambientales de desarrollo –límite de cambio aceptable- que establecen los instrumentos de planeación y como consecuencia no dará lugar a daño ambiental grave o crítico.

## **CAPÍTULO 6: JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO**

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, sólo puede autorizarse por excepción considerando el supuesto del artículo 117 que a la letra dice: “La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo”.

En este sentido, el presente documento técnico unificado se elaboró para justificar el cambio de uso del suelo de forestal a turístico mixto, hotelero-habitacional del predio ubicado en Lote 013-5, Mz 021, SM 000, Región 009, predio El Mandarín, ubicado a la altura del Kilómetro 299 de la Carretera Federal 307 Reforma Agraria-Puerto Juárez, el cual presenta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en la superficie que interesa para ejecutar el cambio de uso del suelo. Y, con base en la información técnica presentada en este estudio enseguida se presentan los argumentos que demuestran que con el desarrollo del proyecto no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que el uso alternativo del suelo que se propone es más productivo a largo plazo que la conservación del uso del suelo actualmente existente.

### **6.1. NO SE COMPROMETE LA BIODIVERSIDAD**

La diversidad biológica o biodiversidad puede definirse como la variedad y abundancia de especies en una unidad definida de estudio (Magurran, 2004). Según Moreno (2001) la riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad.

Con objeto de determinar si el cambio de uso del suelo que se propone compromete la biodiversidad en la Subcuenca hidrológico-forestal que contiene al predio de interés, se utilizó el análisis de similitud de Sorensen para comparar la diversidad entre el predio de interés y otro sitio ubicada al igual que el primero dentro del área de estudio delimitada por la unidad de gestión ambiental 17 del Programa de ordenamiento ecológico local del municipio de Solidaridad. La hipótesis es que si ambos predios presentan una similitud elevada entre sí, la pérdida de la vegetación en uno de ellos está respaldada por la conservación del cobertura en el otro y por ende la biodiversidad no sería comprometida.

El Índice de Sorensen se calcula a partir de los siguientes datos:

$$QS = \frac{2C}{A+B} = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|}$$

donde:        A: Número de especies en el sitio A

B: Número de especies en el sitio B

C: Número de especies presentes en ambos sitios, A y B

De acuerdo con la caracterización ambiental del predio de interés, la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, donde tendría lugar la remoción de vegetación que se pretende para ejecutar el proyecto, alcanza una riqueza de 55 especies, mientras que en los sitios de referencia dentro de la misma cuenca, este tipo de vegetación tiene una riqueza específica de al menos 73 especies. En ambos casos la familia Fabaceae es la más importante. El número de especies que son comunes a ambos sitios es de 54, ya que salvo una especie, todas las registradas para el predio están presentes en la cuenca, incluyendo las cinco especies de relevancia legal registradas en el predio por estar incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, a saber, *Thrinax radiata*, *Coccothrinax readii*, *Pseudophoenix sargentii*, *Tabebuia chrysantha* y *Beaucarnea plibilis*.

Por tanto, sustituyendo en la fórmula se tiene que el índice de similitud es:

$$QS = \frac{2(54)}{(55 + 73)} \times 100 = 84.38\%$$

El análisis indica que la similitud de la composición florística en ambos sitios es 84.38% similar, o sea, cercana a 1, por lo que no se compromete la riqueza de especies en

demasiada., ya que en caso que tenga lugar el desmonte en el sitio del proyecto, la representatividad específica está garantizada en la cuenca hidrológica forestal.

A mayor abundamiento para demostrar que tanto en el predio como en el ecosistema del área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental se presenta una composición florística similar y por ende el cambio de uso del suelo que se solicita no causará pérdida de la biodiversidad en la cuenca, se realizó un análisis comparativo del valor de importancia de las especies, obtenidos a partir del inventario forestal en el predio y en los sitios de referencia. En principio se tiene que 15 de las 18 especies que se encuentran en el área en la que tendría lugar la remoción de la vegetación en el predio están presentes en la cuenca. Las especies *Bursera simaruba*, *Lysiloma latisiliquum*, *Amyris sylvatica*, *Metopium brownei*, *Caesalpinia gaumeri*, *Lonchocarpus xuul*, *Guettarda combsii* y *Tabebuia chrysantha* tienen menor valor de importancia en el predio que en la cuenca y, analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en el predio y en la cuenca y que poseen mayor representatividad en la cuenca. Las especies *Piscidia piscipula*, *Vitex gaumeri*, *Chloroleucon mangense*, *Mariosousa dolichostachya*, *Vachellia pennatula*, *Gliricidia sepium*, *Sabal yapa* y *Ficus cotinifolia* presentan un valor de importancia mayor en el predio que en la cuenca. Sin embargo, al analizar los componentes del valor de importancia para estas especies se obtiene que aunque en el predio hay mayor densidad, frecuencia y dominancia que en la cuenca, los valores son cercanos en casi todos los casos –varianza menor a 3%-; solo observando diferencias importantes para las especies *Chloroleucon mangense*, *Piscidia piscipula*, *Sabal yapa* y *Vitex gaumeri*, lo que puede explicarse en razón del tamaño de la muestra o el azar, pero no se interpreta como afectación a la biodiversidad porque se trata de especies relativamente comunes en las selvas del norte de Quintana Roo. Las especies *Sideroxylon salicifolium*, *Pouteria reticulata* y *Thrinax radiata* no se registraron en el inventario forestal en el sitio de referencia, pero sí están registradas en el inventario general de especies presentes en la cuenca por lo que no existe razón para suponer que el cambio de uso del suelo que se proyecta implique su afectación.

Comparación del valor de importancia (Vimp) obtenido para las especies registradas en el inventario forestal para el predio y los sitios de referencia dentro del área definida para el análisis del sistema ambiental.

No.	Nombre científico	Nombre común	Vimp SA	Vim predio
1	<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	14%	4%
2	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	57%	35%
3	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	8%	5%
4	<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero	14%	29%
5	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo	1%	5%

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

6	<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	3%	5%
7	<i>Guettarda combsii</i>	Cascarillo	6%	4%
8	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Correa	7%	4%
9	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	40%	20%
10	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Supté	4%	10%
11	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	12%	4%
12	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	47%	77%
13	<i>Sabal yapa</i>	Huano	2%	19%
14	<i>Vachellia pennatula</i>	Chimay	3%	6%
15	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	26%	61%
16	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Uvero	2%	0%
17	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	1%	0%
18	<i>Exothea diphylla</i>	Huayancox	2%	0%
19	<i>Ficus obtusifolia</i>	Higuera	1%	0%
20	<i>Ficus sp</i>	Higo	4%	0%
21	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	kanasin	1%	0%
22	<i>Maclura tinctoria</i>	Morita	1%	0%
23	<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	4%	0%
24	<i>Mastichodendrom foetidissimum</i>	Caracolillo	5%	0%
25	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	1%	0%
26	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	5%	0%
27	<i>Pouteria campechiana</i>	Kanisté o mante	1%	0%
28	<i>Senna racemosa</i>	Xcanlol	1%	0%
29	<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	1%	0%
30	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis	5%	4%
31	<i>Thouinia paucidentata</i>	Hueso de tigre	4%	0%
32	<i>Trichilia sp</i>	Escobeta	9%	0%
33	<i>Beaucarnea plibilis</i>	Despeinada	1%	0%
34	<i>Caesalpinia mollis</i>	Chacté	3%	0%
35	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akitz	1%	0%
36	<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo	0%	4%
37	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Zapote Faisán	0%	4%
38	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	0%	4%

Otra forma de aproximarse a la valoración de la conservación de la biodiversidad es mediante la estimación de la diversidad real (H) y la máxima posible (Hmax) de una comunidad hipotética con el mismo número de especies mediante el índice de Shannon-Wiener, del cual también se deduce la equitatividad en el ecosistema.

La flora en el predio registró baja diversidad, de 0.92, 1.27 y 0.71, para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, respectivamente, sin embargo, con valor de equitatividad semejante, de 0.31, 0.37 y 0.34 para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, respectivamente, lo que indica una alta homogeneidad entre estratos y la representatividad en el estrato herbáceo de las especies presentes en los estratos arbustivo y arbóreo, indicador del proceso de regeneración y aislamiento de los sitios

analizados. En tanto que al nivel del área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental, aunque también se registró una diversidad baja, esta fue, en todos los casos, mayor a la encontrada en el predio, con valores de 2.01, 1.39 y 0.99 para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, respectivamente. La equitatividad en el sistema ambiental fue de 0.57 para el estrato arbóreo, 0.34 para el arbustivo y de 0.28 para el herbáceo, lo que parece indicar una comunidad más madura, con mínima homogeneidad en el estrato de regeneración.

La mayor diversidad en el sitio del proyecto se encontró en el estrato arbustivo y la menor en el herbáceo; mientras que en el sitio de referencia la mayor se encontró en el estrato arbóreo y la menor en el herbáceo. Estas diferencias son consecuencia de la historia particular de cada sitio y de las formas en que cada uno se ha aprovechado en el pasado y del efecto del desarrollo en sus inmediaciones. Pero lo interesante es que si se compara la diversidad encontrada entre los sitios comparados, se concluye que la biodiversidad es mayor en la cuenca que al interior del predio por lo que no se comprometerá la biodiversidad de la cuenca al ejecutar el cambio de uso del suelo en el sitio del proyecto.

Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener y Equitatividad por estrato.

Sitio	Estrato	H	Hmax	E
Sitio del proyecto	Herbáceo	0.71	2.08	0.34
	Arbustivo	1.27	3.43	0.37
	Arbóreo	0.92	2.94	0.31
Sitio de referencia	Herbáceo	0.99	3.53	0.28
	Arbustivo	1.39	4.04	0.34
	Arbóreo	2.01	3.56	0.57

## 6.2. NO SE PROVOCARÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS

Con sustento en lo señalado en el Capítulo 4 del presente documento se asevera que no se provocará la erosión de los suelos al nivel de la Subcuenca, el sistema ambiental o al nivel del predio.

La vegetación es fundamental para controlar la erosión superficial. Se reconoce que los suelos de la Península de Yucatán presentan un nivel de degradación leve en comparación con el resto del territorio nacional. Particularmente, el área del proyecto presenta una vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, desarrollada sobre suelos Leptosoles, muy fértiles, con susceptibilidad baja a la erosión a pesar de ser poco profundos (Tello 2011).

Si bien, la eliminación de la vegetación forestal afectará a este servicio ambiental de forma puntual en la superficie de remoción proyectada (3.138 hectáreas), en términos de erosión, significa que la remoción de la vegetación podrá originar una pérdida de suelo forestal para convertirse en suelo útil con fines de urbanización.

Con la finalidad de demostrar que la remoción de la vegetación no provocara la erosión de los suelos de manera significativa en el predio del proyecto, se empleó el modelo de ecuación universal de pérdida de suelos con los resultados que se explican enseguida. Es importante aclarar que dicha ecuación fue diseñada a partir de datos empíricos en parcelas experimentales agrícolas que cumplían un “cierto tipo” de condiciones y no en función de lo que sería el cambio de uso del suelo forestal, sin embargo, se hace uso de esta fórmula para calcular la erosión potencial.

En el año 2005, se utilizó esta fórmula simplificada adecuada a nuestro país para estimar la erosión del suelo a partir de la ecuación universal de pérdida de suelos (E) (Martínez Méndez, 2005), expresada como sigue:

$$E = (R) (K) (LS) (C) (P)$$

donde:        E= Erosión del suelo ton/ha/año  
R= Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm /hr  
K= Erosionabilidad del suelo  
LS= Longitud y grado de pendiente  
C= Factor de vegetación.  
P= Factor de prácticas mecánicas

La erosividad (R) se puede estimar a partir de la precipitación media anual que para la región donde se ubica el predio es de 1,331.2 mm (Estación Meteorológica de Playa del Carmen), que multiplicado por las ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en el estado de Quintana Roo de acuerdo con el mapa y tabla proporcionada por el autor previamente citado es

$$R = 3.7745 (1,331.2) + 0.004540 (1,331.2)^2$$
$$R = 13,069.92 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

La erosionabilidad del suelo (K) se estima a partir de la textura de los suelos presentes y la cantidad de materia orgánica que en el caso de la zona de estudio que soporta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia que corresponde a la vegetación a remover por el cambio de uso del suelo que se solicita, corresponde a

Rendzina con Litosol de clase textural fina y fase física lítica correspondiendo un valor de K estimado de 0.025.

La longitud y grado de pendiente se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$LS: (\lambda)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (S) + 0.00138 (S)^2)$$

dónde:  $\lambda$  = Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno

M= Parámetro cuyo valor es 0.5

Considerando la pendiente media del terreno en la zona de cambio de uso del suelo de 5% y sustituyendo en la fórmula se tiene que

$$LS: (340)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (5) + 0.00138 (5)^2) = 1.75$$

Finalmente, considerando el factor de vegetación C de 0.001, es decir, equivalente a bosque con cobertura vegetal 75% y despreciando el factor de prácticas mecánicas, dado que no se trata de un terreno agrícola, se tiene que la erosión potencial es:

$$E= (13,069.92) (0.025) (1.75) (0.001) = 0.57 \text{ ton/ha/año}$$

Lo anterior indica que la remoción de la vegetación que se pretende no provocará la erosión de los suelos de manera significativa en el predio del proyecto pues la erosión estimada en el predio de 0.57 ton/ha/año sería muy inferior a la erosión máxima permisible México, la cual es de 10 ton/ha/año. Por lo que queda demostrado que la erosión estimada por el desarrollo del proyecto no es significativa y por lo tanto bajo este supuesto el proyecto se considera viable.

Adicionalmente a lo anterior, como medida para no minimizar la erosión de los suelos del sitio del proyecto, cabe señalar que las promoventes plantean medidas de prevención y mitigación para atenuar los posibles impactos sobre el suelo, como la remoción gradual de la vegetación conforme al calendario de obra, permitiendo reducir la exposición del suelo desnudo y por tanto vulnerable a la erosión; recuperación de tierra vegetal para su aprovechamiento en labores de jardinería y restauración de áreas degradadas; trituración del material vegetal resultante del desmonte para convertirlo en mulch que se empleará como sustrato en áreas de restauración y como mejorador de suelos en áreas verdes jardinadas. De manera complementaria, el rescate y reubicación de plantas que se proyecta, así como la conservación de árboles y palmas

en pie, en las áreas que no interfieran con el desplante de las obras proyectadas, propiciará el afianzamiento del suelo y su conservación. Asimismo, la conservación en condiciones naturales del 76.30% de la superficie del terreno con cobertura vegetal permitirá que los procesos de edafogénesis ocurran, lo que favorece su estructuración y mineralización de la materia orgánica.

### **6.3. NO SE PROVOCARÁ EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN**

#### **6.3.1. En cantidad**

La remoción de la vegetación inherente al cambio de uso de suelo forestal en una superficie de 3.138 hectáreas, afectará de manera mínima la capacidad de captación de agua en la Subcuenca hidrológico-forestal donde se ubica el predio de interés, ya que ésta es equivalente a 0.0005% de la superficie de la Subcuenca que presenta el mismo tipo de vegetación que el predio de interés; además que se han previsto medidas de mitigación que aseguran la conservación de la capacidad de infiltración de agua pluvial al acuífero, como la construcción de pozos pluviales.

Para demostrar que la ejecución del proyecto no provocará la disminución en la captación de agua, se retoma el análisis realizado en el Capítulo 4 del presente documento, donde se indicó que para contextualizar el servicio ambiental hídrico es importante resaltar sus características en el Estado, en la cuenca y en la zona del predio. Quintana Roo dispone en promedio de 6,187.2 hectómetros cúbicos ( $\text{hm}^3$ ) de agua al año. El volumen de agua concesionada es de aproximadamente 459.8  $\text{hm}^3$ , de los cuales casi el 20% se destinan para abastecimiento público. Las aguas superficiales para éste uso es poco significativo ya que representa sólo el 0.2% de la extracción anual (el resto proviene de fuentes subterráneas) (Herrera, 2011).

La zona del proyecto se ubica en la región hidrológica Yucatán Norte y particularmente en la Cuenca Quintana Roo (32-A). Dicha cuenca ocupa el 31% del Estado, tiene una precipitación de 800 a 1500 mm, un rango de escurrimiento de 0 a 5% y en general se reconoce que el agua subterránea está sin contaminar y con excelente calidad. La unidad geohidrológica está formada por material consolidado con rendimiento alto mayor a 40 litros por segundo (lps) y es la más extensa en Quintana Roo con el 76% de la superficie Estatal (Herrera y Heredia, 2011).

Al nivel de Cuenca, la disponibilidad del recurso según el Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la

disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos y se modifica para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009, encontrando que el área de interés forma parte del acuífero Península de Yucatán, el cual cuenta con una disponibilidad media anual de agua subterránea (DAS) de 5,005 millones de metros cúbicos. Y, a pesar del incremento en el consumo de agua en los últimos años, no se aprecia disminución en el nivel estático del agua subterránea y se acepta que las previsiones del incremento de la demanda futura de agua se pueden satisfacer si se mantienen las medidas de protección del acuífero (CONAGUA, 2012).

La operación del proyecto demandará agua, la cual será obtenida del subsuelo previa obtención de la autorización de la SEMARNAT y de la CONAGUA. Para el abasto de agua potable se proyecta la construcción de un sistema de desalación diseñado para producir hasta 1,499 m<sup>3</sup>/día de agua permeada con una calidad menor de 300 mg/l, mediante el proceso de osmosis inversa, aunque para la operación normal del proyecto se estima una demanda diaria del orden de 1,200 m<sup>3</sup>. La fuente de agua de alimentación se considera agua de pozo con una salinidad máxima de 36,000 mg/l de sólidos disueltos totales a una temperatura de 25° C que se obtendrá del subsuelo a 30 m de profundidad. La extracción del agua que se requiere es posible y no compromete la cantidad de agua disponible en la región de acuerdo con el estudio geohidrológico realizado<sup>8</sup>, ya que se tiene una buena capacidad de aporte de agua subterránea en el predio, del orden de 20 lps o 1,728 m<sup>3</sup>/día, de calidad salobre entre 7,500 y 10,000 ppm de sólidos disueltos totales.

La capacidad de infiltración de un suelo es la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que ésta dependerá de la intensidad de la lluvia, tipo de suelo, uso del suelo, cubierta vegetal y humedad inicial. Parte del agua suele quedar retenida en el follaje de vegetación, una más se ubica en la capa no saturada de suelo y está disponible para ser absorbida por las plantas en la franja de penetración de las raíces o para ser evaporada por la acción de la energía solar sobre la superficie del terreno. Otra fracción del agua que se infiltra puede alcanzar la zona saturada del sistema acuífero, una vez superada la capacidad de campo del suelo (Ortiz-Ortiz, 1990; Mishra, 2003).

Dado que el desarrollo del proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II implica el sellamiento del suelo en una superficie de 4.427 hectáreas –huella de desplante de todas las obras-, la infiltración de agua al acuífero podría verse alterada en algún

---

<sup>8</sup> Perforaciones Precisas de Quintana Roo, S.A. de C.V., 2015. Estudio Geohidrológico Garza Blanca.

grado. Para determinar el grado de afectación se presenta la estimación del cálculo de infiltración, así como la metodología empleada, considerando la totalidad de la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita y no sólo aquella que llevará sello – lo anterior para no subestimar la afectación.

El coeficiente de escurrimiento se estimó a través de la aplicación del método propuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales. Este método parte de valores de k, que son valores que dependen del tipo de suelo y su uso. Para este caso, los suelos pueden clasificarse como tipo “A” que pertenece a los “suelos permeables”, y con un uso de suelo clasificado como “Bosque, cubierto en más del 75%” antes de la ejecución del proyecto; y como “Bosque, cubierto del 50 al 75%” ya que después de ejecutado el proyecto se conservará en condiciones naturales 65% de la superficie del predio. En este contexto, los valores de K en cada caso son:

Sin proyecto: Bosque cubierto más del 75% = 0.07

Con proyecto: Bosque cubierto del 50 al 75% = 0.12

Debido a que el valor de k es menor que 0.15 para estimar el coeficiente de escurrimiento aplica la ecuación

$$C_e = k (P-250)/2,000$$

donde:  $C_e$  = Coeficiente de escurrimiento

K = Constante de tipo y uso de suelo

P = Precipitación anual en mm

Para el caso particular del sitio del proyecto se tiene que la precipitación reportada como media anual por la Estación meteorológica de Playa del Carmen (Servicio Meteorológico Nacional), para el período 1981-2010 es de 1,331.2 mm. Por tanto, sustituyendo los datos en la ecuación en cada caso se tiene:

Sin proyecto: Bosque cubierto más del 75%

$$C_e = (0.07) (1,331.2 \text{ mm} - 250) / 2,000 = 0.038$$

Con proyecto: Bosque cubierto del 50 al 75%

$$C_e = (0.12) (1,331.2 \text{ mm} - 250) / 2,000 = 0.065$$

El volumen medio anual de escurrimiento natural en el área de afectación se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l} \text{Volumen} \\ \text{escurrimiento} \\ \text{Mm}^3 \end{array} \begin{array}{l} \text{anual} \\ \text{natural} \\ \text{en} \end{array} \begin{array}{l} \text{de} \\ \text{en} \\ \text{=} \end{array} \begin{array}{l} \text{(Precipitación} \\ \text{anual de la} \\ \text{cuenca en} \\ \text{m)} \end{array} * \begin{array}{l} \text{(Área de} \\ \text{afectación} \\ \text{en Km}^2) \end{array} * \begin{array}{l} \text{(Coeficiente} \\ \text{de} \\ \text{escurrimiento)} \end{array}$$

Sustituyendo los datos en las fórmulas en cada caso se tiene:

Sin proyecto: Bosque cubierto más del 75%

$$\text{VolEsc} = (1.331 \text{ m}) (0.053 \text{ Km}^2) (0.038) = 0.003 \text{ Mm}^3$$

Con proyecto: Bosque cubierto del 50 al 75%

$$\text{VolEsc} = (1.331 \text{ m}) (0.053 \text{ Km}^2) (0.065) = 0.005 \text{ Mm}^3$$

En relación con la infiltración, la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse mediante la ecuación que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - E$$

donde: I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés ( $\text{m}^3$ )

P: Precipitación media anual en el área de interés ( $\text{m}^3$ ), calculada con el valor de la precipitación anual en m por la superficie del área de interés en  $\text{Km}^2$

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés en  $\text{m}^3$

Con lo que la infiltración se obtiene de la siguiente forma:

Sin proyecto: Bosque cubierto más del 75%

$$\text{Infiltración} = (0.071 \text{ m}^3) - (0.240 \text{ m}^3) = 0.169 \text{ m}^3$$

Con proyecto: Bosque cubierto del 50 al 75%

$$\text{Infiltración} = (0.071 \text{ m}^3) - (0.461 \text{ m}^3) = 0.390 \text{ m}^3$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, en caso de realizarse el cambio de uso de suelo solicitado para el proyecto la infiltración en el sitio disminuirá su captación de agua en un volumen aproximado de 0.221 m<sup>3</sup> anuales, lo que no es significativo, ni siquiera al nivel del predio. Amén de lo anterior, se ha previsto dotar de pozos pluviales a la sección del predio que llevará relleno –condohotel playa- y favorecer el libre escurrimiento de las aguas al subsuelo a través de las áreas verdes proyectadas. Por lo tanto, se puede concluir que la ejecución del proyecto no comprometerá la cantidad del agua captada en la cuenca y que se infiltra al subsuelo.

### **6.3.2. En calidad**

Los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no tanto con su cantidad. Esto se debe a la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos, que favorecen la infiltración del agua de lluvia, pero también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático.

Para no comprometer la calidad del acuífero subterráneo, y por lo tanto, evitar que se comprometa la captación de agua en calidad, el proyecto tiene contemplado llevar a cabo una serie de acciones que permitirán prevenir y en su caso, evitar la contaminación del acuífero.

Se proporcionarán suficientes instalaciones de sanitarios portátiles y de baños conectados a fosa séptica para el personal que labore en el predio a lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción, con el objeto de no afectar el manto freático por la defecación y micción al aire libre.

El manejo y disposición final de las aguas residuales que se capten en los sanitarios portátiles, correrá a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que se celebre para la prestación de dicho servicio. Además, para la prestación de este servicio se seleccionará a una empresa que cuente con las debidas autorizaciones municipales y estatales.

El manejo y disposición final de las aguas residuales que se capten en las fosas sépticas prefabricadas correrá a cargo de la empresa que se contrate para su desazolve, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que se celebre para la prestación de dicho servicio. Además, para la prestación de este servicio se seleccionará a una empresa que cuente con las debidas autorizaciones municipales y estatales.

Se colocarán depósitos temporales para residuos sólidos urbanos (cartón, papel, uncel, plásticos, aluminio, etc.), para evitar el esparcimiento de basura en el predio. Así como áreas de acopio para el almacenamiento temporal de residuos de manejo especial y peligrosos, con las debidas medidas de seguridad para prevenir escurrimientos y fugas.

Se evitará el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo, mediante la debida señalización, capacitación del personal que haga uso de sustancias potencialmente contaminantes y supervisión.

El proyecto incluye la dotación de una red sanitaria propia y la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales que operará durante toda la vida útil del proyecto, de tal suerte que no se verterán aguas negras o grises al suelo o a las áreas naturales.

De conformidad con la normatividad aplicable, se tiene previsto llevar a cabo los monitoreos de calidad del agua tratada antes de su uso como agua de riego o inyección al subsuelo, de tal manera que estas actividades no representen posibles agentes de contaminación.

Se ha previsto el uso de detergentes biodegradables, así como agroquímicos y pesticidas de media y baja toxicidad que estén permitidos por la CICOPRAFEST, de tal suerte que no se comprometerá la calidad del suelo y subsuelo.

#### **6.4. QUE EL USO ALTERNATIVO PROPUESTO SERÁ MÁS PRODUCTIVO A LARGO PLAZO**

Con la ejecución del proyecto se inyectarán al destino 1,000 millones de pesos durante la etapa de construcción, con lo que se propiciará la generación de empleos directos e indirectos temporales durante la ejecución del cambio de uso del suelo y permanentes tras el desarrollo de la obra pretendida. Además, se estima que durante la etapa de operación del inmueble proyectado se puede aspirar a generar 11.09 millones de dólares americanos al año o su equivalente en pesos de 177.28 millones de pesos anualmente.

Esta cifra es mucho mayor a la que podría obtenerse del aprovechamiento forestal del predio o de la “venta” de sus servicios ambientales, por lo que el uso que se propone es más productivo a largo plazo. Como se mostró en este estudio, la estimación económica de los recursos biológicos del área de cambio de uso de suelo se relaciona con un monto de 588,346.58 pesos, mientras que los recursos faunísticos aportan 759,126.08 pesos anuales.

La vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia presente en el área de cambio de uso del suelo que se solicita carece de volúmenes aprovechables de madera con fines comerciales y, aunque puede contener recursos forestales no maderables, estos no tienen el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio-uso comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar el proyecto.

Al considerar que la valoración económica de los recursos forestales, tanto si se aprovechan como si se perpetúan, resulta significativamente menor al monto total de inversión para este proyecto, este análisis demuestra que el uso que se propone para este proyecto representa mayores beneficios económicos y sociales a corto y largo plazo que los que proporciona el área forestal que se pretende afectar, basados en los resultados de la evaluación ambiental y socio-económica, por lo que el supuesto establecido en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable relativo a que los usos alternativos del suelo propuestos sean más productivos a largo plazo, se cumple.

## **6.5. FACTORES SOCIOECONÓMICOS**

El sitio donde se pretende ejecutar el cambio de uso del suelo corresponde a un lote suburbano, fuera del Centro de Población de Playa del Carmen, cuya condición es baldío. Estas características constituyen elementos técnicos de importancia superlativa.

Para la ubicación del predio aplican instrumentos de planeación urbana y ambiental con los cuales el proyecto pretendido es totalmente compatible, por lo que no existen conflictos en materia de desarrollo urbano o de ordenamiento ambiental del territorio. De acuerdo con el Programa de ordenamiento ecológico local del municipio de Solidaridad, el predio se ubica en la unidad de gestión ambiental 17, la cual tiene asignada una política ambiental de “Conservación”, vocación de uso del suelo “Turística”, e incluye el uso de suelo turístico hotelero.

No hay que perder de vista que los instrumentos de planeación urbana y ambiental, en su respectiva zonificación de usos del suelo y lineamientos de aprovechamiento, ya han considerado la “pérdida” de una cierta superficie que se destinará al aprovechamiento turístico y han definido zonas de conservación de áreas naturales en las que se compensa dicha “pérdida”. Al definir zonas para aprovechamiento y designar áreas para su conservación, contribuyen a salvaguardar áreas naturales sensibles y de mayor importancia, por lo que propician el desarrollo sustentable orientado a mejorar el nivel de vida de la población.

La sustentabilidad urbana hace referencia a las condiciones de integración y articulación de proyectos que permiten la funcionalidad de la ciudad, lo que a su vez refleja y determina la calidad de vida de sus habitantes, ya que está estrechamente relacionada con los riesgos para el medio ambiente y la salud de sus pobladores. Esa funcionalidad se expresa en las realidades materiales que ofrece el medio urbano, como la dotación y calidad de servicios públicos básicos, el equipamiento urbano, las vialidades, los espacios públicos y un ambiente limpio y sano.

Como el proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II se ajusta a plenitud a los lineamientos ambientales y urbanos impuestos en los instrumentos de planeación vigentes, se puede concluir que el cambio de uso de suelo que se pretenden no rebasa los umbrales de aprovechamiento previstos y estimados para el aprovechamiento sustentable del Municipio Solidaridad y por ende el proyecto es congruente con las políticas ambiental y urbana, lo que permite aseverar que éste es viable.

## **CAPÍTULO 7: MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

### **7.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS**

De acuerdo con Conesa Fernández-Vítora (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; e incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir.

Para la ejecutar el proyecto dentro de estándares de impacto ambiental permisibles tanto desde el punto de vista legal como ético se deben aplicar oportunamente las medidas de prevención o de mitigación que enseguida se describen y que, como se indicó en el capítulo previo, tienen un nivel de eficacia de 57% en la prevención o mitigación del efecto negativo sobre el ambiente.

#### **Rescate selectivo de flora**

A fin de mitigar los impactos ambientales adversos que serán causados por la remoción de la vegetación en el predio, tales como la pérdida de cobertura vegetal, afectación a especies en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y pérdida de servicios ambientales asociados al predio, se ejecutará un rescate selectivo de vegetación.

El rescate selectivo de flora consiste en la localización, sustracción y trasplante de individuos de especies vegetales susceptibles de rescate, seleccionadas 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, con objeto de minimizar el impacto sobre las poblaciones de las especies vegetales seleccionadas, dentro de las que se incluyen las especies citadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en el área sujeta a cambio de uso del suelo dentro del predio, es decir, las palmas chit (*Thrinax radiata*), nacax (*Coccothrinax readii*), kuka (*Pseudophoenix sargentii*), maculix (*Tabebuia chrysantha*) y la despeinada (*Beaucarnea pliabilis*).

De acuerdo con el Programa de rescate de flora elaborado para el proyecto se ha previsto el rescate de al menos 6,516 ejemplares de las diferentes especies presentes en el área de cambio de uso del suelo que se solicita, equivalentes a 35% del total de ejemplares de árboles adultos que serán afectados por el desarrollo de las obras y actividades que se proyectan, de acuerdo con el inventario forestal. Sin embargo, es importante hacer mención que esta propuesta no es limitativa, pudiéndose incorporar nuevas especies y variar los números de ejemplares propuestos en función de la oportunidad de rescate real en el predio, considerando y evaluando los aspectos siguientes:

- Especie de importancia legal susceptible de rescate.
- Especie de importancia ornamental susceptible de rescate.
- Estado de desarrollo (plántulas, joven, adulto).
- Posibilidad de supervivencia del ejemplar (brío)
- Talla del tronco (si presenta).
- Tipo y grado de fijación al suelo.
- Forma de propagación de la especie.

Por ello, tras rescatar los ejemplares en el predio se mantendrán en un vivero provisional por espacio mínimo de ocho a doce semanas para asegurar su adaptación y sobrevivencia, considerando exitoso el rescate con la sobrevivencia de al menos 75% de los ejemplares rescatados. Por otra parte, tras desarrollarse el proyecto pretendido las plantas se reintroducirán al interior del predio.

Una propuesta como la que se pretende tiene un costo de ejecución de unos 464,000 pesos.

### **Recuperación de tierra vegetal**

Previo a la ejecución del desmonte y despalme del terreno se realizarán esfuerzos por recuperar tierra vegetal del terreno con propósito de mitigar impactos ambientales adversos como eliminación del suelo y pérdida de servicios ambientales asociados al predio.

A fin de contar con tierra vegetal como insumo para las plantas que serán rescatadas, así como para aportar material que será utilizado en la conformación de áreas verdes con objeto de cumplir con una disposición reglamentaria en POELMS, se llevará a cabo la recuperación de tierra al interior de las áreas que serán aprovechadas utilizando para ello palas, picos, cubetas de plástico y un cernidor de metal y el apoyo de un trascabo,

con la participación de una cuadrilla de tres trabajadores. Se estima la recuperación de unos 300 m<sup>3</sup> de tierra, a un coste de 152,344 pesos.

### **Trituración de residuos vegetales**

A fin de mitigar los impactos ambientales adversos que serán causados por la remoción de la vegetación en el predio y el ulterior desarrollo del proyecto, como la pérdida de servicios ambientales, se ha previsto la trituración del material vegetal resultante del desmonte a fin de obtener mulch, el cual puede emplearse como mejorador de suelos.

La trituración del material vegetal leñoso producto del desmonte se hará con el uso de motosierras y una chipeadora. Considerando que el volumen total árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo al interior del predio es de 174.47 m<sup>3</sup>, así como una eficiencia de 60% en la recuperación de este material, se estima que se obtendrán 104.68 m<sup>3</sup> de material triturado, el cual será enviado al vivero temporal al interior del predio, a fin de emplear este material en el Programa de reforestación de áreas verdes del proyecto, como enriquecedor de suelos. El costo de esta actividad se estima en 15,244 pesos.

### **Programa de preservación de fauna silvestre**

Dado que al interior del predio, en el área sujeta a cambio de uso del suelo que se solicita, se registró la presencia de ejemplares de iguana rayada (*Ctenosaura similis*), especie considerada como Amenazada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, con objeto de minimizar el impacto ambiental sobre ésta se elaboró un Programa de rescate y reubicación, el cual tiene como objetivo la captura, traslado y reubicación de los ejemplares que se localicen al interior del área a intervenir.

En dicho programa se describen las estrategias de captura y traslado de ejemplares que se consideran más adecuadas para minimizar el estrés de los animales y asegurar que durante su manejo no se les cause daño severo. Las áreas de liberación propuestas incluyen áreas verdes naturales dentro del predio y que presentan poblaciones de esta especie, es decir, que cuentan con los elementos bióticos y abióticos suficientes para asegurar la sobrevivencia de los ejemplares. Para su ejecución se estimó un coste de 30,000 pesos.

Además de lo anterior, se propone la ejecución de un monitoreo de la fauna silvestre en el predio a fin de utilizarla como indicador de la conservación de la calidad ambiental del predio. Los grupos faunísticos a monitorear incluirán anfibios, reptiles, aves y

mamíferos. Además, se propone el uso de técnicas de captura y recaptura de roedores como indicadores de la perturbación del hábitat.

Se proponen también acciones para la protección de las tortugas marinas que eventualmente pueden ocupar la playa como zona de anidación, destacando las siguientes:

- Capacitación al personal de seguridad previo a la temporada de anidación. Refuerzo anual.
- Contar con el material o insumos necesarios previos a la temporada de anidación.
- Durante las noches retirar de la playa cualquier objeto móvil que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso tanto de las tortugas anidadoras como de sus crías.
- Se orientarán los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, dirigidos hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:
  - Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.
  - Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.
  - Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.
- Vigilancia a lo largo de la temporada de anidación de tortugas marinas, por parte de personal de seguridad del hotel equipados con linternas de mano para realizar recorridos nocturnos y en la madrugada, los recorridos serán efectuados cada hora en el periodo de las 9 pm a las 5 am.
- Durante el tiempo que el quelonio permanezca en la playa se evitará molestarlo, se guardará una distancia mínima de 10 metros en todo momento.
- En caso de detectarse un nido de tortuga marina, se procederá a la marcación de este, mediante la colocación de un letrero de madera tamaño carta fijo a una estaca, el cual contendrá la siguiente información: Número consecutivo del nido, Especie de tortuga y Fecha y hora del desove.
- Los nidos serán monitoreados hasta su eclosión (55 días aproximadamente), para asegurar su manteniendo en buen estado y evitar que sufra daño, destrucción, depredación o saqueo.
- Durante la eclosión y emergencia de las crías se evitará el uso de linternas o cámaras con flash que emitan luces que pudieran molestar o desorientar a las crías de tortugas en su camino al mar.

## Implementación del plan de manejo de residuos

A fin de prevenir posibles impactos ambientales adversos derivados de la acumulación de residuos sólidos y líquidos en el predio o de una disposición incorrecta de éstos, con posibles repercusiones sobre la calidad ambiental del suelo, subsuelo y acuífero, se ha desarrollado un plan de manejo de residuos de conformidad con la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo que la normatividad aplicable por el tipo de residuos que se anticipa generará el proyecto en sus diversas etapas de preparación del terreno y construcción. Se adjunta al presente estudio para que en el ámbito de su competencia la autoridad federal lo considere.

El objetivo general del plan de manejo es mitigar el impacto sobre el ambiente derivado de la generación, manejo y disposición de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, vinculados al proceso constructivo del proyecto en el Municipio Solidaridad.

Los objetivos particulares son:

- Implantar medidas que minimicen la dispersión de residuos en los diferentes frentes de trabajo de la obra.
- Establecer tácticas y procedimientos aplicables durante la construcción del proyecto, que permitan realizar la separación in situ de los subproductos con potencial de reciclaje generados y disponerlos a través de prestadores de servicios autorizados para su reincorporación a la cadena productiva.
- Instaurar políticas de disposición final de los residuos sólidos generados conforme a su tipo y la normatividad aplicable en cada caso.
- Implantar estrategias que permitan la identificación de residuos peligrosos, así como su almacenamiento temporal y disposición conforme a la normatividad ambiental aplicable.
- Instaurar estrategias y lineamientos para asegurar la contención y disposición correctas de residuos líquidos durante la etapa de construcción del proyecto.
- Establecer los indicadores que se requieren medir para determinar la correcta aplicación de las estrategias que se proponen.

La infraestructura con que se contará para el manejo de residuos durante el desarrollo de las actividades de cambio de uso del suelo y el ulterior desarrollo del proyecto constructivo incluye tambores metálicos de 200 litros de capacidad con rótulos y pictogramas que permitan el acopio por separado de los residuos; recipientes plásticos de baja capacidad no diferenciados, con bolsa plástica en su interior que facilite el

manejo de su contenido; áreas al aire libre delimitadas e identificadas para el acopio temporal de residuos pétreos derivados de las actividades de despalme; almacén temporal de residuos peligrosos el cual contará con piso impermeable, muro perimetral de cemento, malla electro soldada perimetral, techo de lámina metálica así como letreros indicativos sobre el tipo de residuos que ahí se contengan y restrictivos como prohibido el paso y prohibido fumar; y finalmente, sanitarios portátiles para el manejo de residuos sanitarios. La intención de esta infraestructura es realizar la separación de residuos susceptibles de reciclaje y disponerlos de manera diferenciada con diversas personas o empresas que se dedican al reciclaje de residuos, con propósito de mitigar el impacto sobre las infraestructuras.

En el acceso a la obra se colocará un reglamento que indique a los trabajadores las prácticas de manejo de residuos adecuadas al interior del predio. Además se ha previsto una reunión de trabajo con los encargados y supervisores de obra, así como pláticas de capacitación a los trabajadores.

### **Implementación de estrategias para el manejo de sustancias riesgosas**

A fin de prevenir impactos ambientales adversos asociados al manejo de sustancias riesgosas que pudieran derivar en la contaminación del suelo, subsuelo o acuífero, se han previsto una serie de estrategias que enseguida se describen.

A fin de asegurar el adecuado almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas, previniendo con ello el riesgo de contaminación ambiental, así como de potenciales accidentes, se ha previsto la construcción de un almacén temporal de combustibles, que cumplirá con las especificaciones del Reglamento de Construcción del Municipio Solidaridad, en cuanto a los materiales de construcción, acabados, ventilación y medidas preventivas de incendio y de derrames accidentales: control de acceso, señalización y colocación de extinguidores.

Para el control de las sustancias peligrosas y reducir el riesgo de contaminación del ambiente por derrames accidentales, se vigilará que la carga de combustibles se realice con el empleo de embudo; que las sustancias peligrosas que se extraigan del almacén lo hagan en recipientes de plástico resistente; que los bidones no se asienten directamente sobre el suelo, sino sobre una superficie impermeabilizada; que no se permita fumar cerca del almacén de combustible; y que la maquinaria que se emplee esté en buenas condiciones mecánicas, es decir, que no presenten fuga o escurrimiento de grasas, aceites o combustibles.

El manejo de los residuos peligrosos derivados del empleo de sustancias riesgosas en las diferentes etapas de la obra proyectada se hará de conformidad con el plan de manejo de residuos diseñado para el proyecto. Adicionalmente se ha previsto una reunión de trabajo con los encargados y supervisores de obra, así como pláticas de capacitación a los trabajadores y operadores de la maquinaria.

La implementación de estas estrategias tendrá un costo estimado de 30,000 pesos.

### **Construcción de pozos pluviales**

Para asegurar la conservación del servicio ambiental de captación e infiltración de agua pluvial al sistema se ha previsto la construcción de 30 pozos de absorción de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007, Infiltración artificial de agua a los acuíferos.-Características y especificaciones de las obras y del agua, la cual es aplicable en todo el territorio nacional a las personas que ejecuten obras o actividades para la infiltración mediante disposición de aguas pluviales y escurrimientos superficiales al suelo y subsuelo en obras o conjunto de obras que tengan una capacidad mayor a 60 litros por segundo (lps). La autorización de los pozos señalados se gestionará ante la CONAGUA de conformidad con la normatividad aplicable. La construcción de los pozos se estima en 150,000 pesos.

### **Seguimiento y control**

A fin de vigilar la adecuada y oportuna aplicación de las medidas preventivas y de mitigación ambiental propuestas, así como los términos y condicionantes bajo los cuales la SEMARNAT autorice en materia de impacto ambiental el cambio de uso de suelo de áreas forestales vinculadas al proyecto Garza Blanca Resort & Spa Riviera Maya II se ejecutará un Programa de Seguimiento Ambiental.

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 de cambio de uso del suelo. Se trata de 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 del manejo adecuado de residuos; a la verificación del aprovechamiento sólo de las áreas previstas para su desarrollo; así como a la vigilancia de la aplicación de las medidas de mitigación y prevención propuestas y de las condicionantes que imponga la autoridad al desarrollo del proyecto.

En términos generales los objetivos de este programa son:

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

La ejecución de esta medida tiene un costo mensual estimado en 15,000 pesos. Estará a cargo de un especialista en materia ambiental que de manera objetiva llevará un registro de las contingencias en que se desarrolle la obra y las registrará en una bitácora y documentará. Con la frecuencia que la autoridad determine elaborará los reportes técnicos para informar a la SEMARNAT del grado de cumplimiento ambiental del promovente. El técnico responsable en la supervisión ambiental será corresponsable junto con el promovente de la adecuada y oportuna aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.

## **CAPÍTULO 8. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

El objetivo de éste capítulo es presentar una predicción del comportamiento que tendrá el sistema ambiental en un espacio y tiempo determinados bajo diferentes escenarios, considerando la existencia o ausencia del proyecto, así como las medidas preventivas o de mitigación propuestas en el Capítulo 7 del presente documento.

### **8.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO EJECUTANDO EL PROYECTO CONFORME LO MANIFESTADO**

Tras la ejecución de los trabajos de remoción de la vegetación y, posteriormente, con la ejecución de las obras proyectadas para la construcción y operación del proyecto se espera que el predio se sume al paisaje turístico que prevalece en la zona, contribuyendo a la consolidación del Destino Riviera Maya.

Esta incorporación de un lote baldío al desarrollo turístico del municipio viene aparejada con beneficios sociales y económicos para sus habitantes, toda vez que actualmente el predio no es utilizado, por lo que el territorio está subexplotado. Por ello, con el desarrollo del proyecto se mejorarán las condiciones urbanas en las inmediaciones del predio, se tierras ociosas sin dar lugar a focos de infección y contaminación y se mejorará la seguridad social.

Aunado a lo anterior la inversión prevista para el desarrollo del proyecto contribuirá a la generación de empleos directos e indirectos en la ciudad de Playa del Carmen, mantendrá la dinámica comercial en el sector de la construcción y del comercio y aportará recursos a las arcas federales, estatales y municipales por el pago de derechos para la obtención de las autorizaciones, permisos y licencias requeridas.

Con base en la valoración de los impactos ambientales esperados la ejecución del cambio de uso del suelo no implica un deterioro significativo para el ambiente natural, pues aunque se perderían 3.138 hectáreas de vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia, que representa una merma de 0.75% del sistema ambiental, pero se conservará 65% de la superficie del terreno con cobertura vegetal, por lo que no se afectará poblaciones permanentes de flora y fauna silvestre.

Esta afectación ni siquiera representa una pérdida para el ecosistema de selva mediana subperennifolia al interior de la Subcuenca, puesto que tanto en la carta de uso del suelo y vegetación de INEGI como en el Inventario Nacional Forestal y de

Suelo de la CONAFOR indican que este tipo de vegetación es el más abundante en la zona norte de Quintana Roo, por lo que no es una merma significativa, ni de cobertura vegetal, ni de recursos forestales, ni de servicios ambientales.

Independientemente de lo anterior, las medidas y acciones de prevención y mitigación de impacto ambiental que se proponen tienen una eficiencia de 57% sobre el efecto adverso de los impactos ambientales potenciales que se identificaron para el proyecto y permiten reducirlos a niveles de moderados a nulos; y en términos de la legislación ambiental, sin impacto significativo o daño grave al ambiente y sin poner en riesgo la continuidad de las especies presentes en el predio incluidas en alguna categoría de riesgo.

## **8.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO EJECUTANDO EL PROYECTO SIN APLICAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

En caso de ejecutar el proyecto tal como se ha manifestado, salvo en lo concerniente a la aplicación de las medidas de mitigación, se conservan los beneficios socioeconómicos descritos en el apartado previo, pero la intensidad del impacto ambiental es mayor.

De acuerdo con la metodología utilizada para la valoración de los impactos ambientales potenciales asociados al proyecto se tiene que si el proyecto se ejecuta sin medidas de mitigación ambiental los impactos ambientales potenciales adversos son del orden de  $I = -191$ ,  $IR = -15.2$ , lo que los ubica en un nivel moderado ya que para este caso particular el máximo teórico sería  $I = -460.0$ ,  $IR = -69.0$ .

Lo anterior significa que el proyecto aún podría realizarse así, pues el nivel de impacto ambiental, en términos de la legislación ambiental, no causaría impacto significativo o daño grave al ambiente y no pondría en riesgo la continuidad de las especies presentes en el predio incluidas en alguna categoría de riesgo.

## **8.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO**

De no autorizarse la ejecución del proyecto en los términos planteados en el presente estudio no se alcanzaría ninguno de los beneficios socioeconómicos señalados con anterioridad y es previsible que el terreno continuaría sin utilizar.

Desde el punto de vista ambiental, se conservarían las 3.138 hectáreas de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en la cual se registraron por 55 especies vegetales, de las cuales cinco están incluidas en alguna categoría de riesgo,

así como la presencia de al menos 40 especies de animales silvestre, de las cuales una especie está incluida en alguna categoría de riesgo. También se conservarían los servicios ambientales que este parche de vegetación aporta, como son la captura de carbono, captura de agua e infiltración de ésta al subsuelo, hábitat, sitio de percha y resguardo. Sin embargo, es menester señalara que éste representa apenas 0.75% de la cobertura de este tipo de vegetación en el área de estudio definida para el análisis del sistema ambiental.

#### **8.4 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL**

Todos los proyectos que se desarrollan en una zona con valores ambientales tan importantes como es un ecosistema costero, deben considerar una serie de acciones dirigidos a la conservación de los mismos. Con el Programa de Seguimiento Ambiental que se implementará en el proyecto, no solo se cumple con lo dispuesto oficialmente, sino además se buscan estándares de calidad cada vez más altos exigidos en la industria turística.

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 de cambio de uso del suelo. Se trata de 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 del manejo adecuado de residuos; a la verificación del aprovechamiento sólo de las áreas previstas para su desarrollo; así como a la vigilancia de la aplicación de las medidas de mitigación y prevención propuestas y de las condicionantes que imponga la autoridad al desarrollo del proyecto.

En términos generales los objetivos de este programa son:

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

## **CAPÍTULO 9: IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL DTU-B**

Bajo protesta de decir verdad, se declara que los resultados presentados en el Documento Técnico Unificado, se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, la cual se describe en los siguientes apartados:

### **9.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN**

Para la elaboración del presente estudio se utilizaron diversos equipos y materiales de última generación, para obtener resultados confiables y fidedignos, los cuales se enuncian a continuación:

#### **9.1.1 Planos georreferenciados**

Para la elaboración de los diversos planos presentados en los capítulos que integran éste estudio, se utilizaron los programas **Quantum GIS (1.6.0 “Copiapó”)** y **AutoCAD 2013**; con un escala en tiempo real, cuyas coordenadas se encuentran proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, de la República Mexicana. De igual manera se utilizaron los datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), a escalas 1:1000000 y 1:250000.

#### **9.1.2 Planos arquitectónicos**

Los planos arquitectónicos que ilustran las áreas de aprovechamiento del proyecto, fueron realizados con base en el programa AutoCAD 2013.

#### **9.1.3 Imágenes satelitales**

Las imágenes presentadas en los diversos capítulos que integran éste estudio, particularmente las satelitales, fueron obtenidas de imágenes Landsat, Ortofotos y del programa Google Earth (2013), con coordenadas proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, que corresponde a la República Mexicana.

#### **9.1.4 Fotografías**

Las fotos que enriquecen los textos descritos en el presente manifiesto, fueron tomadas a través de una cámara digital marca Nikon Coolpix L120, con una resolución máxima de 14.1 megapíxeles efectivos.

#### **9.1.5 Imágenes gráficas**

Las imágenes que se presentan en los capítulos de este estudio (no imágenes satelitales, ni fotografías), fueron tomadas directamente de la red de internet.

#### **9.1.6 Coordenadas**

Todas las coordenadas presentadas en los diversos capítulos que integran el presente documento, fueron recabadas a través de un geoposicionador satelital (GPS) de la marca Garmin, modelo Etrex. Las coordenadas se presentan con proyección en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS84, dentro de la Zona 16Q, Norte, que corresponde a la República Mexicana. Estas mismas coordenadas fueron corroboradas por medio del programa Quantum GIS (1.6.0 “Copiapó”).

### **9.2 METODOLOGÍA PARA 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 Fernández-Vítora, 1997)<sup>9</sup>. 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 Fernández-Vítora (1997) y Gómez Orea (1999)<sup>10</sup>, en el proceso de evaluación del impacto ambiental es necesario primero identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término se procede a valorar los impactos

---

9 Conesa Fernández-Vítora, V., 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3ª. ed. Ediciones Mundi-Prensa. 412 p.

10 Gómez Orea, D., 1999. Evaluación del Impacto Ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Coedición Ediciones Multi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. 701 p.

para determinar su grado de significancia y, por último, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

No se debe perder de vista que el propósito de la evaluación del impacto ambiental, según el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es establecer 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.

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental<sup>11</sup>, desequilibrio ecológico<sup>12</sup>, emergencia ecológica<sup>13</sup> o daño ambiental irreversible<sup>14</sup>, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

Identificación de las acciones del proyecto que pueden causar impactos

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 cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables (Gómez Orea, 1999)<sup>15</sup>, ya que algunas de ellas no son significativas

---

<sup>11</sup> Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas (LGEEPA, Art. 3, frac. VIII).

<sup>12</sup> La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos (LGEEPA, Art. 3, frac. XII).

<sup>13</sup> Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas (LGEEPA, Art. 3, frac. XVI).

<sup>14</sup> Toda pérdida, deterioro o menoscabo que se realice en cualquiera de los elementos que conforman un ecosistema, un recurso biológico o natural, o en los que condicionan la salud o la calidad de vida de la población, como resultado de la actividad humana, que no es posible revertir o restaurar.

<sup>15</sup> Según Gómez Orea (1999) estos términos deben entenderse como sigue:

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

desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, según Conesa Fernández-Vítora (1997), se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los aspectos que modifican el uso del suelo, 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<sup>16</sup>.

Para la identificación de las acciones susceptibles de causar impactos se tomó en cuenta la descripción del proceso constructivo, en sus tres etapas, incluida en el capítulo II de este manifiesto.

#### Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos

---

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; y momento en que se produce la acción y plazo temporal en que opera.

16 Según Conesa Fernández (1997), estos términos deben entenderse como sigue:

**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.

**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.

**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.

**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.

**Momento en que interviene.** Se refiere a la etapa del proceso constructivo en donde tiene lugar: fase pre-constructiva, constructiva u operacional.

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 Fernández-Vítora (1997), coinciden en que éstos han de ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el Medio; relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto; 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; de fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán 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 Fernández-Vítora (1997), en el que el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado cualitativo de su extensión: área de influencia en relación con el entorno; complejidad: compuesto de elementos diversos; rareza: no frecuente en el entorno; representatividad: carácter simbólico. Incluye carácter endémico; naturalidad: natural, no artificial; abundancia: en gran cantidad en el entorno; diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno; estabilidad: permanencia en el entorno; singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido; irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración; fragilidad: endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de la cualidad del factor; continuidad: necesidad de conservación; insustituibilidad: imposibilidad de ser sustituido; clímax: proximidad al punto más alto de valor ambiental de un proceso; interés ecológico: por su peculiaridad ecológica; interés histórico-cultural: Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural; interés individual: por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante); dificultad de

conservación: dificultad de subsistencia en buen estado; y significación: importancia para la zona del entorno.

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 Fernández-Vítora, 1997).

#### Identificación, descripción y valoración de impactos potenciales

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria. Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración.

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. 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, palien o mitiguen los efectos negativos.

La valoración cualitativa se efectúa a partir de la matriz de impactos en la que en cada casilla de cruce se anota 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:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Dónde:	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 (I) se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados. La importancia del impacto toma valores entre 13 y 92. 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.

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.

Para calificar la intensidad (IN), que 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.

Para calificar la extensión (EX) que 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, 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.

Para calificar el momento (MO), es decir, el plazo de manifestación del impacto que alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado, se considera lo siguiente: 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.

Para calificar la persistencia (PE), que 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, se considera si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, en cuyo caso se considera 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.

Para evaluar la reversibilidad (RV) o 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, se califica 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. Si el efecto es mitigable toma un valor de 4 si lo es totalmente, de 2 si lo es de manera moderada y de 1 si lo es parcialmente, restando este valor al valor de importancia total.

Para evaluar la recuperabilidad (MC) o 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, se califica valorando si el efecto es totalmente recuperable, en cuyo caso se le asigna un valor de 1 ó 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo. 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.

La sinergia (SI) 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.

El atributo acumulación (AC) 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.

El efecto se refiere a la relación causa-efecto (EF), 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

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD B  
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

Para medir la regularidad de manifestación del efecto, es decir, su periodicidad (PR), se determina si este ocurrirá 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.

En resumen:

<b>NATURALEZA</b>		<b>INTENSIDAD (IN)</b> (grado de destrucción)	
- Impacto Beneficioso	+	- Baja	1
- Impacto Perjudicial	-	- Media	2
		- Alta	4
		- Muy Alta	8
		- Total	12
<b>EXTENSIÓN (EX)</b> (Área de influencia)		<b>MOMENTO (MO)</b> (Plazo de la manifestación)	
- Puntual	1	- Largo Plazo	1
- Parcial	2	- Medio Plazo	2
- Extenso	4	- Inmediato	4
- Total	8	- Crítico	(+4)
- Crítica	(+4)		
<b>PERSISTENCIA (PE)</b> (Permanencia del efecto)		<b>REVERSIBILIDAD (RV)</b>	
- Fugaz	1	- Corto Plazo	1
- Temporal	2	- Medio Plazo	2
- Permanente	4	- Irreversible	4
<b>SINERGIA (SI)</b> (Regularidad de la manifestación)		<b>ACUMULACIÓN (AC)</b> (Incremento progresivo)	
- Sin sinergismo	1	- Simple	1
(simple)	2	- Acumulativo	4
- Sinérgico	4		
- Muy sinérgico			
<b>EFFECTO (EF)</b> (Relación causa-efecto)		<b>PERIODICIDAD (PR)</b> (Regularidad de la manifestación)	
- Indirecto	1	- irregular o aperiódico y 1	



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 el impacto al que se dirige o efecto que pretende corregir, prevenir o compensar; la definición de la medida; el objetivo; el momento óptimo para la introducción de la medida; prioridad y urgencia; y eficacia y/o eficiencia.

El valor de importancia de la acción mitigadora se establece en función de cuatro características. La primera de ellas se refiere al grado de incidencia o intensidad de la acción que mide la eficacia de la acción; la segunda mide su extensión respecto de su área de influencia teórica; la tercera valora la persistencia de la acción; y la cuarta mide su reversibilidad. 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 de la acción sobre el efecto de un impacto ambiental potencial. A saber:

$$M = (3 (IN) + 2 (EX) + PE + RV)$$

Dónde:	M	=	Importancia de la acción
	IN	=	Intensidad
	EX	=	Extensión
	PE	=	Persistencia
	RV	=	Reversibilidad

La importancia de la acción se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados. Dicho valor se resta al valor de importancia del impacto al cual está destinado a prevenir o mitigar para obtener el valor ponderado del impacto ambiental. La importancia de la acción mitigadora toma valores entre 7 y 68. En términos generales puede afirmarse que los valores inferiores a 18 son irrelevantes, entre 18 y 36 son moderados, entre 37 y 54 importantes; y por arriba de este valor deben considerarse críticos y su aplicación se hace imperativa.

Para calificar la intensidad la escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 expresa una prevención total del impacto en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una prevención mínima. Si la medida es protectora, es decir, que evita la aparición del efecto modificando los elementos que definen la actividad, se asigna un valor de 12. Si la medida sólo es capaz de atenuar 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, entonces se califica con los valores de 8 si su intensidad es alta (75 % o más), 6 si la intensidad es moderada (50 % o más), 4 si la intensidad es baja (25 % o más) y 2 si la intensidad es muy baja (menos de 25 %). Si la medida es compensatoria, es decir, es incapaz de evitar la aparición del efecto, ni lo anula o atenúa, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, entonces se califica con 1.

Para calificar la extensión 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 la acción mitigadora se aplica para prevenir un impacto 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.

Para califica la persistencia se considera el 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 de la acción introducida para mitigar el impacto 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.

Para calificar la reversibilidad, es decir, la posibilidad de retornar a la condición de impacto previa a la acción, una vez esta deja de actuar sobre el impacto, se debe considerar si al cesar la medida el impacto se presenta de manera inmediata, entonces se asigna un valor de 1 y se considera una reversibilidad alta. Si el impacto reaparece en el corto plazo considerado menor a 1 año, se asigna el valor de 2; si es en el mediano plazo, es decir, entre 1 y 10 años se asigna el valor de 4 y si la reversibilidad es baja, o sea, mayor a 10 años, entonces se considera irreversible y se le asigna un valor de 8.

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-Vítora (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 aquél.

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 ( $IRP_j$ ), 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 ( $IR_j$ ) 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 ( $IR_i$ ) 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 ( $li$ ), constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes, de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones (Conesa Fernández-Vítora, 1997).

De la misma manera que la establecida previamente, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento por filas ( $lj$ ), 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 ( $lj$ ), 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-Vítora (1997), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidas:

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

$$li = \sum_j lij$$

La importancia total ponderada  $IRi$ , de los mismos

$$IRi = \sum_j lij \cdot Pj / \sum_j Pj$$

La importancia total  $lj$ , 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

$$IR = \sum_j IR_j = \sum_j I'R_i + IPR = I'R + IPR$$

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 1 se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito.

### 9.3 BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Aburto, J. 2001. Riqueza y abundancia de la avifauna del Jardín Botánico “Dr. Alfredo Barrera Marín”, ECOSUR, Puerto Morelos, Quintana Roo, México. Tesis para obtener el grado de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 98 p.
- Adger, W., K. Brown, R. Cervigni y D. Moran. 1995. Total economic value of forest in Mexico. *Cambio* 24: 286-296.
- Álvarez-Legorreta, T. 2011. Uso y manejo de recursos hídricos. En: Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 121-126.
- Aranda-Sánchez, J. M. 1981. Rastros de los mamíferos silvestres de México. Manual de campo. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), Xalapa, Veracruz, México. 198 p.
- Arita, H. y E. Vázquez-Domínguez. 2003. Fauna y la Conformación de la Provincia Biótica Yucateca: Biogeografía y Macroecología. In *Naturaleza y Sociedad en el Área Maya, Pasado, Presente y Futuro*. P. Colunga-García y A.

- Larqué-Saavedra (eds.). Academia Mexicana de Ciencias, Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán. Mérida, México. 60-80.
- Bautista, F. y A. Palacio (eds.). 2005. Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México. 282 p.
  - Bellón, M., O. Maser y G. Segura. 1993. Response options for sequestering carbon in Mexican forests. Report to F-7 International Network on Tropical Forestry and Global Climatic Change, Energy and Environment Division, Lawrence-Berkeley Laboratory, Environmental Protection Agency. Berkeley.
  - Bernáldez, F. G., 1985. Invitación a la Ecología Humana. Ed. Tecnos. Madrid.
  - Bonifacio Mostacedo y Todd S. Frederiksen. 2000. Manual de métodos Básicos de Muestreo y Análisis de Ecología Vegetal, Santa Cruz de la Sierra Bolivia. 82 p.
  - Boose, E. R., Foster, D. R., Barker Plotkin, A., Hall, B. 2003. Geographical and historical variation in hurricanes across the Yucatan Peninsula. In: Gómez-Pompa, A., Allen, M. F., Fedick, S. L., Jiménez, J. J., Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface, Haworth Press, New York. 495-516.
  - Bourassa, S. C., 1990. A paradigm for landscape aesthetics. Environment and Behavior 22/(6, November):787-812.
  - Calmé, S. 2011. Uso y manejo de fauna silvestre. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 165-170.
  - Calvo-Irabién, L. 2011. Usos de las palmas. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 151-156.
  - Carnevali F. C., G. J. L. Tapia-Muñoz, R. Duno de Stefano & I. Ramírez Morillo (Editores generales) 2010. Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado florístico. CICY A. C. Mérida Yucatán México. 328 p.
  - CCAD-PNUD/GEF, 2002. "Proyecto Para La Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano". Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales. Un aporte para la gestión de ecosistemas y recursos naturales en el CBM. Radoslav Barzev. Editor. CMB.
  - Comisión Nacional del Agua. Gerencia Regional de la Península de Yucatán. Estrategia Preliminar para la Aplicación de la Política de Gestión del Agua pro Cuenca en la Región XII, Península de Yucatán.
  - Comisión Nacional Forestal, 2000. Inventario Nacional Forestal. Tipos de Vegetación Forestal y de Suelos.
  - Comisión Nacional Forestal, 2006. Acuerdo mediante el cual se expide los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la

metodología para su estimación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de Abril de 2006.

- Conesa Fernández-Vítora, V., 1997. Los Instrumentos de la Gestión Ambiental en la Empresa. Ediciones Mundi-Prensa. 541 p.
- Chiappy, J. C., L. Gama, L. Giddings, V. Rico-Gray y Alejandro Velázquez. (1999). Caracterización de los paisajes terrestres actuales de la península de Yucatán. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Núm. 42, 2000, 28-39.
- CONABIO, 1998. La diversidad Biológica de México. Estudio de País. Capítulo 7. Valoración económica de los recursos biológicos del país. Edmundo de Alba, María Eugenia Reyes, 212-233.
- De Alba E. & Reyes M. Valoración económica de los recursos biológicos del país, [www.conabio.gob.mx/conocimiento/estrategia\\_nacional/doctos/CAP7.PDF](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/estrategia_nacional/doctos/CAP7.PDF)
- De los Santos V. M. 1976. Tablas de volúmenes para montes de la Península de Yucatán. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. 82 p.
- Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PNUD, CONABIO, SEDUMA, 496 p.
- Editorial Dante, S.A. de C.V., 2008. Aves comunes de la Península de Yucatán. 1ª. Ed. ISBN970-650-367-0. 144 p, con Ilustraciones.
- Ek-Díaz, A. 2011. Vegetación. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 62-77.
- Escribano, M. et al. 1991. El Paisaje. MOPT, Madrid.
- Flores, J. S. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense, Fascículo 3. 135 p.
- Forster, R., N. Armijo y L. Arguelles. 2011. Recursos forestales. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 140-150.
- Gaona Vizcaíno, S., Gordillo de Anda T. y Villasuso Pino M., 1980. Cenotes, Karst característico: mecanismos de formación. UNAM, México, Inst. de Geología, Rev. Vol. 4, núm. 1 (1980). 32-36.
- García, C. X., B.R. Rodríguez, J. C. Pólito. 1996. Evaluación de áreas afectadas por el Huracán Gilberto e Incendios Forestales en Quintana Roo. INIFAP. Mérida, Yucatán, Mex.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México, 217 p.
- Gómez Orea, D., 1999. Evaluación del Impacto Ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Coedición Ediciones Multi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. 701 p.

- González Medrano, F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. Segunda edición. INE-SEMARNAT. México, D.F.
- Halffter, G. y E. Ezcurra. 1992. ¿Qué es la Biodiversidad? In La diversidad biológica de Iberoamérica I. Halffter, G. (ed.). Acta Zoológica Mexicana, Volumen especial. 3-24.
- Hernández Morales Gleybis. (2010). Cálculo de la Tasa de Erosión Hídrica y Propuesta de Obras de Conservación de Suelo en la Línea de Tendido Eléctrico La Ventosa-Juile, Oaxaca. Tesis Profesional. Ingeniero en Restauración Forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. Mex.
- Herrera, J. 2011. Recursos hídricos: Hidrología subterránea. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 34-41.
- Herrera, J. y J. Heredia 2011. Recursos hídricos: Hidrología superficial. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 42-49.
- Heuveltop, J., T. Pardo, C. Quirós y P. Espinoza. 1986. Agroclimatología tropical. EUNED. San José, Costa Rica. 394 p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, (INEGI), 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo, INEGI/Gobierno del estado de Quintana Roo. México. 79 p.
- Kaplan, S., 1987. Aesthetics, affect and cognition: Environmental preference from an evolutionary perspective. Environment and Behavior, 19, 3–32.
- Lee, J. 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the maya word: The lowlands of Mexico, Northern Guatemala and Belize. Cornell University Press. New York, USA. 402 p.
- Lesser, H., 1976. Estudio Geohidrológico e hidrogeoquímico de la Península de Yucatán. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. 62 p.
- López Ramos, E., 1979. Estudio Geológico de la Península de Yucatán. En Enciclopedia Yucateca. Geología Peninsular. Tomo X. Gobierno de Yucatán. Mérida.
- López-Toledo, L., G. Ibarra Manríquez, M. Martínez Ramos, 2013. Guayacán. CONABIO. Biodiversitas, 107:12-16.
- Lozano, R. y J. Olivares. 2011. Sociedad y economía. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 86-109.
- Macario M., P.; E. García, R. Aguirre y E. Hernández-X. 1995. Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal. Acta Botánica Mexicana 32: 11-23.

- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- Miranda F., y E. Hernández X. 1963. Los tipos de Vegetación en México y su Clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28 p.
- MOPT, 1993. Guía para la elaboración de estudios para el medio físico. Serie de monografías del Ministerio de Obras Públicas y Transporte. De la Secretaría General Técnica, España, 809 p.
- Muñoz Villarreal, Carlos, 2005. Bienes y servicios ambientales en México: caracterización preliminar y sinergias entre protección ambiental, desarrollo del mercado y estrategia comercial. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. Naciones Unidas, CEPAL, GTZ.
- Navarro, D. T. Jiménez y F. Juárez. 1990. Los mamíferos de Quintana Roo. En: Navarro, D. y J. G. Robinson. 1990. Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo: 371-450.
- Patiño, V. F., J. L. López T., y D. A. Gómez. Selva (Versión 4). Paquete de Cómputo para Procesar Datos de Inventarios Forestales para Especies de la Península de Yucatán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Mérida, Yucatán. 46 p.
- Pérez-Gil, Salcido, Fernando Jaramillo Monrroy, Ana María Muñiz Salcedo y María Gabriela Torres Gómez. 1995. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. Consultores, S. C. y CONABIO, México, 170 p.
- Peterson, R. T. and E. L. Chalif. 1973. A field guide to Mexican birds. The Peterson Field Guide Series. National Audubon Society and National Wildlife Federation. Houghton Mifflin Company. Boston, Massachusetts. 298 p.
- Pozo, C. (ed.). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación. Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 271 p.
- Ramírez Bautista, A. y M. C. Arizmendi. 2004. Ctenosaura similis. Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W013. México. D.F.
- Reyes, V., J. Fallas, M. Miranda, O. Segura y R. Sánchez. 2002. Parámetros para la valoración del servicio ambiental hídrico brindado por los bosques y plantaciones de Costa Rica. Serie Documentos de Trabajo 008-2002. FONAFIFO y Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sustentable. Costa Rica. 28 p.
- Romahn de la Vega, C.F. y Ramírez Maldonado, H. 2006. Dendrometria. Universidad Autónoma Chapingo. 2ª. Edición corregida y aumentada. Publicación digital. México. 294 p.
- Sánchez, O., C. Donovarro-Aguilar y J. Sosa-Escalante (editores). 2000. Conservación y manejo de vida silvestre: vertebrados del trópico de México.

- Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de Vida Silvestre, INE-SEMARNAP, CONABIO, USFWS, UADY. México. 190 p.
- Schellekens, J. 2000. Hydrological processes in a humid tropical rainforest: a combined experimental and modeling approach. Proefschrift, Vrije Universiteit Amsterdam.
  - SEMARNAT y Hombre Naturaleza, A.C. 2003. Introducción a los servicios ambientales. ISBN 968-817-596-X. 71 p.
  - Sosa-Escalante, J. 2000. Valoración y seguimiento de la biodiversidad: Implicaciones en conservación y manejo. In Conservación y manejo de vida silvestre: vertebrados del trópico de México. Sánchez, O., C. Donovarro y J. Sosa-Escalante (eds.). Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de Vida Silvestre, INE-SEMARNAP, CONABIO, USFWS, UADY. México. 49-67.
  - Tello, H. 2011. Suelos. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 57-61.
  - Thomassiny, J. y E. Chan 2011. Cambios en el uso de suelo. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Tipper, R. 2000. Carbon offsets from forestry projects in developing countries. Report commissioned by the Department of the Environment, Transport, and Regions. ECCM, Edimburgo. 27p.
  - Torres, J. y A. Guevara. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: Captura de carbono y desempeño hidráulico. Gaceta Ecológica 63: 40-59.
  - Trexler, M. y C. Haugen. 1995. Keeping it green: tropical forestry opportunities for mitigating climate change. WRI, EPA. 52 p.
  - Valdez-Hernández, M. y G. Islebe. 2011. Tipos de vegetación en Quintana Roo. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 2. Pozo, C. (ed.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 32-36.
  - Vázquez-Domínguez, E. y H. Arita. 2010. The Yucatan Peninsula: Biogeographical History 65 Million Years in the Making. Ecography 33: 212-219.

#### 9.4 PÁGINAS ELECTRÓNICAS CONSULTADAS

- <http://www.conabio.gob.mx>
- <http://www.ine.gob.mx>
- <http://www.inegi.gob.mx>
- <http://www.semarnat.gob.mx>
- <http://www.conafor.gob.mx>